IMPLEMENTASI SISTEM REKOMENDASI *MODIFIED FUZZY C-MEANS* (MFCM) PADA *E-LIBRARY* MENGGUNAKAN *DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT* (DRM) BERBASIS *MOBILE* DAN *WEB*

TUGAS AKHIR

Oleh:

SIO JURNALIS PIPIN (NIM. 151111241)
ALBERT PRIMA LAIA (NIM. 151112891)
HERU KURNIAWAN (NIM. 151110156)

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER MIKROSKIL
MEDAN

2019

IMPLEMENTATION OF MODIFIED FUZZY C-MEANS (MFCM) RECOMMENDER SYSTEM AND DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT (DRM) ON MOBILE AND WEB-BASED E-LIBRARY

FINAL RESEARCH

By:

SIO JURNALIS PIPIN (ID. 151111241)
ALBERT PRIMA LAIA (ID. 151112891)
HERU KURNIAWAN (ID. 151110156)

STUDY PROGRAM OF INFORMATICS ENGINEERING
SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER MIKROSKIL
MEDAN
2019

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI SISTEM REKOMENDASI *MODIFIED FUZZY C-MEANS* (MFCM) PADA *E-LIBRARY* MENGGUNAKAN *DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT* (DRM) BERBASIS *MOBILE* DAN *WEB*

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna
Mendapatkan Gelar Sarjana Strata Satu
Program Studi Teknik Informatika

Oleh:

SIO JURNALIS PIPIN (NIM. 151111241)
ALBERT PRIMA LAIA (NIM. 151112891)
HERU KURNIAWAN (NIM. 151110156)

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,	Dosen Pembimbing II,
Syanti Irviantina, S.Kom., M.Kom.	Wenripin Chandra, S.Kom., M.TI.

Medan, Senin, 25 Februari 2019
Diketahui dan Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi
Teknik Informatika,

Sunario Megawan, S.Kom., M.Kom.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-1 Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama	: Sio Jurnalis Pipin
NIM	: 151111241
Peminatan	: Mobile and Web

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul "Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*", dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagai atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya telah mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan,
Saya yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
ECE04AFF474982404
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Sio Jurnalis Pipin

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-1 Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama	: Albert Prima Laia
NIM	: 151112891
Peminatan	: Mobile and Web

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul "Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*", dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagai atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya telah mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan,

Saya yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
FAA37AFF474982439
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Albert Prima Laia

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang membuat pernyataan ini adalah mahasiswa Jurusan/Program Studi S-1 Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan dengan identitas mahasiswa sebagai berikut:

Nama	: Heru Kurniawan
NIM	: 151110156
Peminatan	: Mobile and Web

Saya telah melaksanakan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul "Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*", dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa penelitian dan penulisan Tugas Akhir tersebut merupakan hasil karya saya sendiri (tidak menyuruh orang lain yang mengerjakannya) dan semua sumber, baik yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar. Bila di kemudian hari ternyata terbukti bahwa bukan saya yang mengerjakannya (membuatnya), maka saya bersedia dikenakan sanksi yang telah ditetapkan oleh STMIK Mikroskil Medan, yakni pencabutan ijazah yang telah saya terima dan ijazah tersebut dinyatakan tidak sah.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada STMIK Mikroskil Medan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Tugas Akhir saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, STMIK Mikroskil Medan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya, secara keseluruhan atau hanya sebagai atau hanya ringkasannya saja dalam bentuk format tercetak dan/atau elektronik, selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Menyatakan juga bahwa saya telah mempertahankan hak eksklusif saya untuk menggunakan seluruh atau sebagian isi Tugas Akhir saya guna pengembangan karya di masa depan, misalnya dalam bentuk artikel, buku, ataupun perangkat lunak.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sungguh-sungguh, dalam keadaan sadar dan tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Medan,
Saya yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
D646AFF474982423
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Heru Kurniawan

ABSTRAK

Perpustakaan digital pada umumnya mengalami permasalahan dalam membatasi akses menyunting, menggandakan ataupun pendistribusian informasi pada dokumen elektronik yang berakibat adanya aksi pelanggaran hak cipta. Selain itu, Perpustakaan digital sebagai perpustakaan yang mempunyai beragam koleksi buku digital membuat pengguna menghadapi kesulitan dalam menemukan referensi bacaan yang direkomendasikan.

Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini digunakan sistem keamanan *Digital Rights Management* (DRM) untuk mengatasi permasalahan dalam membatasi akses menyunting, menggandakan, pendistribusian dan penggunaan informasi pada dokumen elektronik yang berakibat adanya aksi pelanggaran hak cipta terhadap konten digital yang terdapat didalamnya. Untuk memperkuat pengamanan data maka digunakan teknik pengamanan data *Advanced Encyption Standard* (AES)-128 dengan meng-enkripsi dokumen digital. Kemudian, menggunakan metode *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) sebagai metode rekomendasi.

Hasil pengujian MFCMHPRS menunjukkan bahwa nilai *error* yang didapatkan menghasilkan nilai rata – rata *error* yang relatif rendah terhadap 15 *item* yang diuji dengan nilai *error* 0.1635, kemudian pengujian AES-128 berhasil ditandai dengan mampunya aplikasi meng-enkripsi *plaintext* menjadi *ciphertext* dan men-dekripsi *ciphertext* menjadi *plaintext* seperti semula, lalu berdasarkan uji perangkat lunak *Black Box* ditarik kesimpulan bahwa perangkat lunak secara fungsional mengeluarkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

Kata kunci: MFCMHPRS, DRM, AES

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*".

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan guna mendapatkan gelar Sarjana Starata Satu Program Studi Teknik Informatika pada STMIK Mikroskil Medan.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk mencapai hasil yang terbaik, dan semua ini dapat tercapai berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Ibu Syanti Irviantina, S.Kom., M.Kom., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan motivasi yang berguna selama menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Wenripin Chandra, S.Kom., M.TI, selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan yang berguna selama menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr.Mimpin Ginting, M.S., selaku Ketua STMIK Mikroskil Medan.
4. Bapak Djoni, S.Kom., M.T.I., selaku Wakil Ketua I STMIK Mikroskil Medan.
5. Bapak Sunario Megawan, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan.
6. Bapak Felix, S.Kom., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan.
7. Bapak dan Ibu Dosen yang telah mendidik dan membimbing penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir.
8. Kepada orang tua dan keluarga yang telah memberikan bimbingan, dukungan spiritual, material dan motivasi untuk penulis selama mengikuti pendidikan hingga selesainya Tugas Akhir.
9. Kepada sahabat-sahabat yang juga memberikan dukungan, motivasi dan semangat dalam pengerjaan Tugas Akhir.
10. Semua yang telah membantu penulis untuk terselesaikannya Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tugas akhir ini tentu tidak lepas dari kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh sebab itu, penulis berharap para pembaca bersedia memaklumi segala kekurangan pada tugas akhir. Selain itu, penulis juga terbuka untuk menerima saran dari para pembaca dalam memperbaiki dan menyempurnakan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga hasil dari Tugas Akhir dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Medan, 14 Februari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK i

KATA PENGANTAR ii

DAFTAR ISI iv

DAFTAR GAMBAR vii

DAFTAR TABEL xi

DAFTAR LAMPIRAN xiv

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan 3

1.4 Manfaat 3

1.5 Batasan Masalah 3

1.6 Metodologi Pengembangan Sistem 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7

2.1 Dokumen Digital 7

2.1.1 Proses Digitalisasi Dokumen 7

2.1.2 Format *File* Dokumen Digital 8

2.1.3 Hak Cipta pada Dokumen Digital 9

2.2 Perpustakaan 11

2.2.1 Sistem Klasifikasi Buku pada Perpustakaan 12

2.2.2 Perpustakaan Digital ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.3 Digital Rights Management (DRM) 14

2.3.1 Arsitektur Digital Rights Management (DRM) 15

2.3.2 Teknik Digital Rights Management (DRM) 15

2.4 Algoritma Advanced Encryption Standard (AES) 18

2.4.1 Pembentukan Kunci AES 18

2.4.2 Enkripsi AES 20
2.4.3 Dekripsi AES 23
2.5 Sistem Rekomendasi 26
2.5.1 Content – Based Recommendation 27
2.5.2 Collaborative Filtering Recommendation 28
2.5.3 Hybrid Recommendation System 30
2.6 Algoritma Fuzzy C-Means (FCM) 31
2.7 Algoritma MFCMHPRS 33
2.7.1 Normalisasi Data pada MFCMHPRS 34
2.7.2 Pengelompokan pada Modified Fuzzy C-Means (MFCM) 35
2.7.3 Menghitung centroid dari setiap klaster 37
2.7.4 Tahapan Rekomendasi pada MFCMHPRS 38
2.8 Pengujian Perangkat Lunak dan Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi 40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 43
3.1 Analisis 43
3.1.1 Analisis Proses 43
3.1.1.1 Enkripsi AES 128 44
3.1.1.2 Dekripsi AES 128 55
3.1.1.3 Pembentukan Kunci AES 128 60
3.1.1.4 Algoritma MFCMHPRS 61
3.1.2 Analisis Kebutuhan 71
3.1.2.1 Analisis Kebutuhan Fungsional 71
3.1.2.2 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional 85
3.2 Perancangan 86
3.2.1 Perancangan Tampilan 86
3.2.1.1 Tampilan Website 86
3.2.1.2 Tampilan Mobile 113
3.2.2 Perancangan Basis Data 122
BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN 128
4.1 Hasil 128

4.1.1 Website 128
4.1.2 Mobile 150
4.2 Pengujian 161
4.2.1 Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi 161
4.2.2 Pengujian Enkripsi dan Dekripsi dengan AES – 128 174
4.2.3 Pengujian Perangkat Lunak dengan Black Box Testing 177
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 188
5.1 Kesimpulan 188
5.2 Saran 188
DAFTAR PUSTAKA 189

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Transformasi *SubByte()* pada *State* 21
Gambar 2.2 Transformasi *ShiftRows()* pada *State* 21
Gambar 2.3 Transformasi *MixColumns*() pada *State* 22
Gambar 2.4 Transformasi *AddRoundKey()* pada *State* 23
Gambar 2.5 Transformasi *InvShiftRows*() pada *State* 25
Gambar 2.6 *Linear Combination* 30
Gambar 2.7 *Sequential Combination* 31
Gambar 2.8 *Item-based Clustring Hybrid Method* 31
Gambar 2.9 Arsitektur MFCMHPRS 34
Gambar 3.1 *Flowchart* dari Analisis Proses 43
Gambar 3.2 *Flowchart* proses enkripsi AES-128 45
Gambar 3.3 Properti *file* sampelbuku 46
Gambar 3.4 Simulasi Proses Enkripsi dengan AES-128 pada Round 1 47
Gambar 3.5 *Flowchart* proses Dekripsi AES-128 55
Gambar 3.6 Simulasi Proses Dekripsi dengan AES-128 pada Round 1 56
Gambar 3.7 *Flowchart* Sistem Rekomendasi pada halaman beranda 61
Gambar 3.8 *Flowchart* MFCMHPRS 62
Gambar 3.9 *Use-case Diagram Web* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web* 71
Gambar 3.10 *Use-case Diagram Mobile* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web* 72
Gambar 3.11 Rancang Tampilan Halaman Awal Pada *Website* 86
Gambar 3.12 Rancang Tampilan Halaman Daftar 88
Gambar 3.13 Rancang Tampilan Halaman Masuk 89
Gambar 3.15 Rancang Tampilan Halaman Pertama Setelah *Member Login* 90
Gambar 3.16 Rancang Tampilan Halaman Tentang *Website* 91
Gambar 3.17 Rancang Tampilan Halaman Kategori Buku 92
Gambar 3.18 Rancang Tampilan Halaman Buku Populer 93
Gambar 3.20 Rancang Tampilan Halaman Rincian Buku 94
Gambar 3.21 Rancang Tampilan Halaman Daftar Bacaan Setelah *Member* Masuk 95

Gambar 3.22 Rancang Tampilan Halaman Riwayat Peminjaman Buku.....97
Gambar 3.23 Rancang Tampilan Halaman Edit Profil *Member* 98
Gambar 3.24 Rancang Tampilan Halaman Rincian Buku dan Deskripsi Buku Digital.....100
Gambar 3.25 Rancang Tampilan Halaman Membaca Buku Digital 102
Gambar 3.26 Rancang Tampilan Halaman Review dan *Rating* Buku 103
Gambar 3.27 Rancang Tampilan Halaman Kelola Buku 105
Gambar 3.28 Rancang Tampilan Halaman Beranda *Admin* Setelah Masuk 106
Gambar 3.29 Rancang Tampilan Halaman Kelola Data Buku.....107
Gambar 3.30 Rancang Tampilan Halaman Enkripsi dan Tambah Buku 108
Gambar 3.31 Rancang Tampilan Halaman Kelola Data *Member* 109
Gambar 3.32 Rancang Tampilan Halaman Verifikasi *Member* Baru 110
Gambar 3.33 Rancang Tampilan Halaman Laporan Peminjaman 111
Gambar 3.34 Rancang Tampilan Halaman Laporan *File* Ter-enkripsi 112
Gambar 3.35 Rancang Tampilan Halaman Utama *Mobile*.....113
Gambar 3.36 Rancang Tampilan Halaman Daftar Aplikasi *Mobile* 114
Gambar 3.37 Rancang Tampilan *Login* Aplikasi *Mobile*.....115
Gambar 3.38 Rancang Tampilan Halaman Utama Setelah *Member Login* 116
Gambar 3.39 Rancang Tampilan Halaman Daftar Bacaan.....117
Gambar 3.40 Rancang Tampilan Halaman Kategori Buku 118
Gambar 3.41 Rancang Tampilan Halaman Pro*file Member*.....119
Gambar 3.42 Rancang Tampilan Halaman Rincian Buku 120
Gambar 3.43 Rancang Tampilan Halaman Baca Buku 121
Gambar 3.51 Model Relational ERD Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis 124
Gambar 4.1 Tampilan Homepage.....128
Gambar 4.2 Tampilan Registrasi 129
Gambar 4.3 Tampilan *Login*.....130
Gambar 4.4 Filter dan Pencarian 130
Gambar 4.5 Tampilan Semua Buku Rekomendasi.....131
Gambar 4.6 Tampilan Semua Klasifikasi Buku 132
Gambar 4.7 Tampilan Buku dalam Klasifikasi 133
Gambar 4.8 Tampilan Rincian Buku 134

Gambar 4.9 Tampilan Halaman Tentang 135
Gambar 4.10 Tampilan Kontak 136
Gambar 4.11 Tampilan *Dahsboard Admin* 137
Gambar 4.12 Tampilan Tambah Buku 137
Gambar 4.13 Tampilan Enkripsi *File* Dokumen Digital 138
Gambar 4.14 Tampilan Dekripsi *File* Dokumen Buku Digital 138
Gambar 4.15 Tampilan Daftar Buku 139
Gambar 4.16 Tampilan Edit Buku 140
Gambar 4.17 Tampilan Verifikasi *Member* 140
Gambar 4.18 Tampilan Daftar *Member* 141
Gambar 4.19 Tampilan Rincian *Member* 141
Gambar 4.20 Tampilan Laporan *Member* 142
Gambar 4.21 Tampilan Laporan Peminjaman 142
Gambar 4.22 Tampilan Laporan Peminjaman 143
Gambar 4.23 Tampilan Laporan *Rating* 144
Gambar 4.24 Tampilan IP Asset Manajemen 145
Gambar 4.25 Tampilan Pesan Masuk 145
Gambar 4.26 Tampilan *Dashboard Member* 146
Gambar 4.27 Tampilan Buku Terpinjam 147
Gambar 4.28 Tampilan Deskripsi Buku 147
Gambar 4.29 Tampilan Baca Buku Online 148
Gambar 4.30 Tampilan *Rating* dan Ulasan 149
Gambar 4.31 Tampilan Riwayat Peminjaman 149
Gambar 4.32 Tampilan *Homepage Mobile* 150
Gambar 4.33 Tampilan *Login* 151
Gambar 4.34 Tampilan Registrasi 152
Gambar 4.35 Tampilan *Filter* dan Pencarian 153
Gambar 4.36 Tampilan Klasifikasi Buku 153
Gambar 4.37 Tampilan Buku dalam Klasifikasi 154
Gambar 4.38 Tampilan Semua Buku 155
Gambar 4.39 Tampilan Halaman Tentang 156
Gambar 4.40 Tampilan Halaman Kontak 157
Gambar 4.41 Tampilan *Dashboard* 157

Gambar 4.42 Tampilan Buku Terpinjam.....158
Gambar 4.43 Tampilan Baca Buku 159
Gambar 4.44 Tampilan *Rating* dan Ulasan 160
Gambar 4.45 Tampilan *Rating* dan Ulasan 160
Gambar 4.46 Grafik Hasil Pengujian MAE terhadap 20 data *Mmember*.....174
Gambar 4. 47 Enkripsi *File* 175
Gambar 4. 48 Hasil Enkripsi dan Dekripsi *File* 176

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Aspek-aspek lisensi yang terkait dengan UUHC No.28 Tahun 2014 10
Tabel 2.2 Kelas Utama pada Sistem Klasifikasi DDC 12
Tabel 2.3 Kelas Utama pada Sistem Klasifikasi UDC 13
Tabel 2.4 Hubungan antar kunci, ukuran blok dan putaran 19
Tabel 2.5 *S-box* untuk proses *SubByte()* 20
Tabel 2.6 *Inverse S-box* untuk proses *InvSubByte*() 24
Tabel 2.7 Tabel *Item Feature* 27
Tabel 2.8 Matrix *User* x *Item* pada Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering* 29
Tabel 2.9 Matriks penilaian dari *dataset* Jester setelah dinormalisasi 34
Tabel 2.10 *User* setiap klaster dengan *centroid* 37
Tabel 2.11 Tetangga terdekat dari *user* 39
Tabel 2.12 Prediksi *rating* dari *user* 39
Tabel 3.1 Tabel S-Box pada Enkripsi AES-128 48
Tabel 3.2 *RoundKey* 49
Tabel 3.3 Enkripsi AES-128 untuk setiap Round 53
Tabel 3.4 Tabel Invers S-Box pada Dekripsi AES-128 57
Tabel 3.5 Dekripsi AES-128 untuk setiap Round 59
Tabel 3.6 Contoh penggunaan matriks penilaian dari dataset BX-SQL setelah nomalisasi 63
Tabel 3.7 Hasil clustering secara acak 63
Tabel 3.8 Hasil perhitungan nilai setiap pola 64
Tabel 3.9 Tabel inisialisasi matriks pemisahan *Fuzzy* 66
Tabel 3.10 Tabel hasil perhitungan nilai anggota klaster v 66
Tabel 3.11 Tabel rincian perhitungan nilai r 67
Tabel 3.12 Matriks pemisahan *Fuzzy* setelah perbaikan 68
Tabel 3.13 Kesamaan antara *member* U1 dan klaster Cu 69
Tabel 3.14 Hasil perhitungan kesamaan *user* 70
Tabel 3.15 Hasil penilaian akhir setiap *item* 70
Tabel 3.16 Urutan setiap *item* yang akan direkomendasikan 70
Tabel 3.17 Aktor pada *Use-Case* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web* 73

Tabel 3.18 *Use-Case* pada *Use-Case* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis 73
Tabel 3.19 Narasi *Use-case Login* 74
Tabel 3.20 Narasi *Use-case* Melakukan Verifikasi *Member* 75
Tabel 3.21 Narasi *Use-Case* Mengelola *List* Data *Member* 76
Tabel 3.22 Narasi *Use-Case* Mengelola Data Pustaka 76
Tabel 3.23 Narasi *Use-Case* Mengelola Transaksi Peminjaman 77
Tabel 3.24 Narasi *Use-Case* Melihat Laporan Peminjaman 77
Tabel 3.25 Narasi *Use-Case* Melakukan Enkripsi *File* Buku Digital 78
Tabel 3.26 Narasi *Use-Case* Mendapat Rekomendasi Buku Digital dari Algoritma MFCM .. 79
Tabel 3.27 Narasi *Use-Case* Meminjam Buku Digital 79
Tabel 3.28 Narasi *Use-Case* Memperpanjang Peminjaman Buku Digital 80
Tabel 3.29 Narasi *Use-Case* Membaca Buku Digital 80
Tabel 3.30 Narasi *Use-Case* Memberi *Review* Buku Digital 81
Tabel 3.31 Narasi *Use-Case* Mendaftar Sebagai *Member* 82
Tabel 3.32 Narasi *Use-Case* Mendapat Rekomendasi Buku Digital Populer 82
Tabel 3.33 Narasi *Use-Case* Melihat Daftar Buku Digital 83
Tabel 3.34 Narasi *Use-Case* Melihat Rincian Buku Digital 83
Tabel 3.35 Narasi *Use-Case* Menyaring Buku Digital 84
Tabel 3.36 Narasi *Use-case* Mengedit Profil *Member* 84
Tabel 3.37 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional dengan Kerangka PIECES 85
Tabel 3.38 Relasi antara entitas pada ERD 122
Tabel 3. 39 Struktur Tabel *Member* 125
Tabel 3.40 Struktur Tabel *Admin* 125
Tabel 3.41 Struktur Tabel Buku 126
Tabel 3.42 Struktur Tabel *Rating* 126
Tabel 3.43 Struktur Tabel Ulasan 126
Tabel 3.44 Struktur Tabel Transaksi Meminjam 127
Tabel 3.45 Struktur Tabel Pengembalian 127
Tabel 3.46 Struktur Tabel Laporan 127
Tabel 4.1 Data awal pengujian 10 *member* terhadap 30 *item* 161
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 1 (U1) 162

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 2 (U2) 163
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 3 (U3) 163
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 4 (U4) 164
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 5 (U5) 164
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 6 (U6) 165
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 7 (U7) 165
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 8 (U8) 166
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 9 (U9) 167
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 10 (U10) 167
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 11 (U11) 168
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 12 (U12) 168
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 13 (U13) 169
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 14 (U14) 169
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 15 (U15) 170
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 16 (U16) 171
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 17 (U17) 171
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 18 (U18) 172
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 19 (U19) 172
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 20 (U20) 173
Tabel 4.22 Pengujian halaman user 177
Tabel 4.23 Pengujian halaman *member* yang belum memberikan *rating* 179
Tabel 4.24 Pengujian halaman *member* yang telah memberikan *rating* 180
Tabel 4.25 Pengujian halaman board member yang belum meminjam buku 182
Tabel 4.26 Pengujian halaman board member yang telah meminjam buku namun belum memberikan rating 182
Tabel 4. 27 Pengujian halaman board member yang telah meminjam buku dan telah memberikan rating 183
Tabel 4. 28 Pengujian board admin 185

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: LISTING PROGRAM 195
Lampiran 2: DAFTAR RIWAYAT HIDUP 231

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpustakaan digital (*electronic library / E-Library*) pada umumnya mengalami permasalahan dalam membatasi akses menyunting, menggandakan ataupun pendistribusian informasi pada dokumen elektronik yang berakibat adanya aksi pelanggaran hak cipta terhadap konten digital yang terdapat di dalamnya (Sismanto, 2008). Oleh karena itu, diperlukan mekanisme untuk menjaga informasi pada dokumen elektronik. Pendekatan yang dapat digunakan adalah menerapkan DRM (*Digital Rights Management*) pada dokumen elektronik (Agus Kurniawan, 2008). *Digital Rights Management* (DRM) adalah sistem yang digunakan untuk membatasi akses, distribusi, serta penggunaan suatu konten digital (Katulić et al, 2013). Dalam pengamanan data, *Digital Rights Management* (DRM) dapat menggunakan metode enkripsi *Advanced Encryption Standard* (AES), MD2, MD4, MD5, SHA, RC4, Base64 dan *Digital Watermarking*, namun diantara metode enkripsi tersebut, AES direkomendasikan untuk pengamanan data pada DRM (Martinus Mujur Rose et al, 2014). *Advanced Encryption Standard* (AES) merupakan algoritma kriptografi yang umum digunakan untuk mengamankan *file* dokumen digital karena dengan enkripsi menggunakan *cipher* yang berorientasi pada bit, sehingga memungkinkan untuk implementasi algoritma yang efisien ke dalam *software* dan *hardware* (Fresly Nandar Pabokory et al, 2015).

Selain keamanan data, sistem rekomendasi telah banyak digunakan oleh hampir sebagian besar bisnis area dimana konsumen perlu membuat suatu keputusan atau rekomendasi pilihan dari informasi yang disediakan (Sharda, N., 2010). Perpustakaan digital sebagai perpustakaan yang mempunyai beragam koleksi buku yang sebagian besar dalam bentuk format digital dan biasa diakses dengan komputer terkadang membuat pengguna menghadapi kesulitan dalam menemukan referensi bacaan yang memiliki konten serupa dan dapat saling melengkapi (Kevin Gunawan, 2015). Oleh karena itu, perpustakaan digital membutuhkan sistem rekomendasi buku yang disarankan atau satu alternatif terbaik yang dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan buku yang sesuai dengan kebutuhan, dan keinginan *user* (Nency Nurjannah et al., 2015). Salah satu sistem rekomendasi yang paling sederhana dan umum digunakan yaitu *K-Means* yang merupakan metode *clustering* dengan kemampuan mengelompokkan data dalam jumlah yang cukup besar dengan waktu komputasi yang cepat dan efisien (E Irwansyah dan M Faisal, 2015). Namun, *K-means* mempunyai kelemahan pada pembangkitan titik pusat awal secara acak dimana nilai titik pusat yang diberikan di awal bisa

mempengaruhi hasil pengelompokkan apabila nilainya berbeda, hasil pengelompokkan bersifat tidak unik (selalu berubah-ubah) dan proses pengelompokkan data dalam jumlah besar cepat tetapi keakuratannya tidak dijamin (Ade Bastian et al, 2018). Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka dapat menggunakan metode *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) yaitu pengembangan dari *Fuzzy C-Means* (FCM) konvensional. *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) digunakan sebagai metode rekomendasi karena algoritma ini mampu menentukan *centroid* (titik pusat data) bahkan jika jarak dari titik pusat data adalah nol (Subhash K. Shinde et al, 2011). Metode *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) memiliki dua fase utama dalam menentukan *set* rekomendasi yang akan direkomendasikan ke *user* yaitu fase pertama proses normalisasi data dan pengelompokkan, pendapat *user* dikumpulkan dalam bentuk matriks penilaian *item-user* sehingga menghasilkan matriks normalisasi penilaian. Fase kedua yaitu fase rekomendasi melalui *Hybrid Filtering* (*Content-based Filtering* dan *Collaborative Filtering*) yang mana penilaian dari *user* akan digabungkan dengan penilaian dari *set* tetangga terdekat. Kemudian *set* rekomendasi akan ditentukan berdasarkan *item* yang memiliki penilaian tertinggi sebagai *set* rekomendasi yang akan direkomendasikan ke *user* (Subhash K. Shinde et al, 2011).

Berdasarkan uraian di atas, maka dikembangkan suatu aplikasi yang dapat memberikan rekomendasi buku digital dan melindungi hak cipta serta mencegah pembajakan dokumen digital dan dituangkan dalam tugas akhir dengan judul **"IMPLEMENTASI SISTEM REKOMENDASI *MODIFIED FUZZY C-MEANS* (MFCM) PADA *E-LIBRARY* MENGGUNAKAN *DIGITAL RIGHTS MANAGEMENT* (DRM) BERBASIS *MOBILE* DAN *WEB***".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahan sehingga perlu dilakukan penelitian ini adalah:

1. Perpustakaan digital memiliki kelemahan dalam membatasi akses pengguna terhadap informasi pada dokumen elektronik sehingga timbulnya pelanggaran hak cipta.
2. Pengguna tidak mendapat buku yang disarankan atau rekomendasi yang dapat menjadi pertimbangan dalam menentukan buku yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna.

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut.

1. Melindungi hak cipta dan mencegah pembajakan digital (*digital piracy*), akses dan penggunaan ilegal terhadap informasi dokumen elektronik dengan menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) pada dokumen elektronik di perpustakaan digital.
2. Mengembangkan aplikasi perpustakaan digital dengan penerapan sistem rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) untuk memberikan rekomendasi dalam menentukan buku yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna.

1.4 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari tugas akhir ini yaitu sebagai berikut.

1. Hasil penerapan *Digital Rights Management* (DRM) dapat mengatasi permasalahan terkait pengaturan akses dan distribusi materi digital.
2. Hasil penerapan *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) dapat memberikan rekomendasi buku digital yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pengguna.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Parameter yang digunakan pada sistem rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) yaitu *rating* yang diberikan oleh *member* lain yang telah meminjam buku digital dan juga *rating* yang diberikan *member* yang saat ini sedang aktif, sedangkan ulasan (*review*) tidak mempengaruhi rekomendasi buku digital.
2. *Member* akan mendapatkan rekomendasi secara *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) apabila *member* telah melakukan *rating* minimal satu kali. Sedangkan untuk mendapatkan rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) *member* dan *user* tidak perlu melakukan *rating*.
3. Pada penerapan *Digital Rights Management* (DRM), teknik enkripsi yang digunakan adalah algoritma kriptografi *Advanced Encryption Standard* (AES) menggunakan *key* dengan panjang 128 bit.

4. Kriteria aturan *Digital Rights Management* (DRM) tentang penggunaan materi data digital pada aplikasi yang akan dikembangkan pada Tugas Akhir ini yaitu batas akhir penggunaan buku yaitu 1 Minggu (7 Hari) menggunakan model bisnis meminjam (*rental*) dengan ketentuan maksimal jumlah peminjaman aktif setiap *user* adalah 4 (empat) buku.
5. Format dokumen yang digunakan pada perpustakaan digital berupa *file Electronic Publication* (EPUB) dengan ukuran maksimal 1 (satu) *file* *.epub untuk Enkripsi AES – 128 bit adalah 3 MB (Megabyte).
6. *Mobile application* sebagai produk dari Tugas Akhir ini hanya dapat dipasang pada *smartphone* dengan *operating system* Android versi Lollipop 5.0+.
7. Jumlah aktor dalam sistem yaitu 3 (tiga), tediri dari *Admin*, *Member dan User* (aktor yang belum mendaftar ke dalam sistem) dengan akses masing-masing aktor yaitu sebagai berikut. *Admin*: 1). Mengelola data buku digital; 2). Mengelola peminjaman buku digital; 3). Melakukan enkripsi dokumen buku digital; 4). Melakukan verifikasi *member* terdaftar; 5). Mengelola laporan, *Member*: 1). Mendapat rekomendasi buku digital dari algoritma MFCMHPRS; 2). Mencari, meminjam, membaca, mengembalikan dan memperpanjang buku digital; 3). Memberi *rating* dan *review* buku digital yang telah dipinjam, *User*: 1). Mendapat rekomendasi buku digital dari algoritma MFCM; 2). Mencari dan melihat rincian buku digital; 3). Melakukan pendaftaran pada sistem.
8. *Dataset* diperoleh dari *Institut für Informatik, Universität Freiburg* yang berisi *metadata* produk buku pada *the Book-Crossing community* pada Agustus 2004 yang dikumpulkan oleh Cai-Nicolas Ziegler (http://www2.informatik.uni-freiburg.de/~cziegler/BX/). Dataset terdiri dari 3 *file* yaitu *file BX-Book-Rating* (.csv/.sql) dengan attribut *User-ID*, *ISBN*, *Book-Rating*, *file BX-Books* (.csv/.sql) dengan attribut *ISBN*, *Book-Tittle*, *Book-Author*, *Year-Of-Publication*, *Publisher*, *IMG*, dan *file BX-Users* (.csv/.sql) dengan atribut *User-ID*, *Location*, dan *Age* dengan jumlah 1.149.780 *metadata*.

1.6 Metodologi Pengembangan Sistem

Metodologi yang digunakan dalam pengembangan sistem ini yaitu dengan model *Waterfall*. *Waterfall* merupakan metodologi pengembangan sistem yang sekuensial sehingga menghasilkan kualistas sistem yang baik dan dokumen pengembangan sistem yang terorganisir,

karena setiap fase harus terselesaikan dengan lengkap sebelum melangkah ke fase berikutnya, yaitu sebagai berikut.

1 Analisis Proses

Melakukan perhitungan secara manual untuk algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) - 128 bit dan *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System (MFCMHPRS)* yang digunakan berserta contoh kasus atau angka yang sederhana disajikan secara langkah demi langkah, serta menggunakan *Flowchart* untuk menganalisis proses *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) dan *Digital Rights Management* (DRM).

2 Analisis kebutuhan

Melakukan analisis kebutuhan fungsional, dan kebutuhan *non*-fungsional. Untuk kebutuhan fungsional menggunakan *use-case*, kebutuhan *non*-fungsional memanfaatkan *Performance, Information, Economy, Control, Efficiency, Service* (PIECES).

3 Perancangan

Melakukan perancangan tampilan Meggunakan *software prototype Graphical User Interface* (GUI) MockFlow Wireframe Pro versi 2.0 dan pemodelan basis data menggunakan Microsoft Visio versi 2016 yang akan diimplementasikan ke dalam basis data menggunakan *server* MySQL.

4 Implementasi

Melakukan penulisan kode program menggunakan bahasa pemrograman Java untuk aplikasi *mobile* dan *PHP Hypertext Preprocessor* (PHP) untuk aplikasi *web*. *Tool* dan *library* yang digunakan dalam proses membangun aplikasi ini adalah:

a. Framework CodeIgniter versi 3.1.9.
b. Bootstrap CSS framework versi 4.2.1.
c. WampServer Versi versi 3.17.
d. Android Studio versi 3.2.1.
e. Emulator Android Lollipop 5.0 +.
f. Library E-Reader EPUB.js Futurepress

5 Pengujian

Pengujian *software* diperlukan untuk memastikan perangkat lunak yang dibuat dapat berjalan sesuai dengan fungsionalitasnya.

a. Pengujian sistem rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System (MFCMHPRS)* menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE).

Pengujian dengan *Mean Absolute Error* (MAE) digunakan untuk mengukur keakuratan nilai rekomendasi dimana nilai dari hasil pengujian pada sistem rekomendasi akan menjadi parameter akurat atau tidaknya rekomendasi yang diberikan.

b. Proses pengujian penerapan *Advanced Encryption Standard* (AES) pada aplikasi meliputi proses enkripsi dan dekripsi dengan format *Electronic Publication* (EPUB) dengan ukuran *file* yang berbeda, dan ukuran *file* yang dihasilkan dari proses enkripsi (menghasilkan *file* *. *encrypted*)

c. Pengujian spesifikasi fungsional dari aplikasi perpustakaan digital menggunakan *Black Box Testing* untuk menguji perangkat lunak secara fungsional agar mengeluarkan hasil yang sesuai dengan yang di harapkan.

6 Menarik kesimpulan dari hasil pengujian

Penarikan kesimpulan diambil berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dokumen Digital

Dokumen adalah sebuah tulisan yang memuat data dan informasi. Biasanya, dokumen ditulis di kertas dan informasinya ditulis memakai tinta baik menggunakan tangan atau melalui media elektronik. Dokumen merupakan suatu sarana transformasi informasi dari satu orang ke orang lain atau dari suatu kelompok ke kelompok lain. Dokumen meliputi berbagai kegiatan yang diawali dengan bagaimana suatu dokumen dibuat, dikendalikan, diproduksi, disimpan, didistribusikan, dan digandakan. Dokumen sangat penting, baik dalam kehidupan sehari-hari, organisasi, maupun bisnis (Hariyanto, 2009).

Dokumen digital merupakan setiap informasi elektronik yang dibuat, diteruskan, dikirimkan, diterima, atau disimpan dalam bentuk analog, digital, elektromagnetik, optikal, atau sejenisnya, yang dapat dilihat, ditampilkan dan didengar melalui komputer atau sistem elektronik tetapi tidak terbatas pada tulisan, suara atau gambar, peta, rancangan, foto atau sejenisnya, huruf, tanda, angka, kode akses, simbol yang memiliki makna atau dapat dipahami oleh orang yang mampu memahaminya (Hariyanto, 2009).

Dokumen digital dapat dihasilkan dengan menggunakan aplikasi pengolah kata (*word processor*) seperti Microsoft Word, Notepad atau OpenOffice untuk menghasilkan sebuah berkas komputer dengan format yang berbeda-beda sesuai dengan aplikasi pengolah kata yang digunakan.

2.1.1 Proses Digitalisasi Dokumen

Pengelolaan dokumen elektronik yang baik dan terstruktur adalah bekal penting dalam pembangunan sistem perpustakaan digital (Y. Widayanti, 2015). Proses pengelolaan dokumen elektronik memiliki beberapa tahapan yang dapat dirangkum dalam proses digitalisasi, penyimpanan dan pengaksesan kembali dokumen yaitu sebagai berikut.

1. Proses Digitalisasi Dokumen

   Proses perubahan dari dokumen tercetak (*printed document*) menjadi dokumen elektronik sering disebut dengan proses digitalisasi dokumen. Dokumen mentah (jurnal, prosiding, buku, majalah) diproses dengan sebuah alat pemindai untuk menghasilkan dokumen elektronik. Proses digitalisasi dokumen ini tentu tidak diperlukan lagi apabila dokumen elektronik sudah menjadi standar dalam proses dokumentasi sebuah organisasi.

2. Proses Penyimpanan

   Pada tahap ini dilakukan proses penyimpanan dimana termasuk di dalamnya adalah pemasukan data (*data entry*), *editing*, pembuatan indeks dan klasifikasi berdasarkan subjek dari dokumen. Klasifikasi bisa menggunakan *Universal Decimal Classification* (UDC) atau *Dewey Decimal Classification* (DDC) yang banyak digunakan di perpustakaan di Indonesia. Ada dua pendekatan dalam proses penyimpanan, yaitu pendekatan basis *file* (*file base approach*) dan pendekatan basis data (*database approach*).

3. Proses Pengaksesan dan Pencarian Kembali Dokumen

   Pada tahap ini dilakukan pencarian kembali terhadap dokumen yang telah kita simpan. Metode pengaksesan dan pencarian kembali dokumen akan mengikuti pendekatan proses penyimpanan yang dipilih. Pendekatan *database* membuat proses ini lebih fleksibel dan efektif untuk dilakukan, terutama untuk penyimpanan data skala besar. Di sisi lain, kelemahannya adalah relatif lebih rumitnya sistem dan proses yang harus lakukan karena sifat pendekatan *database* yang memiliki kebebasan terhadap data, dengan data yang sama bisa membuat *interface* ke berbagai aplikasi lain baik yang berbasis *standalone* maupun *web*.

2.1.2 Format *File* Dokumen Digital

Format *file* menentukan bagaimana informasi data direpresentasikan dalam suatu *file*. Informasi tersebut meliputi ada tidaknya kompresi, program aplikasi (*feature*) yang didukung, penggunaan enkripsi, dan lain-lain. Tiap format *file* memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Dalam sistem operasi Microsoft Windows 10, format *file* dapat dibedakan dari namanya yaitu diakhiri titik dan diikuti tiga atau empat huruf terakhir sebagai penanda format.

Format *file* dokumen digital memungkinkan *publisher* dan pengembang perangkat lunak untuk menggunakan satu format yang dapat dibaca diperangkat manapun dan menggunakan berbagai *software* pembaca buku digital. Adapun beberapa jenis format dokumen digital yang sering dijumpai pada komputer yaitu sebagai berikut.

1. *.rtf* (*Rich Text Format*)

   Merupakan format dokumen yang dibuat oleh Microsoft, yang dibuat berdasarkan spesifikasi *Document Content Architecture* (DCA) yang dibuat oleh IBM untuk *System Network Architecture* (SNA) (microsoft.com, 2004). RTF dapat digunakan untuk mentransfer dokumen teks terformat antar aplikasi, baik itu di dalam satu platform atau platform yang berbeda seperti IBM PC dan Macintosh. Format RTF menggunakan standar

pengkodean *ANSI*, *ASCII*, *PC-8*, *Macintosh*, *Unicode* atau *IBM PC Character Set* untuk mengontrol representasi dan pemformatan dari sebuah dokumen, baik itu ketika ditampilkan di layar ataupun ketika dicetak di atas kertas.

2. *.doc* (*Document*)

   Merupakan sebuah ekstensi berkas untuk aplikasi pengolah kata yang terdapat di *Microsoft Word Binary File Format* (msdn.microsoft.com, 2012).

3. *.pdf* (*Portable Document Format*)

   Merupakan format *file* yang dibuat oleh Adobe System untuk keperluan pertukaran dokumen digital. Format PDF digunakan untuk merepresentasikan dokumen dua dimensi yang meliputi teks, huruf, citra dan grafik vektor dua dimensi. Format berkas PDF dapat dilengkapi dengan label XML, teks ekuivalen, perbesaran teks visual, penambahan fasilitas *audio*/suara, dan sebagainya. Berkas PDF dapat disandikan sehingga untuk dapat membuka atau mengeditnya diperlukan kata kunci tertentu. Penyandian berkas PDF dilakukan dalam dua tingkat, yakni 40-bit dan 128-bit dengan menggunakan sistem sandi kompleks RC4 dan MD5. Berkas PDF juga dapat diberi pembatasan *Digital Rights Management* (DRM) untuk membatasi aktivitas penggandaan, penyuntingan, maupun pencetakan berkas tersebut (adobe.com, 2007).

4. *.epub* (*electronic publication*)

   Merupakan format *file* standar terbuka untuk buku digital yang di standarisasi oleh *International Digital Publishing Forum* (IDPF), sebuah asosiasi bagi industri penerbitan digital. Dokumen EPUB terdiri dari *file* berisi *MIME Type* yang menjelaskan isi dari dokumen. Kemudian, ada sebuah folder OEBPS yang merupakan isi dari buku termasuk informasi tentang navigasinya. Folder yang lain adalah *Meta Inf* yang merupakan kontainer *file XML* merujuk kepada sistem operasi dari isi buku (DD Prasetya, 2016).

2.1.3 Hak Cipta pada Dokumen Digital

Hak cipta adalah hak eksklusif pencipta yang timbul secara otomatis berdasarkan prinsip deklaratif setelah suatu ciptaan diwujudkan dalam bentuk nyata tanpa mengurangi pembatasan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan (UUHC No.28 Tahun 2014). Hak eksklusif adalah hak yang hanya diperuntukkan bagi pencipta, sehingga tidak ada pihak lain yang dapat memanfaatkan hak tersebut tanpa izin pencipta. Dalam hak eksklusif ini, selain pencipta dapat memperoleh hak ekonomi. Terdapat 4 hak eksklusif yang dianggap wajar

oleh hak cipta, yaitu: 1) hak moral pelaku pertunjukan; 2) hak ekonomi pelaku pertunjukan; 3) prod*user* fonogram; dan 4) lembaga penyiaran.

Pemilik hak cipta terdiri atas: 1) penulis atau penulis karya lebih dari satu; 2) pemilik badan hukum penerbit karya; 3) orang atau badan (kemitraan atau korporasi) yang diberi hak cipta eksklusif dari penulis (Fishman, 2011). Untuk menghindari terjadinya pelanggaran hak cipta, maka penulis harus mencantumkan simbol "©" sebagai identitas kepemilikan pengarang dan bukti klaim jika ada pelanggaran. Tanda "©" tersebut mengandung tiga unsur yaitu sebagai berikut (Wilson, 2005).

1. Kata "*copyright*", bermakna "hak cipta", bukan "cipta". Istilah *copyright* disingkat "*copr.*," dengan simbol © (perekaman, simbol).
2. Tahun "publikasi pertama" dari ciptaan. Publikasi untuk kompilasi atau karya turunan, tahun publikasi pertama dari kompilasi atau karya turunan harus dicantumkan. Tetapi, untuk tahun-tanggal publikasi pertama dapat dihilangkan dari hak cipta.
3. Nama pemilik hak cipta, baik berupa nama singkatan atau nama alternatif (pemilik hak cipta yang dikenal).

Undang - Undang Hak Cipta (UUHC) Republik Indonesia No. 28 Tahun 2014 Pasal 27 (a3) menjelaskan bahwa "Penggandaan tulisan secara reprografi yang telah dilakukan pengumuman, diringkas, atau dirangkum untuk memenuhi permintaan seseorang dengan syarat tidak ada lisensi yang ditawarkan oleh lembaga manajemen kolektif kepada perpustakaan atau lembaga arsip sehubungan dengan bagian yang digandakan". Lembaga manajemen kolektif adalah institusi yang berbentuk badan hukum nirlaba yang diberi kuasa oleh pencipta, pemegang hak cipta, atau pemilik hak terkait guna mengelola hak ekonominya dalam bentuk menghimpun dan mendistribusikan royalti. Aspek-aspek lisensi yang terkait dengan UUHC No.28 Tahun 2014 yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.1 Aspek-aspek lisensi yang terkait dengan UUHC No.28 Tahun 2014
(Wahid Nashihuddin dan Dwi Ridho Aulianto, 2015)

No.	Aspek	Pasal	Keterangan
1	Dasar Hukum	80- 86	UU No.28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta BAB XI
2	Kewajiban	80 (1)	Mematuhi perjanjian tertulis yang telah disepakati
3	Masa berlaku	80 (2)	Selama jangka waktu tertentu dan tidak melebihi masa berlaku hak cipta dan hak terkait

4	Royalti	80 (3)	Penerima lisensi berkewajiban memberikan royalti kepada pemilik hak cipta
		80 (5)	Berdasarkan kelaziman praktik dan adil
5	Larangan	82 (1-3)	Merugikan perekonomian negara; bertentangan dengan ketentuan peraturan perundang-undangan; menghilangkan atau mengambil alih seluruh hak pencipta atas Ciptaannya.
6	Lisensi Wajib	84	Lisensi untuk melaksanakan penerjemahan dan/ atatu penggandaan ciptaan dalam bidang ilmu pengetahuan dan sastra yang diberikan berdasarkan keputusan menteri atas dasar permohonan untuk kepentingan pendidikan dan/atau ilmu pengetahuan serta kegiatan penelitian dan pengembangan

Syarat dan ketentuan hak cipta dalam penggunaan objek digital dalam domain publik harus ada pembatasan akses. Pengguna harus diberitahu tentang izin penggunaan informasi dalam skala terbatas untuk mengutip bahan informasi yang diperlukan. Pengelolaan objek digital dalam *metadata* perpustakaan digital juga perlu diperhatikan hak intelektual-nya (*National Information Standards Organization/NISO*, 2007).

2.2 Perpustakaan

Perpustakaan adalah pusat media, belajar, sumber pendidikan, informasi, dokumentasi dan rujukan (Mahmudin, 2006). Secara tradisional perpustakaan adalah sebuah koleksi buku atau majalah yang sebagai media penyimpanan karya tulis, sebagai sumber informasi, sebagai sumber rekreasi, mendukung sarana pendidikan informal, dan fungsi kultural (Bramwell A. Kasaedja et al, 2014).

Perpustakaan mempunyai tugas utama yaitu mengumpulkan informasi, mengolah, menyajikan, dan melayani kebutuhan informasi bagi pemakai perpustakaan. Jadi, perpustakaan berkewajiban mengelola informasi yang dibutuhkan pemakai. Informasi tersebut berupa koleksi berwujud benda tercetak (seperti buku dan majalah) atau juga terekam (seperti kaset, CD, film, dan sebagainya) (Subrata, 2009). Landasan perlunya perpustakaan mengacu pada:

1. Surat Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 0103/0/1981 tentang pokok-pokok kebijaksanaan pembinaan dan pengembangan perpustakaan di Indonesia.
2. Perpustakan Nasional RI. Pedoman Umum Penyelenggaraan Perpustakaan Sekolah Jakarta: Perpustakaan Nasional RI, 2001.
3. Keputusan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Nomor 132/Kep/M.Pan/12/2002, Tentang Jabatan Fungsional Pustakawan dan Angka Kreditnya.

4. Perpustakaan sekolah: petunjuk untuk membina, memakai dan memelihara perpustakaan sekolah oleh Perpustakaan Nasional RI tahun 1992.
5. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2007. Tentang Perpustakaan.

2.2.1 Sistem Klasifikasi Buku pada Perpustakaan

Klasifikasi adalah pengelompokan yang sistematis dari pada sejumlah golongan tertentu berdasarkan ciri-ciri yang sama (Wiji Suwarno, 2010). Dalam klasifikasi bahan pustaka dipergunakan penggolongan berdasarkan isi atau subjek buku, sehingga setiap buku diberi nomor kelas dan buku-buku yang sejenis atau sama menjadi satu kelompok, sedangkan buku-buku yang hampir sejenis disusun berdekatan. Untuk mengklasifikasi buku diperlukan adanya sistem klasifikasi (Upriyadi, 2009). Sistem klasifikasi yang dipakai sebagai pedoman dalam menentukan nomor kelas. Dalam dunia perpustakaan banyak sistem klasifikasi yang diperlukan sebagai pedoman dalam melakukan pengklasifikasian yaitu sebagai berikut.

1. Sistem Klasifikasi *Dewey Decimal Classification* (DDC)

   Dewey Decimal Classification (DDC) adalah sistem pengelompokan koleksi berdasarkan subyek dengan notasi angka (Lasa, 2009). DDC menganut prinsip desimal untuk semua bidang ilmu pengetahuan. Seluruh ilmu pengetahuan dibagi ke dalam 10 kelas utama yang diberi kode 000 sampai 900. Pembagian 10 (sepuluh) kelas utama pada sistem klasifikasi DDC (Upriyadi, 2009) yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.2 Kelas Utama pada Sistem Klasifikasi DDC
(Sumber: Upriyadi, 2009)

No.	Kode	Nama Klasifikasi
1	000	Karya Umum (*Generalities*)
2	100	Filsafat & Psikologi (*Philosophy & Psychology*)
3	200	Agama (*Religion*)
4	300	Ilmu-ilmu sosial (*Social Sciences*)
5	400	Bahasa (*Language*)
6	500	Ilmu Pengetahuan Alam & Matematika (*Nature Sciences & Mathematics*)
7	600	Teknologi (*Technology / Applied Sciences*)
8	700	Kesenian Seni Rupa dan Dekoratif (*The Arts Fine and Decorative Arts*)
9	800	Kesusasteraan & Retorika (*Literature & Rhetoric*)
10	900	Geografi & Sejarah (*Geography & History*)

Selanjutnya, sistem klasifikasi yang dibuat oleh Melvil Dewey tersebut disebut sebagai kelas utama dengan membagi bidang keilmuan menjadi 10 subjek dalam kelas utama, dari kelas utama ini dibagi lagi menjadi 10 divisi yang ditandai dengan angka kedua di setiap

notasi (Mathar, 2012). setiap kelas utama dibagi lagi secara desimal menjadi sepuluh subkelas (*Division*), misalnya 300 – Ilmu-ilmu sosial (*Social Sciences*); 310 – Kumpulan Statistik Umum (*Collection of General Statistics*), 320 – Ilmu Politik (*Political Science*). Setiap subkelas dapat dibagi lagi menjadi sepuluh seksi dan sub-seksi, sehingga semakin khusus suatu subjek, semakin panjang notasi-nya dan semakin spesifik keilmuan yang dikelompokkan karena banyak angka yang ditambahkan pada notasi dasarnya, dan pembagiannya berlangsung dari umum ke khusus.

2. Sistem Klasifikasi *Universal Decimal Classification* (UCD)

   Universal Decimal Classification (UDC) merupakan penyederhanaan dan perluasan sistem klasifikasi DDC yang disusun oleh *British Standard Institution* (BSI), di bawah pengawasan *International Federation for Documentation* (FID). Sistem klasifikasi ini menggunakan bagan klasifikasi dan sebagai dasar digunakan sistem klasifikasi persepuluhan Dewey dengan perubahan dan perbaikan yang akhirnya melahirkan sistem klasifikasi yang baru yang dikenal dengan *Universal Decimal Classification* (UDC) (Lasa, 2009). Sistem klasifikasi UDC ini juga menggunakan notasi angka dan dibagi menjadi 10 kelas utama yang setiap kelas utama mendapat satu notasi yang kemudian angka-angka ini diperluas lagi untuk menunjukkan subyek umum ke subyek yang lebih khusus yaitu:

Tabel 2.3 Kelas Utama pada Sistem Klasifikasi UDC
(Sumber: Upriyadi, 2009)

No.	Kode	Nama Klasifikasi
1	0	Karya umum, metodologi dokumentasi, kompulan tulisan, dan penyebaran informasi
2	1	Logika, filsafat, metafisika
3	2	Agama, etika, psikologi, teologi
4	3	Ilmu sosial
5	4	Filologi/ bahasa
6	5	Ilmu pengetahuan murni
7	6	Ilmu pengetahuan terapan/teknologi
8	7	Seni,olahraga, arsitektur
9	8	Kesusasteraaan
10	9	Geografi

3. Sistem Klasifikasi *Library of Congress Classification* (LCC)

   Library of Congress Classification (LCC) merupakan sistem klasifikasi yang dikembangkan oleh *Library of Congress* di perpustakaan kongres Amerika Serikat. Sistem klasifikasi ini membagi semua pengetahuan kedalam 21 kelas yang masing-masing

diidentifikasi dengan satu huruf alfabet. Kemudian kelas-kelas alfabet ini dibagi lagi kedalam kelas yang lebih spesifik dalam sub kelas yang diidentifikasi dengan kombinasi dua huruf atau kadang-kadang 3 huruf. Misalnya, N adalah kelas seni dan memiliki sub kelas NA, Arsitektur, NB, Seni Pahat, ND dalam kelas LCC ditentukan dengan indensasi dari bagan. (Raushanfikr, 2008).

2.2.2 E-Library

E-Library / Electronic Libaray adalah sebuah sistem yang memiliki berbagai layanan dan objek informasi yang mendukung akses objek informasi tersebut melalui perangkat digital (Sismanto, 2008). Perpustakaan digital dapat mempermudah pencarian informasi di dalam koleksi objek informasi seperti dokumen, gambar dan *database* dalam format digital dengan cepat, tepat, dan akurat (Gatot Subrata, 2018).

Koleksi perpustakaan digital tidak terbatas pada dokumen elektronik pengganti bentuk cetak saja, ruang lingkup koleksinya sampai pada artefak digital yang tidak bisa digantikan dalam bentuk tercetak. Koleksi menekankan pada isi informasi, jenisnya dari dokumen tradisional sampai hasil penelusuran. Perpustakaan digital melayani mesin, manajer informasi, dan pemakai informasi. Semuanya ini demi mendukung manajemen koleksi, menyimpan, pelayanan bantuan penelusuran informasi.

2.3 Digital Rights Management (DRM)

Digital Rights Management (DRM) adalah istilah yang digunakan untuk mengatur data digital dan memproteksinya dari pengguna yang tidak mempunyai hak akses (*Indicare Project*, 2006). Lingkup dari DRM adalah meliputi enkripsi, identifikasi, *trading*, proteksi, *monitoring* dan *tracking* dari semua bentuk penggunaan hak dari suatu materi digital serta catatan manajemen bagi pemilik hak. DRM juga meliputi teknik, proses, prosedur dan algoritma dari mulai proses penyiapan hingga distribusi yang terhubung dengan suatu infrastruktur dan komputasi yang aman dan terpercaya.

Digital Rights Management (DRM) menyangkut mekanisme untuk perlindungan terhadap berbagai kemungkinan penggunaan materi digital. Dengan DRM, pendistribusian informasi berharga secara digital menjadi mungkin untuk dilakukan tanpa melanggar Hak Kekayaan Intelektual (HaKI). Sistem DRM dirancang untuk melindungi informasi secara persisten sesuai dengan aturan komersial media yang dilindungi tersebut. Dalam hal ini lisensi akan berbentuk *file* data digital yang berisi sejumlah aturan tentang penggunaan materi digital

tersebut. Aturan dapat berupa sejumlah kriteria, misalnya: batas akhir penggunaan (*expiration date*), larangan untuk melakukan transfer ke media lain, dan ijin melakukan *copy*. Kriteria tersebut dapat dikombinasikan sesuai dengan model bisnis yang disepakati, misalnya: meminjam (*rental*), mencoba (*try before use*), membayar per penggunaan (*pay per use*) (Yudi Prayudi, 2004).

DRM melindungi suatu media digital dengan melakukan enkripsi data sehingga media tersebut hanya dapat diakses oleh pihak-pihak yang berkepentingan sehingga media tersebut tidak dapat disebarluaskan secara bebas.

2.3.1 Arsitektur *Digital Rights Management* (DRM)

Arsitektur *Digital Rights Management* (DRM) dapat dibedakan menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut (Renato Iannella, 2001).

1. *Intellectual Property (IP) Asset Creation and Capture*

   Mencakup proses pengelolaan dan pembuatan karya untuk mempermudah proses distribusinya, termasuk juga membuat lisensi karya tersebut ketika pertama kali dibuat.
2. *IP Asset Management*

   Proses yang mengelola pertukaran karya digital, termasuk menerima karya sebagai *input* untuk sistem manajemen karya digital.
3. *IP Asset Usage*

   Mencakup modul yang mengendalikan penggunaan karya digital setelah sampai ke tangan *user*, termasuk batasan pertukaran media digital dari satu komputer ke komputer lainnya.

2.3.2 Teknik *Digital Rights Management* (DRM)

Setiap dokumen elektronik yang telah dibuat dan ingin memproteksi informasi di dalamnya maka dokumen elektronik tersebut dapat dilakukan proses DRM. Proses ini melibatkan enkripsi berbasis *Cryptography* yang mempunyai *public key* dan *private key*. Sistem yang menghasilkan *public* dan *private key* dapat berperan sebagai *license server*. Teknik-teknik yang umum digunakan pada sistem DRM yaitu sebagai berikut (Emilija Arsenova, 2005).

1. Enkripsi

   DRM menggunakan algoritma kriptografi untuk melakukan enkripsi data media digital dengan menggunakan kunci rahasia yang hanya diumumkan kepada pihak-pihak yang berhak saja. Dengan demikian hanya pihak-pihak yang berhak saja yang dapat melakukan dekripsi dan kemudian membaca media digital tersebut. Hal yang terpenting dalam

penggunaan algoritma kriptografi ini adalah cara pembuatan kunci enkripsinya, cara pengiriman kunci tersebut ke pihak yang berhak, cara untuk membatasi waktu penggunaan media digital, dan cara untuk mencegah pencurian kunci dekripsi. Dalam pengamanan data, *Digital Rights Management* (DRM) dapat menggunakan metode enkripsi dengan *Advanced Encryption Standard* (AES), *MD2, MD4, MD5, SHA, RC4, Base64* dan *Digital Watermarking* (Martinus Mujur Rose et al, 2014)

2. Kunci publik/privat

   Teknik ini masih termasuk ke dalam teknik kriptografi yang menggunakan dua kunci yang berbeda, yang disebut kunci publik dan privat. Setiap kunci tersebut dapat digunakan untuk melakukan enkripsi atau dekripsi data. Teknik kriptografi ini disebut sebagai kriptografi asimetrik. Kriptografi asimetrik sangatlah kuat karena dapat menyediakan fungsionalitas yang menambah kepercayaan akan sistem keamanan media, seperti *digital signatures*. Namun, teknik ini membutuhkan komputasi yang kompleks. Oleh karena itu, pada sistem seperti SSL, sistem DRM mengkombinasikan nya dengan kriptografi simetrik yang dikenal dengan nama kriptografi kunci rahasia, yaitu penggunaan kunci yang sama untuk proses enkripsi maupun dekripsi.

3. *Digital Certificates*

   Seperti pada kehidupan nyata di mana seseorang harus menyatakan identitasnya pada suatu transaksi pembayaran, seseorang pun harus membuktikan kebenaran identitas virtualnya di *e-market* dengan menggunakan *digital certificate*. Dengan kata lain, *digital certificate* adalah sarana penghubung antara identitas seseorang yang sebenarnya dengan identitas virtualnya, yang dibuat dengan menggunakan teknik kriptografi yang menghubungkan identitas orang tersebut dengan kunci kriptografi publiknya. Layanan ini disediakan oleh *certificate authority's* yang menjamin bahwa suatu kunci publik adalah milik seseorang yang namanya tercantum pada sertifikatnya.

4. *Watermarking*

   Proses ini menyembunyikan informasi pada suatu sumber data. Penggunaannya biasanya untuk menyimpan cap lisensi sebuah media pada media itu sendiri. Proses *watermarking* harus menjamin bahwa media tempat persembunyian informasi tersebut tidak mengalami penurunan kualitas yang dapat dideteksi oleh indra visual atau *audio* manusia. Dengan demikian hanya informasi mengenai kunci rahasia *watermarking* yang dapat mengekstrak informasi rahasia yang tersembunyi tersebut.

5. Kontrol terhadap akses

   Sistem DRM bukan hanya harus mampu menyediakan mekanisme pencegahan pengopian media, melainkan harus mampu memastikan bahwa media digital tersebut hanya dapat diakses oleh pihak yang berhak saja. Caranya adalah dengan menggunakan teknik enkripsi data.

6. Protokol komunikasi yang aman

   Secure Sockets Layer (SSL) dan *Transport Layer Security* (TLS) adalah protokol kriptografi yang menyediakan mekanisme komunikasi yang aman melalui internet. Protokol ini memungkinkan aplikasi *client/server* untuk berkomunikasi dengan aman tanpa adanya pihak yang ikut memperoleh informasi (*eavesdropping*). *IP Security* (IPsec) adalah standar pada *network layer* yang berfungsi untuk mengamankan komunikasi *IP* dengan cara melakukan enkripsi dan/atau autentikasi terhadap semua paket *IP*.

7. *Fingerprinting*

   Fingerprinting atau penggunaan sidik jari melindungi media digital dengan menyelipkan sidik jari si pembeli pada media tersebut. Metode ini mirip dengan *watermarking*.

8. *Rights specification language*

   Metode ini menyediakan mekanisme untuk mendeskripsikan hak pembuat atau pemasar media digital.

9. Infrastruktur yang dapat dipercaya

   Infrastruktur yang terlibat dalam proses pengiriman, *opening*, *displaying*, dan *disposing* pemaketan media digital dari pemasar sampai ke konsumen harus menyediakan layanan yang dapat dipercaya oleh para konsumen.

10. *Hashing*

    DRM dapat melindungi media digital dari praktek manipulasi dengan menggunakan *one-way hash function*. Masukan fungsi ini berupa media digital dan keluarannya berupa *message digest*. Perubahan sedikit saja pada sebuah media digital akan menghasilkan *message digest* yang sangat berbeda pula. Oleh karena itu, jika seorang konsumen ingin mengecek keabsahan suatu media digital, maka yang perlu dilakukannya hanyalah menggunakan *one-way hash function* ini untuk melihat apakah *message digest* yang dihasilkannya sama dengan yang diberikan oleh pembuat aslinya.

2.4 Algoritma Advanced Encryption Standard (AES)

Advanced Encryption Standard (AES) merupakan algoritma simetris yaitu menggunakan kunci yang sama untuk proses enkripsi dan dekripsi (Voni Yuniati et al, 2009). Pada *Digital Rights Management* (DRM), AES merupakan algoritma kriptografi yang umum digunakan untuk mengamankan *file* dokumen digital karena dengan mengenkripsi-nya menggunakan *cipher* yang berorientasi pada bit, sehingga memungkinkan untuk implementasi algoritma yang efisien ke dalam *software* dan *hardware* (Fresly Nandar Pabokory et al, 2015). Algoritma AES memiliki tiga pilihan kunci yaitu tipe: AES-128, AES-192 dan AES-256. Masing-masing tipe menggunakan kunci internal yang berbeda yaitu *round key* untuk setiap proses putaran. Proses putaran enkripsi AES-128 dikerjakan sebanyak 10 kali (a=10), yaitu sebagai berikut.

1. *Addroundkey*
2. Putaran sebanyak a-1 kali, proses yang dilakukan pada setiap putaran adalah: *SubBytes*, *ShiftRows*, *MixColumns*, dan *AddRoundKey*.
3. *Final round*, adalah proses untuk putaran terakhir yang meliputi *SubBytes*, *ShiftRows*, dan *AddRoundKey*.

Sedangkan pada proses dekripsi AES-128, proses putaran juga dikerjakan sebanyak 10 kali (a=10), yaitu sebagai berikut.

1. *Addroundkey*
2. Putaran sebanyak a-1 kali, dimana pada setiap putaran dilakukan proses: *InverseShiftRows*, *InverseSubBytes*, *AddRoundKey*, dan *InverseMixColumns*.
3. *Final round*, adalah proses untuk putaran terakhir yang meliputi *InverseShiftRows*, *InverseSubBytes*, dan *AddRoundKey*.

Pada enkripsi dan dekripsi AES-128 proses putaran dikerjakan 10 kali (a=10), AES-192 proses putaran dikerjakan 12 kali (a=12), sedangkan untuk AES-256 proses putaran dikerjakan 14 kali (a=14).

2.4.1 Pembentukan Kunci AES

Pada algoritma AES, panjang blok *input*, blok *output* dan *State* adalah 128 bit yang direpresentasikan dengan Nb=4 yang mana menunjukkan jumlah *word* pada *State*, sedangkan panjang kunci “K” adalah 128, 192, atau 256 bit. Panjang kunci direpresentasikan dengan Nk=4, 6, atau 8 yang menunjukkan jumlah *word* pada kunci (FIPS 197, 2001).

Jumlah putaran pada algoritma AES tergantung pada ukuran kuncinya. Jumlah putaran direpresentasikan dengan Nr, dimana Nr = 10 jika Nk=4, Nr = 12 jika Nk=6, dan Nr = 14 jika Nk=8. Hubungan ukuran kunci, ukuran blok dan putaran yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.4 Hubungan antar kunci, ukuran blok dan putaran

Sumber: (FIPS 197, 2001)

TIPE AES	Ukuran Kunci (Nk *word*)	Ukuran Blok (Nb *word*)	Jumlah Putaran (Nr)
AES-128	4	4	10
AES-192	6	4	12
AES-256	8	4	14

Pada algoritma AES, *key expansion* menghasilkan sebanyak Nb(Nr+1) *wordkey schedule*. *Key Schedule* terdiri dari sebuah *array* 8-*byte* yang dinotasikan dengan[w_i] dimana *i* berkisar pada range $0 \leq i <$Nb(Nr+1). Fungsi-fungsi yang digunakan pada *key expansion* yaitu sebagai berikut.

1. *SubWord*

   Fungsi ini melakukan subtitusi terhadap *input* yang terdiri atas 4 *byte* dengan tabel subtitusi (*S-box*). Subtitusi dilakukan secara *byte* per *byte*.

2. *RotWord*

   Fungsi ini melakukan permutasi memutar (*cycle permutation*) terhadap *input* [a_0, a_1, a_2, a_3] sehingga diperoleh *output* [a_1, a_2, a_3, a_0].

   Contoh : *RotWord*(09cf4f3c) => (cf4f3c09)

3. *RCon[i]*

   Nilai *Rcon*[i] diperoleh dengan ketentuan [x^{i-1},{00},{00},{00}], dimana *x* bernilai {02} dalam bentuk heksadesimal.

   Contoh : *Rcon*[1] = [02^{1-1},{00},{00},{00}]

   =[02^0,{00},{00},{00}]

   =[01000000]

   Langkah-langkah yang dilalui pada *key expansion* yaitu :

   a. Membagi kunci menjadi blok-blok dimana masing-masing blok terdiri atas 1 *word* (32 bit). Untuk ukuran kunci 128 bit terdapat 4 *word* (w[0], ..., w[3]), untuk ukuran

kunci 192 bit terdapat 6 *word* (w[0], ..., w[5]), dan untuk ukuran kunci 256 bit terdapat 8 *word* (w[0], ..., w[7]).

b. Untuk nilai *i* dengan *range* Nk≤*i*<Nb(Nr+1), carilah w[*i*] dengan ketentuan yaitu sebagai berikut.

   i. Jika (i *mod* Nk) ≠ 0 dan (i *mod* Nk) ≠ 4 maka w[*i*]=w[*i*-Nk] ⊕ w[*i*-1]. Jika (i *mod* Nk) = 0 maka, w[*i*] = w[*i*-Nk] ⊕ (*SubWord*(*RotWord* (w[*i*-1])) ⊕ *Rcon* [*i*/Nk])

   ii. Jika (*i mod* Nk) = 4 maka w[*i*]=w[*i*-Nk] ⊕ *SubWord* (w[*i*-1]) Subkunci (*roundkey*) diperoleh dengan ketentuan:

   Subkunci (*i*) = (w[*i*∗4], w[*i*∗4+1], w[*i*∗4+2], w[*i*∗4+3]) ; untuk 0 ≤ *i* ≤ Nr

2.4.2 Enkripsi AES

Pada proses enkripsi, Algoritma AES menggunakan empat transformasi yang berbeda yaitu sebagai berikut.

1. SubByte

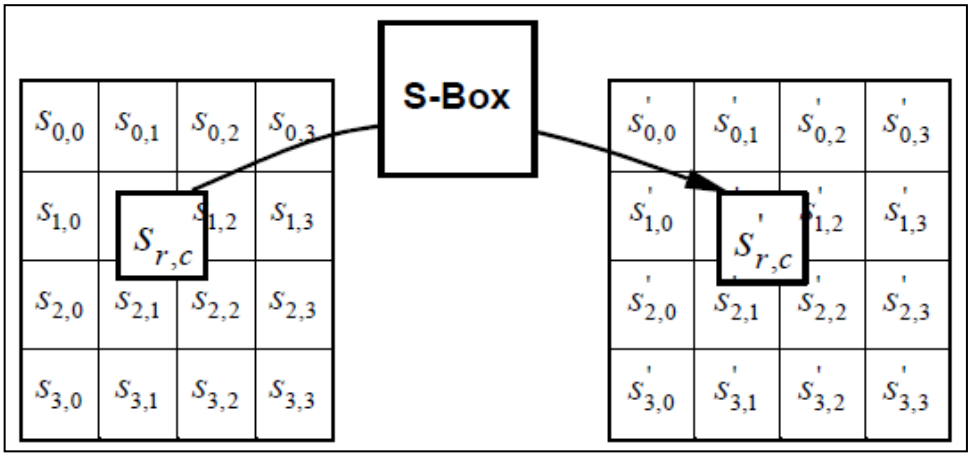
Merupakan subtitusi *byte* yang beroperasi terhadap setiap *byte* pada *State* dengan menggunakan tabel subtitusi (*S-box*) yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.5 *S-box* untuk proses *SubByte()*

Sumber: (FIPS 197, 2001)

S		C															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
r	0	63	7C	77	7B	F2	6B	6F	C5	30	01	67	2B	FE	D7	AB	76
	1	CA	82	C9	7D	FA	59	47	F0	AD	D4	A2	AF	9C	A4	72	C0
	2	B7	FD	93	26	36	3F	F7	CC	34	A5	E5	F1	71	D8	31	15
	3	04	C7	23	C3	18	96	05	9A	07	12	80	E2	EB	27	B2	75
	4	09	83	2C	1A	1B	6E	5A	A0	52	3B	D6	B3	29	E3	2F	84
	5	53	D1	00	ED	20	FC	B1	5B	6A	CB	BE	39	4A	4C	58	CF
	6	D0	EF	AA	FB	43	4D	33	85	45	F9	02	7F	50	3C	9F	A8
	7	51	A3	40	8F	92	9D	38	F5	BC	B6	DA	21	10	FF	F3	D2
	8	CD	0C	13	EC	5F	97	44	17	C4	A7	7E	3D	64	5D	19	73
	9	60	81	4F	DC	22	2A	90	88	46	EE	B8	14	DE	5E	0B	DB
	A	E0	32	3A	0A	49	06	24	5C	C2	D3	AC	62	91	95	E4	79
	B	E7	C8	37	6D	8D	D5	4E	A9	6C	56	F4	EA	65	7A	AE	08
	C	BA	78	25	2E	1C	A6	B4	C6	E8	DD	74	1F	4B	BD	8B	8A
	D	70	3E	B5	66	48	03	F6	0E	61	35	57	B9	86	C1	1D	9E
	E	E1	F8	98	11	69	D9	8E	94	9B	1E	87	E9	CE	55	28	DF
	F	8C	A1	89	0D	BF	E6	42	68	41	99	2D	0F	B0	54	BB	16

Transformasi *SubByte()* yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.1 Transformasi *SubByte()* pada *State*

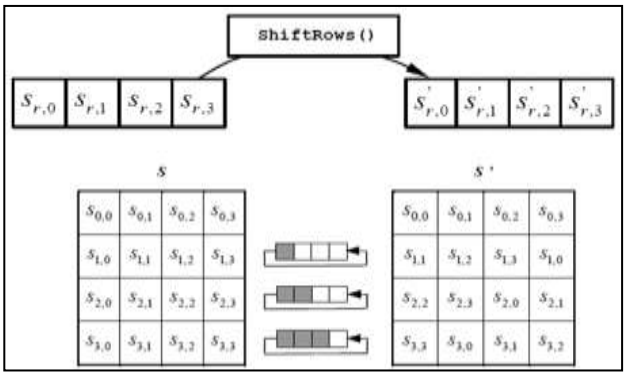
Sumber: (FIPS 197, 2001)

Sebagai contoh, jika $s_{1,1}$ = {53} maka nilai subtitusi diperoleh dari perpotongan antara baris "5" dengan kolom "3" pada *S-box* sehingga didapat hasilnya.

2. *ShiftRows*

Transformasi *ShiftRows()* dilakukan pada 3 baris terakhir dengan melakukan geser (*shift*) memutar dengan nilai *shift* yang berbeda-beda tergantung kepada barisnya. Baris pertama (r = 0) tidak dilakukan operasi *ShiftRows*(). Secara spesifik, proses transformasi *ShiftRows*() yaitu sebagai berikut.

$S'_{r,c} = S_{r,(c + shift(r,Nb))}$ *mod* Nb ; untuk $0 \leq r \leq 3$ dan $0 \leq c < Nb$ dimana nilai *shift*(r,Nb) tergantung pada nomor baris, untuk Nb=4 maka:*shift*(1,4) = 1; *shift*(2,4) = 2; *shift*(3,4)=3. Transformasi *ShiftRows* yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.2 Transformasi *ShiftRows()* pada *State*

Sumber: (FIPS 197, 2001)

3. *MixColumns*

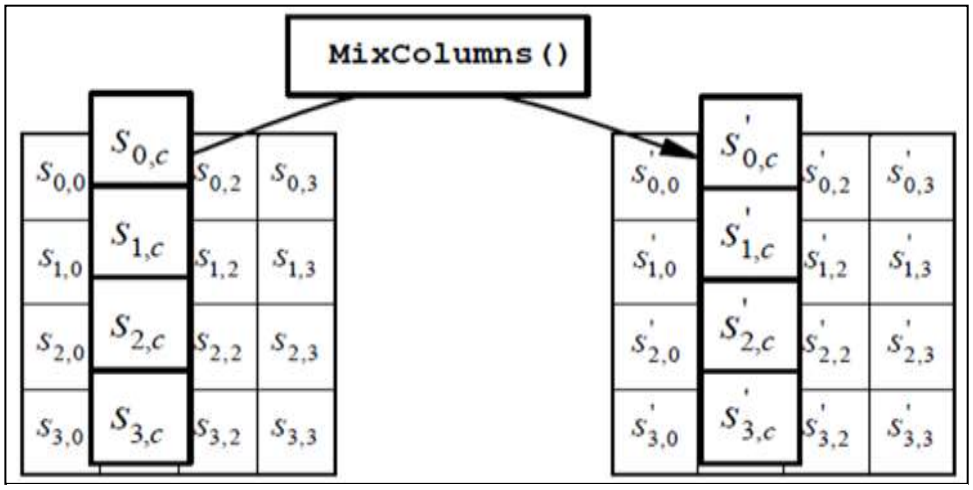
Pada transformasi *MixColumns*() dioperasikan pada *State* secara kolom per kolom, masing-masing kolom dikalikan dengan matriks yang sudah ditentukan.

$$\begin{bmatrix} S'_{0,c} \\ S'_{0,c} \\ S'_{0,c} \\ S'_{0,c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 02 & 03 & 01 & 01 \\ 01 & 02 & 03 & 01 \\ 01 & 01 & 02 & 03 \\ 03 & 01 & 01 & 02 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{0,c} \\ S_{1,c} \\ S_{2,c} \\ S_{3,c} \end{bmatrix} for\ 0 \leq c < Nb. \quad (1)$$

Hasil dari perkalian matriks diatas dapat dijabarkan dengan persamaan yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} S'_{0,c} &= (\{0,2\} \bullet S_{0,c}) \oplus (\{03\} \bullet S_{1,c}) \oplus S_{2,c} \oplus S_{3,c} \\ S'_{1,c} &= S_{0,c} \oplus (\{02\} \bullet S_{1,c}) \oplus (\{03\} \bullet S_{2,c}) \oplus S_{3,c} \\ S'_{2,c} &= S_{0,c} \oplus S_{1,c} (\{02\} \bullet S_{2,c}) \oplus (\{03\} \bullet S_{3,c}) \\ S'_{3,c} &= (\{03\} \bullet S_{0,c}) \oplus S_{1,c} \oplus S_{2,c} \oplus (\{03\} \bullet S_{3,c}) \end{aligned} \quad (2)$$

Transformasi *MixColumns*() yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.3 Transformasi *MixColumns*() pada *State*

Sumber: (FIPS 197, 2001)

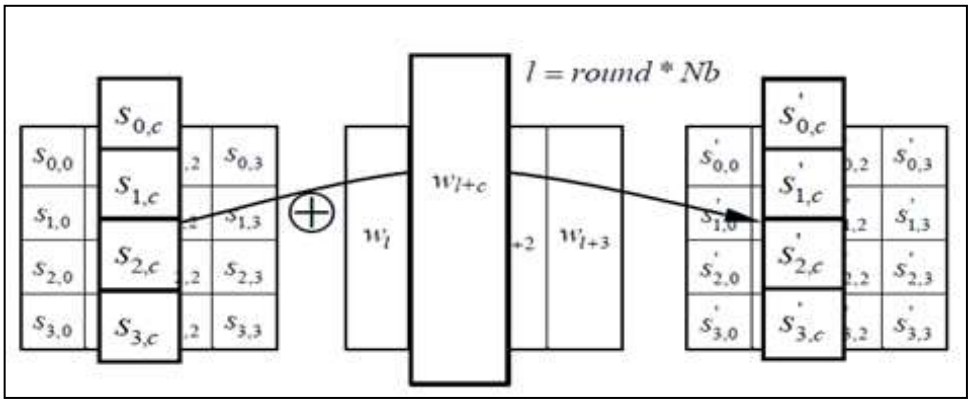
4. *AddRoundKey*

Pada transformasi *AddRoundKeys*(), sebuah subkunci ditambahkan pada *State* dengan operasi XOR. Setiap subkunci terdiri dari Nb *word* dari himpunan subkunci. Subkunci ditambahkan dengan *State* dengan cara yaitu sebagai berikut.

$$[S'_{0,c}, S'_{1,c}, S'_{2,c}, S'_{3,c}] = [S_{0,c}, S_{1,c}, S_{2,c}, S_{3,c}] \oplus [Wround * Nb + c] \quad (3)$$

untuk 0≤ c ≤Nb dimana [w_i] = himpunan subkunci dalam satuan *word Round* = nilai yang berada pada *range* 0 ≤ *round* ≤ Nr

Transformasi *AddRoundKey*() yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.4 Transformasi *AddRoundKey()* pada *State*

Sumber: (FIPS 197, 2001)

Pada permulaan enkripsi, *input* yang berupa *plaintext* dimasukkan ke dalam *State*, pada *initial round* dilakukan *AddRoundKey* (*State*,SubKunci(0)), setelah *initial round* proses menuju pada *round function* sebanyak Nr-1 putaran (1≤ *round* ≤Nr), dimana didalam *round function* ini dilakukan transformasi berturut-turut yaitu *SubBytes*(), *ShiftRows*(), *MixColumns*(), dan *AddRoundKey*(). Setelah itu proses akan menuju pada putaran terakhir (*final round*) dimana pada putaran terakhir ini dilakukan transformasi *SubBytes*(), *ShiftRows*(), dan *AddRoundKey*(), pada putaran terakhir ini setelah transformasi *AddRoundKey*() maka akan menghasilkan *final State* yang merupakan *output* yang disebut *chipertext.*

2.4.3 Dekripsi AES

Proses dekripsi pada algoritma AES merupakan kebalikan dari proses enkripsi. Transformasi yang digunakan pada proses dekripsi yaitu:

1. *InvSubByte()*

   Merupakan proses yang sama dengan *SubByte*() hanya saja prosesnya menggunakan tabel *inverse S-Box*, Tabel *inverse S-Box* yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.6 *Inverse S-box* untuk proses *InvSubByte*()

Sumber: (FIPS 197, 2001)

S		C															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
r	0	52	09	6A	D5	30	36	A5	38	BF	40	A3	9E	81	F3	D7	FB
	1	7C	E3	39	82	9B	2F	FF	87	34	8E	43	44	C4	DE	E9	CB
	2	54	7B	94	32	A6	C2	23	3D	EE	4C	95	0B	42	FA	C3	4E
	3	08	2E	A1	66	28	D9	24	B2	76	5B	A2	49	6D	8B	D1	25
	4	72	F8	F6	64	86	68	98	16	D4	A4	5C	CC	5D	65	B6	92
	5	6C	70	48	50	FD	ED	B9	DA	5E	15	46	57	A7	8D	9D	84
	6	90	D8	AB	00	8C	BC	D3	0A	F7	E4	58	05	B8	B3	45	06
	7	D0	2C	1E	8F	CA	3F	0F	02	C1	AF	BD	03	01	13	8A	6B
	8	3A	91	11	41	4F	67	DC	EA	97	F2	CF	CE	F0	B4	E6	73
	9	96	AC	74	22	E7	AD	35	85	E2	F9	37	E8	1C	75	DF	6E
	A	47	F1	1A	71	1D	29	C5	89	6F	B7	62	0E	AA	18	BE	1B
	B	FC	56	3E	4B	C6	D2	79	20	9A	DB	C0	FE	78	CD	5A	F4
	C	1F	DD	A8	33	88	07	C7	31	B1	12	10	59	27	80	EC	5F
	D	60	51	7F	A9	19	B5	4A	0D	2D	E5	7A	9F	93	C9	9C	EF
	E	A0	E0	3B	4D	AE	2A	F5	B0	C8	EB	BB	3C	83	53	99	61
	F	17	2B	04	7E	BA	77	D6	26	E1	69	14	63	55	21	0C	7D

2. *InvShiftRows*()

   Transformasi ini merupakan kebalikan dari transformasi *ShiftRows*() pada proses enkripsi. Transformasi *invShiftRows*() dilakukan pada 3 baris terakhir dengan melakukan geser (*shift*) memutar dengan nilai *shift* yang berbeda-beda tergantung kepada barisnya. Baris pertama (r = 0) tidak dilakukan operasi *InvShiftRows*(). Secara spesifik, proses transformasi *InvShifRows*() yaitu sebagai berikut.

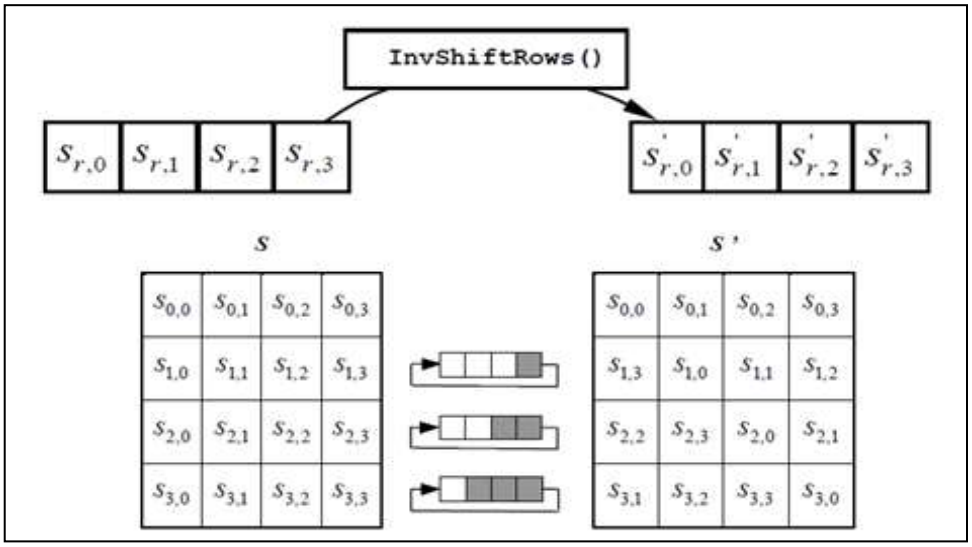
   $S'_{rc} = S_r, (c + (Nb - \mathit{shift}(r,Nb)))\ \mathit{mod}\ Nb$; untuk $0 \leq r \leq 3$ dan $0 \leq c \leq Nb$ (4)

   dimana,

   nilai *shift*(r,Nb) tergantung pada nomor baris, untuk Nb=4 maka:

   shift(1,4) = 1; *shift*(2,4) = 2; *shift*(3,4) = 3

Transformasi *InvShiftRows*() yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.5 Transformasi *InvShiftRows*() pada *State*

Sumber: (FIPS 197, 2001)

3. *InvMixColumns*()

Transformasi *InvMixColumns*() merupakan kebalikan dari transformasi *MixColumns*(), transformasi *InvMixColumns* dioperasikan pada *State* secara kolom per kolom, masing-masing kolom dikalikan dengan matriks yang sudah ditentukan.

$$\begin{bmatrix} S'_{0,c} \\ S'_{0,c} \\ S'_{0,c} \\ S'_{0,c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0e\ 0b\ 0d\ 09 \\ 09\ 0e\ 0b\ 0d \\ 0d\ 09\ 0e\ 0b \\ 0b\ 0d\ 09\ 0e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S_{0,c} \\ S_{1,c} \\ S_{2,c} \\ S_{3,c} \end{bmatrix} for\ 0 \leq c < Nb. \quad (5)$$

Hasil dari perkalian matriks diatas dapat dijabarkan yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} s'_{0,c} &= (\{0e\} \bullet s_{0,c}) \oplus (\{0b\} \bullet s_{1,c}) \oplus (\{0d\} \bullet s_{2,c}) \oplus (\{09\} \bullet s_{3,c}) \\ s'_{1,c} &= (\{09\} \bullet s_{0,c}) \oplus (\{0e\} \bullet s_{1,c}) \oplus (\{0b\} \bullet s_{2,c}) \oplus (\{0d\} \bullet s_{3,c}) \\ s'_{2,c} &= (\{0d\} \bullet s_{0,c}) \oplus (\{09\} \bullet s_{1,c}) \oplus (\{0e\} \bullet s_{2,c}) \oplus (\{0b\} \bullet s_{3,c}) \\ s'_{3,c} &= (\{0b\} \bullet s_{0,c}) \oplus (\{0d\} \bullet s_{1,c}) \oplus (\{09\} \bullet s_{2,c}) \oplus (\{0e\} \bullet s_{3,c}) \end{aligned} \quad (6)$$

4. *InvMixColumns*()

Transformasi *AddRoundKey*() pada proses enkripsi dan dekripsi adalah sama saja karena hanya melibatkan operasi XOR. Proses pendekripsian *chipertext* menjadi *plaintext* dilakukan dengan cara yang tidak jauh beda dengan proses enkripsi,

perbedaannya hanyalah pada urutan transformasi yang digunakan. Pada proses dekripsi *input* yang berupa *chipertext* dimasukkan ke dalam *State*, pada *initial round* dilakukan transformasi *AddRoundKey*(*State*, SubKunci(Nr)), setelah *initial round* proses menuju pada *round function* sebanyak Nr-1 putaran (1≤*round*≤Nr), dimana di dalam *round function* ini dilakukan transformasi berturut-turut yaitu *InvSubBytes*(), *InvShiftRows*(), *InvMixColumns*() dan *AddRoundKeys*(),. Setelah itu proses akan menuju pada putaran terakhir (*final round*) dimana pada putaran terakhir ini dilakukan transformasi *InvSubBytes*(), *InvShiftRows*(), dan *AddRoundKeys*(), pada putaran terakhir ini setelah transformasi *AddRoundKey*() maka akan menghasilkan *final State* yang merupakan *output* yang disebut *plaintext*.

2.5 Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah alat atau teknik perangkat lunak yang bisa memberikan saran-saran untuk *item* yang sekiranya bermanfaat bagi *user* (Ricci et al, 2011). Saran-saran tersebut berhubungan dengan proses pengambilan keputusan, seperti *item* mana yang akan dibeli atau lagu mana yang ingin didengarkan. Oleh karena itu, sistem rekomendasi memerlukan model rekomendasi yang tepat agar yang direkomendasikan sesuai dengan keinginan pelanggan, serta mempermudah pelanggan mengambil keputusan yang tepat dalam menentukan produk yang akan digunakannya (McGinty & Smyth, 2006).

Sistem rekomendasi membantu *user* untuk mengidentifikasi produk yang sesuai dengan kebutuhan, kesenangan, dan keinginan *user* (Chandra Saha Dewa Prasetya, 2017). Sistem rekomendasi akan membimbing *user* untuk menemukan produk yang relevan dan berguna dari banyaknya produk yang tersedia. Sistem rekomendasi mengandalkan dua tipe *input* yang berbeda, yaitu *explicit input* dan *implicit input*. *Explicit input* didapat dari hasil penilaian yang diberikan langsung oleh *user*, misalnya pemberian *rating* atau *thumbs-up/down* untuk *item* tertentu, sedangkan *implicit input* didapat dengan cara mengamati kebiasaan *user*, misalnya catatan pembelian, catatan penelusuran, pola pencarian, atau bahkan *click-stream* (Hu et al, 2008).

Berdasarkan metode rekomendasi yang sering digunakan, sistem rekomendasi dibagi dalam tiga klasifikasi yaitu: *content-based recommendation*, *collaborative filtering recommendation*, dan *hybrid recommendation* (Jannach et al, 2011).

2.5.1 *Content – Based Recommendation*

Sistem rekomendasi berbasis konten (*Content-based Recommendation*) menggunakan ketersediaan konten (sering juga disebut dengan fitur, atribut atau karakteristik) sebuah *item* sebagai basis dalam pemberian rekomendasi (Ricci et al, 2011). Sebagai contoh, sebuah film mempunyai konten seperti *genre*, *author*, tahun rilis, dan lain-lain, atau sebuah *file* dokumen memiliki konten berupa tulisan yang ada di dalamnya.

Sistem rekomendasi berbasis konten mencoba untuk melakukan pecocokan (*matching*) antara profil *user* (*user profile*) dengan konten *item* (*item content*).

Misalnya, seorang *user* telah memberi *rating* kepada 5 buah *item* $i1$, $i2$, $i3$, $i4$, $i5$ yang memiliki empat buah fitur $j1$, $j2$, $j3$, $j4$, $j5$. Angka 1 menandakan bahwa *item* tersebut memiliki atribut yang bersangkutan, sedangkan angka 0 menunjukkan bahwa *item* tersebut tidak memiliki atribut tersebut.

Tabel 2.7 Tabel *Item Feature*

	Fitur j_1	Fitur j_2	Fitur j_3	Fitur j_4	*Rating*
Item i_1	1	1	1	1	4
Item i_2	1	0	1	1	3
Item i_3	1	0	0	0	2
Item i_4	1	0	1	1	3
Item i_5	1	1	0	1	?

Untuk menghitung bobot dari masing-masing atribut dapat dengan menggunakan rumus berikut (Uluyagmur et al, 2012).

$$w(u,j_k) = \frac{1}{|Iu|} \sum_{i \in Iu} x\ (i,j)\ r(u,i) \tag{7}$$

Dimana :

$w\ (u,j_k)$ merupakan bobot yang dimiliki oleh *user u* terhadap fitur j_k.

I_u merupakan satu set *item* yang telah di *rating* oleh *user u*.

$x(i,j)$ merupakan nilai kehadiran (angka 1 atau 0) sebuah fitur di dalam sebuah *item*.

$r(u,i)$ merupakan *rating* yang diberikan *user u* terhadap *item i*.

Sedangkan untuk menghitung prediksi *rating* yang akan diberikan seorang *user* terhadap sebuah *item* dapat menggunakan formula berikut ini (Uluyagmur et al, 2012).

$$R\ (u,i) = \frac{1}{|\mathrm{Di}|} \sum_{\mathrm{j} \epsilon \mathrm{Di}} w(u,j) \tag{8}$$

Dimana :

R (u,i) merupakan prediksi *rating user u* terhadap *item i*.

Di merupakan fitur yang muncul di dalam *item i*.

Sistem rekomendasi berbasis konten memiliki beberapa kelebihan, yaitu :

1. Sistem rekomendasi berbasis konten dapat menjelaskan bagaimana hasil rekomendasi didapatkan.
2. Sistem rekomendasi berbasis konten dapat merekomendasikan *item-item* yang bahkan belum pernah di-*rate* oleh siapapun.

Namun, sistem rekomendasi berbasis konten juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

1. Sistem rekomendasi berbasis konten tidak memiliki kemampuan untuk dapat memeberikan hasil rekomendasi yang tidak terduga (*Serendipity Problem*).
2. Sistem rekomendasi berbasis konten memerlukan sebuah profil *user* yang berisikan ketertarikan dan minat *user*. Bagi *user* baru yang belum pernah melakukan aktivitas apapun dan tidak memiliki profil *user* yang cukup, sistem rekomendasi tidak dapat memberikan rekomendasi yang handal kepadanya (*Cold Start Problem*).

2.5.2 *Collaborative Filtering Recommendation*

Collaborative filtering Recommendation adalah sistem rekomendasi yang memanfaatkan opini *user* lain yang ada untuk memprediksi *item* yang mungkin akan disukai atau diminati oleh seorang *user* (Ricci et al, 2011). Kualitas rekomendasi yang diberikan dengan menggunakan metode ini sangat bergantung dari opini *user* lain (*neighbor*) terhadap suatu *item*. Belakangan diketahui bahwa melakukan reduksi *neighbor* (yaitu dengan memotong *neighbor* sehingga hanya beberapa *user* yang memiliki kesamaan / *similiarity* tertinggi sajalah yang akan digunakan dalam perhitungan) mampu meningkatkan kualitas rekomendasi yang diberikan (Adomavicious dan Kwon, 2007).

Sistem rekomendasi *collaborative filtering* beroperasi di dalam sebuah ruang dua dimensi *User* x *Item*. *Rating* yang dapat diberikan oleh seorang *user* terhadap sebuah *item* dapat direpresentasikan sebagai R (bilangan bulat tidak negatif atau bilangan *real* dengan jarak tertentu), dan sistem rekomendasi mencoba untuk memprediksi *rating* yang akan diberikan seorang *user* untuk sebuah *item* yang belum pernah ia beri *rating* sebelumnya.

Misalnya, terdapat lima *user* $u1,u2,u3,..u5$ dan lima *item* $i1,i2,i3,..i5$. Sebuah sistem rekomendasi ingin memprediksi berapa *rating* yang akan diberikan oleh $u1$ kepada $i5$.

Tabel 2.8 Matrix *User* x *Item* pada Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering*

	Item i_1	*Item* i_2	*Item* i_3	*Item* i_4	*Item* i_5
User u_1	5	7	5	7	7
User u_2	5	7	5	7	9
User u_3	5	7	5	7	9
User u_4	6	6	6	6	5
User u_5	6	6	6	6	5

Terdapat sebuah cara yang sering digunakan dalam menghitung atau memprediksi *rating user u* terhadap *item i* dengan mengkalkulasikan rata-rata *rating user* lain (*neighbor*) (Adomavicious dan Kwon, 2007), yaitu rumus *weighted sum*:

$$R(u,i) = \frac{1}{\sum_{u' \in N(u)} |sim(u,u')} \sum_{u' \in N(u)} sim(u,u') * R(u',i) \quad (9)$$

Dimana:

$R'(u,i)$ adalah prediksi *rating user u* terhadap *item i*.

$R(u',i)$ adalah *rating user u'* (*user* selain *u*) terhadap *item i*.

$sim(u,u')$ adalah kemiripan antara *user* u dengan u'.

$N(u)$ adalah satu *set user* lain yang mirip dengan *user u*.

Cosine-based Similiarity adalah cara terbaik untuk menghitung kemiripan dua *user* (Adomavicious dan Kwon, 2007). C*osine-based similiarity* dapat dikalkulasikan dengan formula sebagai berikut :

$$sim(u,u') = \frac{(\sum_{i \in I(u,u')} R(u,i)R(u',i))}{(\sqrt{\sum_{i \in I(u,u')} R(u,i)^2} \sqrt{\sum_{i \in I(u,u')} R(u',i)^2})} \quad (10)$$

Dimana:

$sim\ u,u'$ adalah kemiripan antara *user* u dengan u'.

$I(u,u')$ adalah satu *set item* yang telah di-*rating* oleh kedua *user* u dengan u'.

Sistem rekomendasi *collaborative filtering* memiliki beberapa kekurangan, diantaranya adalah:

1. Jika terdapat *item* baru di dalam sistem tersebut, maka sistem tidak dapat merekomendasikan *item* tersebut sampai *user* lain berminat pada *item* tersebut. (*First Rater Problem*)
2. Hasil rekomendasi tidak selamanya handal. Terdapat kemungkinan adanya sebuah *user* yang hanya memiliki sedikit *neighbor* dengan tingkat kesamaan (*similarity*) yang kecil. (*Grey Sheep Problem*)

3. Hasil rekomendasi yang tidak handal yang dikarenakan *matrix rating* yang jarang. (*Sparsity Problem*)

2.5.3 *Hybrid Recommendation System*

Masing-masing teknik sistem rekomendasi memiliki kelebihan dan kelemahannya tersendiri. Karenanya, *Hybrid Recommendation System* yang menggabungkan kekuatan dari model dan algoritma yang berbeda untuk mengatasi masalah-masalah yang telah disebutkan di atas menjadi target penelitian yang sedang marak dikembangkan (Jannach et al, 2011).

Terdapat beberapa cara penggabungan yang dapat dilakukan dalam metode *hybrid* yaitu:

1. Penggabungan *Linear* (*Linear Combination*)

   Penggabungan ini menggabungkan hasil perhitungan beberapa teknik rekomendasi secara *linear*. Penggabungan ini menghitung prediksi *rating* secara terpisah terlebih dahulu, kemudian hasil dari masing-masing metode tersebut digabungkan menjadi satu. (Claypool et al,1999) menggunakan rumus *weighted average* untuk menggabungkan hasil tersebut.

$$R_{hybrid} = (w_1R_1 + w_2R_2 + ..w_nR_n)/(w_1+w_2+..w_n) \quad (11)$$

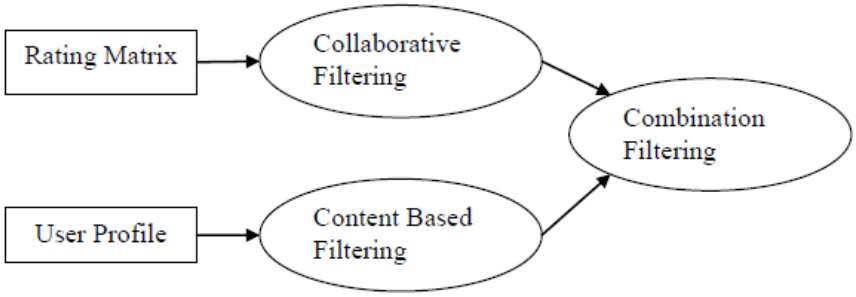
   Dimana :

   R_{hybrid} merupakan prediksi *rating hybrid*

   w_n merupakan bobot prediksi *rating* dengan teknik/metode ke-*n* .

   R_n merupakan prediksi *rating* dengan teknik / metode ke-*n*

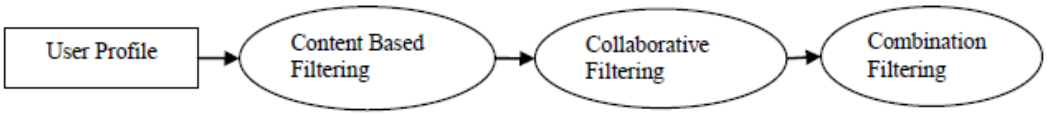
   Penggambaran dari penggabungan secara *linear* antara teknik *collaborative filtering* dengan *content-based* yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.6 *Linear Combination*

2. Penggabungan secara Sekuensial (*Sequential Combination*)

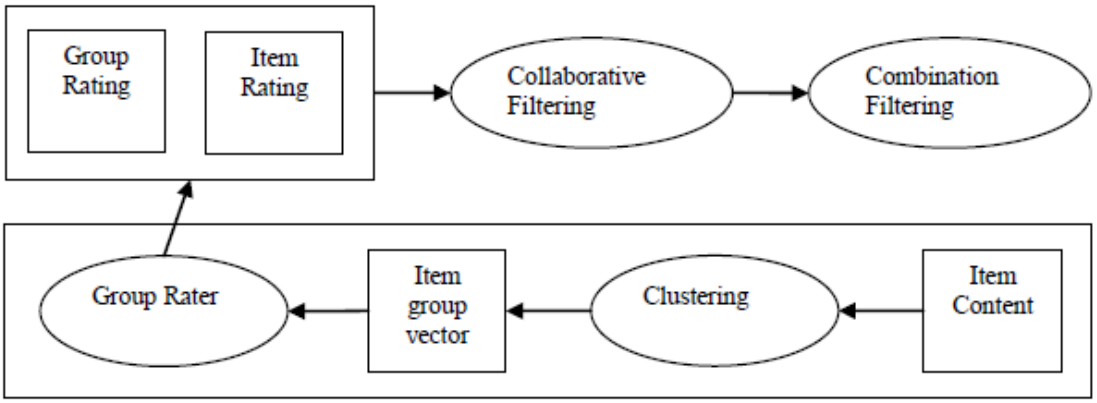
   Penggabungan ini melakukan perhitungan pada salah satu metode terlebih dahulu (misalnya *content based*) , kemudian hasil dari perhitungan tersebut dihitung dengan metode berikutnya (misalnya *collaborative filtering*) (Hayati, 2011).



Gambar 2.7 *Sequential Combination*

3. Penggabungan secara *Item-based Clustering Hybrid Method* (ICHM)

   Penggabungan ini mengintegrasikan informasi *item* dan *rating user* untuk menghitung kemiripan *item-item* (Hayati, 2011).



Gambar 2.8 *Item-based Clustring Hybrid Method*

2.6 Algoritma Fuzzy C-Means (FCM)

Fuzzy C-Means (FCM) adalah salah satu teknik pengclusteran data yang mana keberadaan tiap-tiap titik data dalam suatu cluster ditentukan oleh derajat keanggotaan (Kusumadewi, 2010). Konsep dasar FCM, pertama kali adalah menentukan pusat *cluster*, yang akan menandai lokasi rata-rata untuk tiap-tiap *cluster*. Pada kondisi awal, pusat *cluster* ini masih belum akurat. Tiap-tiap titik data memiliki derajat keanggotaan untuk tiap-tiap *cluster*. Cara memperbaiki pusat cluster dan derajat keanggotaan tiap-tiap titik data secara berulang,

maka akan dapat dilihat bahwa pusat *cluster* akan bergerak menuju lokasi yang tepat. Perulangan ini didasarkan pada minimisasi fungsi objektif yang menggambarkan jarak dari titik data yang diberikan ke pusat cluster yang terbobot oleh derajat keanggotaan titik data tersebut.

Output dari FCM bukan merupakan *fuzzy inference system*, namun merupakan deretan pusat *cluster* dan beberapa derajat keanggotaan untuk tiap-tiap titik data. Informasi ini dapat digunakan untuk membangun suatu *fuzzy inference system* (Kusumadewi, 2010). *Algoritma Fuzzy C-Means* (FCM) yaitu sebagai berikut.

1. *Input* data yang akan di *cluster* X, berupa matriks berukuran n x m (n= jumlah sampel data, m = atribut setiap data). Xij = data sampel ke-i (i=1,2,.....,n), atribut ke-j (j=1,2,...,m).
2. Langkah selanjutnya ialah menentukan beberapa input yang dibutuhkan dalam perhitungan fuzzy c-means, yaitu:
   a. Jumlah *cluster* (c) ialah banyaknya cluster yang akan dibentuk sesuai dengan kebutuhan pengclusteran.
   b. Pangkat (w) ialah nilai eksponen.
   c. Maksimum iterasi (MaxIter) merupakan batas pengulangan atau *looping*. *Looping* akan berhenti jika nilai maksimal iterasi sudah tercapai.
   d. *Error* terkecil (ξ) berupa batasan nilai yang membuat perulangan akan berakhir setelah didapatkan nilai *error* yang diharapkan.
   e. Fungsi objektif awal (P0 = 0) ialah suatu fungsi yang akan dioptimumkan (maksimum atau minimum), nilai 0 berarti untuk mendapatkan nilai minimum.
   f. Iterasi awal (t = 1), iterasi adalah adalah sifat tertentu dari algoritma atau program komputer di mana suatu urutan atau lebih dari langkah algoritmik dilakukan secara berulang. Iterasi awal ialah pada perulangan keberapakan program akan dimulai.
3. Membangkitkan bilangan random µik, i=1,2,...,n; k=1;2,...,c; sebagai elemen-elemen matrik partisi awal U. Hitung jumlah setiap kolom:

$$Q_i = \sum_{k=1}^{c} \mu_{ik} \tag{12}$$

   Qi ialah jumlah setiap kolom dari nilai random sebuah matirk, jumlah Q tergantung dari berapa jumlah kriteria penilaian.
4. Hitung pusat *cluster* ke-k: Vkj, dengan k=1,2,....,c; dan j=1,2,....,m

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^{n}((\mu_{ik})^{w} * x_{ij})}{\sum_{i=1}^{n}(\mu_{ik})^{w}} \tag{12}$$

Vkj ialah titik pusat tiap cluster, jumlah Vkj tergantung dari berapa cluster yang akan dibentuk dan n ialah jumlah proposal.

5. Menghitung fungsi objektif pada iterasi ke-t, Pt

$$P_{(t)} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{c}\left(\left[\sum_{j=1}^{m}\left(X_{ij} - V_{kj}\right)^2\right](\mu_{ik})^w\right) \tag{14}$$

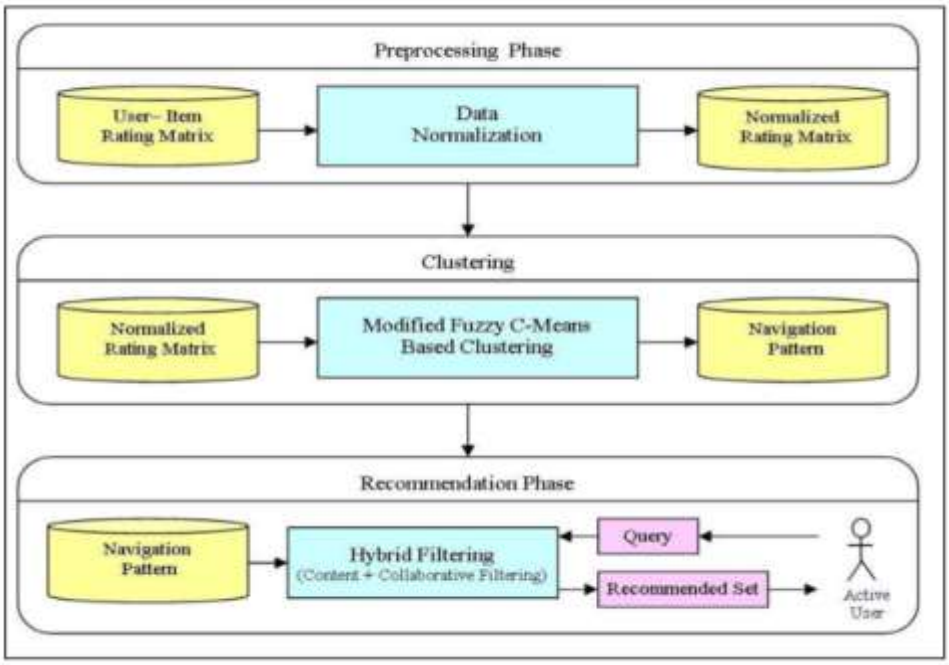
t merupakan iterasi yang dihitung, jika iterasi dimulai dari 1 maka pada awal perhitungan nilai t ialah 1. Iterasi akan berulang sesuai dengan ketentuan iterasi yang sedang berjalan. Hitung perubahan matrik partisi.

$$\mu_{ik(t)} = \frac{\left[\sum_{j=1}^{m}\left(X_{ij} - V_{kj}\right)^2\right]^{\frac{-1}{w-}}}{\sum_{k=1}^{c}\left[\sum_{j=1}^{m}\left(X_{ij} - V_{kj}\right)^2\right]^{\frac{-1}{w-}}} \tag{15}$$

Iterasi akan tetap berulang jika nilai atau kondisi-kondisi tertentu belum tercapai, adapun kondisi tersebut ialah jika: (|Pt - Pt-1|< ξ) atau (t>MaxIter) maka berhenti yang mana Pt ialah pusat *cluster* iterasi ke t kurang dari nilai error yang diharapakan atau jika t (jumlah iterasi) sudah lebih besar daripada iterasi maksimum. Namun jika iterasi akan diulang lagi dengan t + 1 akan mengulang proses yang ke-4 atau menghitung pusat cluster lagi (Kusumadewi, 2010).

2.7 Algoritma MFCMHPRS

Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System (MFCMHPRS) merupakan sistem yang bekerja dalam dua fase. Pada fase pertama, pendapat – pendapat para *user* di kumpulkan dalam bentuk matriks *User-Item Rating* dan dikelompokkan sebagai klaster (pendapat – pendapat yang telah dikelompokkan) yang telah ditentukan menggunakan MFCM dan disimpan ke dalam *database* untuk direkomendasikan. Di fase kedua, rekomendasi dihasilkan menggunakan pengukuran serupa dengan memilih klaster (pendapat – pendapat yang telah dikelompokkan) dengan kualitas penilaian yang baik. Untuk menghasilkan rekomendasi, klaster dipilih lebih lanjut berdasarkan kualitas peringkat suatu barang. Rekomendasi itu kemudian dibuat dengan menghitung bobot rata-rata peringkat *item* dalam klaster terpilih. Cara kerja MFCMHPRS yaitu sebagai berikut.



Gambar 2.9 Arsitektur MFCMHPRS
(Subhash K. Shinde et al, 2011)

2.7.1 Normalisasi Data pada MFCMHPRS

Normalisasi data dilakukan pada penilaian *Item-User* untuk mengindikasikan penilaian oleh *user*. Jika nilai dari *dataset* dalam skala -10 hingga +10 yang kemudian telah dinormalisasikan dalam skala 0 hingga 1, dimana 0 mengindikasikan penilaian oleh *user*. U_1-U_{10} adalah *user* dan J_1-J_{10} adalah *item* yang dinilai ataupun yang tidak dinilai oleh *user*.

Tabel 2.9 Matriks penilaian dari *dataset* Jester setelah dinormalisasi

Sumber: (Subhash K. Shinde et al, 2011)

Users	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**	**J5**	**J6**	**J7**	**J8**	**J9**	**J10**
U1	0.15	0.94	0.06	0.13	0.16	0.11	0.05	0.73	0.09	0.29
U2	0.71	0.51	0.82	0.73	0.41	0.06	0.48	0.26	0.94	0.96
U3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.96	0.95	0.96	0.00	0.00
U4	0.00	0.92	0.00	0.00	0.60	0.91	0.38	0.81	0.00	0.61
U5	0.92	0.74	0.32	0.26	0.58	0.60	0.85	0.74	0.50	0.79
U6	0.23	0.35	0.54	0.11	0.18	0.31	0.11	0.48	0.20	0.43
U7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.05	0.89	0.94	0.00	0.00
U8	0.84	0.67	0.96	0.22	0.13	0.44	0.96	0.59	0.27	0.31
U9	0.34	0.35	0.07	0.19	0.10	0.51	0.27	0.09	0.14	0.44
U10	0.66	0.76	0.76	0.66	0.82	0.76	0.94	0.64	0.66	0.91
U1	0.38	0.71	0.00	0.00	0.20	0.00	0.64	0.27	0.00	0.59

2.7.2 Pengelompokan pada *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM)

Algoritma MFCM bertujuan untuk memulai perhitungan dari titik pusat klaster yang sesuai dan mengusulkan fungsi anggota untuk menghitung nilai keanggotaan bahkan jika jarak dari titik data adalah nol. Diketahui X = {x_1, x_2, ….., x_n} dimana xi ∈ R_n hadir untuk diberikan *set* dari fitur data. Tujuan dari algoritma MFCM adalah untuk meminimalisir fungsi biaya yang diformulasikan sebagai:

$$J(U,V) = \sum_{J=1}^{C}\sum_{J=1}^{C}(\mu_{ij})^m \left\|x_i - v_j\right\|^2 \tag{16}$$

V = {v_1, v_2, ……, v_c} adalah pusat klaster. Perhitungan pusat klaster awalnya dihitung sebagai berikut untuk menentukan pusat gugus (*centroid*) dari sebuah klaster, semua pola akan diterapkan di setiap pola dan pola – pola tersebut memiliki jarak *Euclidian* kurang dari atau sama dengan α (nilai yang ditentukan *user*) dihitung untuk seluruh pola. Nantinya, pola dengan jumlah maksimum dipilih sebagai pusat (*centroid*) dari klaster.

$$if\ \left(\left|R_i \underset{j=1}{\overset{P}{-}} R_j\right| \leq a\right)\ then\ D_i = D_i + 1\ for\ i = 1,2,\cdots,p. \tag{17}$$

Jika D_{max} adalah nilai maksimum dalam baris vektor D dan D_{ind} adalah indeks dari nilai maksimum

$$[D_{max} D_{ind}] = \max[D]\ C_1 = R_{ind} \tag{18}$$

Misalnya pusat (*centroid*) yang sesuai berada pada tingkat awal yang menggunakan proses pemusatan untuk membentuk 3 buah klaster yakni $V = \{U_1, U_6, U_7\}$

$U = (\mu_{ij})_{NxC}$ adalah matriks pastisi *fuzzy*, yang mana setiap anggota μ_{ij} menunjukkan derajat keanggotaan antara vektor data x_i dan klaster j. Nilai dari matriks U harus memenuhi kondisi yaitu sebagai berikut.

$$\begin{aligned} &\mu\epsilon[0,1], \forall i = 1\cdots,N,\ \forall j = 1\cdots,C \\ &\sum_{j=1}^{c}\mu i_j = 1, \forall i = 1\cdots,N \end{aligned} \tag{19}$$

Inisialisasi yang tepat dari matriks keanggotaan menggunakan U

$$\begin{aligned} &f(x,v,r) = 1 - f(.), \\ &where\ f(.) = \begin{cases} 1\ if\ r \geq 1 \\ 0\ if\ r = 0 \\ r\gamma\ if\ 0 < r < 1\ (\gamma\ is\ sensitive\ parameter) \end{cases} \\ &r = \left\|x_i - v_j\right\|, r \geq 1, and\ if\ r > 1\ then\ r\gamma\ is\ set\ to\ 1. \end{aligned} \tag{20}$$

Dimana,

x = vektor nilai total *rating* matriks awal

v = vektor nilai total *rating* Klaster pusat data (*centroid*)

r = nilai hasil pengurangan *rating user x* dan *v*

Untuk memenuhi kondisi 2 dan 3, bagikan jumlah total atribut ke setiap atribut untuk setiap atribut pola.

Eksponen m ∈ [1, ∞] adalah pembobotan eskponen yang menentukan tingkat ke-tidakjelas-an (*fuzzy*) dari klaster. Meminimalkan fungsi biaya J[U, V] adalah masalah optimisasi *non-linear*, yang bisa diperkecil dengan algoritma iteratif yaitu sebagai berikut.

Langkah 1: Temukan *centroid* yang tepat menggunakan persamaan (10), tentukan eksponen dan kriteria batasan *m* yang tepat.

Langkah 2: Inisialisasi matriks keanggotaan U menggunakan persamaan (12)

Langkah 3: Hitung pusat klaster V sesuai dengan persamaan.

$$v_j = \frac{\sum_{i=1}^{N}(\mu_{ij})^m x_{ij}}{\sum_{i=1}^{N}(\mu_{ij})^m}, \forall j = 1 \cdots, C \tag{21}$$

Dimana,

V_j = Klaster pusat

μ_{ij} = Matriks pemisahan *Fuzzy*

X_{ij} = Matriks awal dengan ukuran

M = Pangkat Pembobotan (ditetapkan 1)

i = Iterasi perulangan dari 0 sampai N(banyaknya data awal) = 10

j = Iterasi perulangan dari 0 sampai C(banyaknya angka klaster pusat) = 3

Langkah 4: Hitung norma jarak yang baru

$$r = \left\| x_i - v_j \right\|, \forall i = 1 \cdots, N, \forall j = 1 \cdots, C \tag{22}$$

Langkah 5: Perbaharui matriks partisi *fuzzy U*:

$$if\ r > 0\ (indicating\ that\ (x_i \neq v_j))$$

$$\mu_{ij} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{cx}(\frac{r_{ij}}{r_{ik}})^{\frac{2}{m-1}}} \tag{23}$$

$$else\ \mu i_j = 1$$

Langkah 6: Jika kriteria penghentian telah dipenuhi, maka hentikan.

$$else\ go\ to\ step\ 2.$$

Dimana,

r = Mewakili setiap anggota dari matriks tetapan jarak (R)

μ_{ij} = Mewakili setiap anggta matriks pemisahan *fuzzy* indeks [i,j]

m = Pangkat pembobotan (ditetapkan 1)

Kriteria penghentian yang sesuai bisa digunakan untuk mengevaluasi fungsi biaya (Persamaan 1) dan untuk melihat apakah berada di bawah nilai toleransi tertentu atau jika peningkatannya dibandingkan dengan iterasi sebelumnya berada di ambang nilai tertentu. Juga nilai maksimum dari lingkaran iterasi dapat digunakan sebagai kriteria penghentian.

2.7.3 Menghitung *centroid* dari setiap klaster

MFCM bertujuan untuk digunakan dalam pengelompokkan. Pengelompokkan ini menghasilkan tiga klaster dengan α = 0.9 dan ε = 0.01 (ε merupakan kriteria penghentian). Rincian dari klaster yang dibuat dan *user* disetiap klaster ditunjukkan didalam Tabel 2.3. Setelah pengelompokkan dilakukan yaitu mengetahui anggota – anggota setiap klaster, maka dilakukan menghitung kembali *centroid* baru dari setiap klaster. Sebagai contoh, klaster 3 memiliki dua anggota. Dengan demikian *centroid* adalah rata – rata seluruh koordinat yang sesuai dari dua anggota.

$$C_{jx} = \frac{\sum_{i=1}^{c} r_i}{c} \tag{24}$$

Dimana:

r_i = nilai seluruh anggota sebuah klaster

C_{jx} = klaster j *rating* ke x

X = Indeks *item* di dalam klaster

I = Indeks *user* di dalam klaster

C = Batas jumlah *user* di dalam klaster lama

Tabel 2.10 *User* setiap klaster dengan *centroid*

Klaster *No.*	*Users*	*Centroid*
1	U_2, U_6, U_8, U_{10}	c_1
2	U_1, U_4, U_5, U_9	c_2
3	U_3, U_7	c_3

2.7.4 Tahapan Rekomendasi pada MFCMHPRS

Fase ini terdiri dari dua langkah yaitu (Subhash K. Shinde et al, 2011):

1. Mencari tetangga yang terdekat

   Dalam rangka menemukan tetangga terdekat dari *user*, harus dilakukan pengukuran kesamaan *user*. Menghitung kesamaan antara *centroid* dan *user*. Pilih klaster yang memiliki tingkat kesamaan tertinggi. Algoritma *cosine similarity* untuk mengukur kesamaan antara *user* u_1 dan klaster c_u. Peringkat *user* dapat dianggap sebagai vektor pada ruang *item n*-dimensi. Dengan asumsi peringkat dari ruang *item* dinilai oleh u_1 dan c_u masing masing vektor u_1 dan c_u.

$$sim\ (u^1, c_u) = \cos\left(\overline{u^1}, \overline{c_u}\right) = \frac{\overline{u^1}.\overline{c_u}}{\|\overline{u^1}\| \cdot \|\overline{c_u}\|} \tag{25}$$

   Di banyak kasus, satu-dua *item* biasanya digabungkan lalu dinilai oleh dua *user* sekaligus cukup sedikit. Bahkan jika peringkat dari *item* ini dinilai oleh dua *user* yang memiliki tingkat kesamaan yang tinggi. Untuk menilai kedua *user* serupa, ada kemungkinan kemiripan dari kedua *user* yang sangat tinggi jika menggunakan metode pengukuran kesamaan tradisional (Subhash K. Shinde et al, 2011). Koefisien menjadi sangat besar jika ditemukan banyak *item* yang dinilai oleh dua *user* yang memliki kesamaan yang tinggi, sebaliknya, koefisien menjadi sangat kecil. Oleh karena itu, perlu penjabaran koefisien *k* menjadi:

$$k = \frac{\cap\ (u^1, c_r)}{\cup\ (u^1,\ \ c_u)}. \tag{26}$$

   $\cap(u^1, c_u)$ mewakili angka dari *item* himpunan irisan *set* yang dua – duanya dinilai oleh *user*, u^1 dan c_u, $U(u^1, c_u)$ mewakili jumlah *item* himpunan gabungan *set* yang dua – duanya dinilai oleh *user* u^1 dan c_u. Kisaran dari *k* adalah antara 0 dan 1. Oleh karena itu kesamaan antara *user* dan *centroid* klaster dihitung sebagai yaitu sebagai berikut.

$$sim(u^1, c_u) = \cos\left(\overline{u^1}, \overline{c_u}\right) = \frac{\overline{u^1}.\overline{c_u}}{\|\overline{u^1}\| \cdot \|\overline{c_u}\|} * k \tag{27}$$

   Dimana,

   $\overline{u^1}$ = Rerata dari keseluruhan *rating* yang diberikan *user*

   $\overline{c_u}$ = Rerata dari keseluruhan *rating* yang diberikan setiap *user* didalam klaster pusat

   $\|\overline{u^1}\|$ = *Norm*/panjang dari vektor u^1

   $\|\overline{c_u}\|$ = *Norm*/panjang dari vektor c_u

Untuk contoh penggunaan, nilai persamaan dari *user* dari 3 klaster ditunjukkan pada Tabel 2.11. Pilihlah klaster yang memiliki nilai kesamaan yang tinggi.

Tabel 2.11 Tetangga terdekat dari *user*

	*Cluster*1	*Cluster*2	*Cluster*3
sim(u^1, c_u)	0.53	1.13	1.25
k	0.25	0.39	0.80
sim(u^1, c_u)*k	0.1325	0.4407	1.00

2. Menghasilkan rekomendasi *set*.

Prediksi penilaian *item i* oleh u^1 adalah $P_u^1(i)$ yang diperoleh dari *set* peringkat tetangga terdekat c_u yang dinilai dari *user* u^1, metode perhitungannya yaitu sebagai berikut.

$$P_{u^1}(i) = \overline{R_{u^1}} + \frac{\sum_{u^1 \in c_u} sim(u^1, c_u) * (\overline{R_u}(i) - R_{u^1}(i))}{\sum_{u^1, c_u} (|sim(u^1, c_u)|)} \quad (28)$$

Dimana,

$\overline{R_{u^1}}$ = penilaian rata-rata yang diberikan *user* u^1

$sim(u^1, c_u)$= persamaan antara *user* dan *user* dari klaster pusat data

$\overline{R_u}(i)$ = rata- rata penilaian seluruh *user* terhadap *item i*

$R_{u^1}(i)$ = penilaian *user* terhadap *item i*

Menurut peringkat *item*, *item* N (N adalah parameter yang mendefinisikan *user*) yang memiliki peringkat tertinggi untuk menyusun *set* rekomendasi dan merekomendasikannya ke *user*. Peringkat predikasi *user* dijabarkan yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.12 Prediksi *rating* dari *user*

	Jokes	*Predicating Rating*
Active User (u^1)	J_3	0.73
	J_4	0.43
	J_6	0.55
	J_9	0.42

Setelah penilaian kualitas setiap *item* dihitung, rekomendasi untuk *user* telah tersedia, seperti pada tabel di atas J_3 peringkat predikasi mencapai 0.73 akan direkomendasikan dan seterusnya.

2.8 Pengujian Perangkat Lunak dan Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi

Pengujian atau testing sendiri merupakan elemen kritis dari jaminan kualitas perangkat lunak dan merupakan bagian yang tidak terpisah dari siklus hidup pengembangan software seperti halnya analisis, desain, dan pengkodean. (Shi, 2010). Pengujian *software* haruslah dilakukan dalam proses rekayasa perangkat lunak atau *software engineering*. Ada beberapa jenis pengujian perangkat lunak, antara lain (Khan, 2011):

1. Pengujian Perangkat Lunak dengan *Black Box Testing*

   Pengujian yang berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak, *tester* dapat mendefinisikan kumpulan kondisi *input* dan melakukan pengujian pada spesifikasi fungsional program. *Black Box Testing* berfokus pada spesifikasi fungsional dari perangkat lunak. *Tester* dapat mendefinisikan kumpulan kondisi *input* dan melakukan pengujian pada spesifikasi fungsional program. *Black Box Testing* bukanlah solusi alternatif dari *White Box Testing* tapi lebih merupakan pelengkap untuk menguji hal-hal yang tidak dicakup oleh *White Box Testing*. *Black Box Testing* cenderung untuk menemukan hal-hal yaitu sebagai berikut.

   a. Fungsi yang tidak benar atau tidak ada
   b. Kesalahan antarmuka (*interface errors*)
   c. Kesalahan pada struktur data dan akses basis data
   d. Kesalahan performansi (*performance errors*)
   e. Kesalahan inisialisasi dan terminasi

2. Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi

   Pengujian digunakan untuk mengetahui seberapa akurat hasil rekomendasi yang diberikan sistem kepada *user*. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengevaluasi sistem rekomendasi yaitu dengan menghitung tingkat error pada hasil rekomendasi dan juga menghitung nilai presisi dari hasil *User Acceptance Test* (UAT) yang diberikan *user*.

   Dalam sistem rekomendasi, hasil rekomendasi yang diberikan perlu dilakukan pengukuran untuk mengukur tingkat akurasi hasil rekomendasi dapat dilakukan dengan melihat nilai *error* pada hasil rekomendasi yang diberikan. Tedapat banyak metode perhitungan *error* seperti, *Mean Square Error* (MSE), Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan *Mean Absolute Error* (MAE).

a. *Mean Square Error* (MSE)

MSE adalah rata-rata absolut dari kesalahan peramalan yang dikuadratkan. Persamaan dari MSE yaitu sebagai berikut (Soedjianto,2006).

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^{m} |ft - \hat{f}t|^2}{m} \tag{29}$$

Dimana,

ft = Permintaan aktual periode *t*

$\hat{f}$ = Ramalan permintaan periode *t*

m = Jumlah periode peramalan

MSE biasa dipakai untuk menghitung hasil dari peramalan namun MSE juga dapat diterapkan pada perhitungan hasil rekomendasi yaitu dengan mengganti *ft* (permintaan aktual periode *t*) menjadi *rating user* terhadap *item t* lalu (ramalan permintaan periode *t*) menjadi prediksi *rating user* terhadap *item* t dan m menjadi jumlah *item* yang dihitung.

b. *Mean Absolute Percentage* (MAPE)

MAPE adalah rata-rata persentase absolut dari kesalahan peramalan dengan menghitung *error absolute* tiap periode. *Error* ini kemudian dibagi dengan *n*. Persamaan dari MAPE ini yaitu sebagai berikut (Soedjianto,2006).

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^{m} \left(\frac{|ft - \hat{f}t|}{ft} \right) 100\%}{m} \tag{30}$$

c. *Mean Absolute Error* (MAE)

Dari ketiga jenis perhitungan *error*, MAE merupakan persamaan perhitungan nilai *error* yang paling sering digunakan untuk menghitung nilai *error* dari hasil rekomendasi. *Mean Absolute Error* (MAE) merupakan persamaan yang termasuk jenis *statistical accuracy metrics* dimana MAE akan menghitung nilai rata-rata selisih antara nilai prediksi dengan nilai yang sebenarnya. Persamaan MAE yaitu sebagai berikut (Sarwar, 2001).

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |pi - qi|}{N} \tag{31}$$

Dimana,

MAE = Nilai rata-rata kesalahan hitungan

N = jumlah *item* yang dihitung

pi = Nilai prediksi *item* ke i

qi = Nilai *rating* sebenarnya *item* ke i

Semakin rendah nilai MAE yang didapat, maka sistem semakin akurat dalam memprediksi.

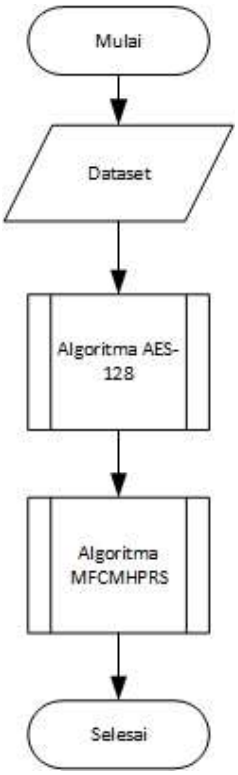
BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Analisis

Tahapan analisis terdiri dari analisis proses dan analisis kebutuhan. Analisis proses menjelaskan cara kerja algoritma *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) dan alur sistem rekomendasi hingga penerapan *Digital Rights Management* (DRM) dengan teknologi enkripsi yang digunakan adalah algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) - 128. Analisis kebutuhan terdiri dari analisis kebutuhan fungsional dan analisis kebutuhan *non*-fungsional.

3.1.1 Analisis Proses

Analisis proses digunakan untuk menjelaskan proses kerja pada perangkat lunak untuk menyelesaikan permasalahan yang ada, meliputi proses enkripsi - dekripsi buku digital menggunakan algoritma AES 128, dan rekomendasi buku digital dengan algoritma *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System (MFCMHPRS)*. Proses ini dimulai dari membaca dataset dari database, kemudian proses Algoritma AES-128 untuk melakukan enkripsi buku digital dan proses rekomendasi buku digital dengan algoritma *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System (MFCMHPRS)*. *Flowchart* dari analisis proses yaitu sebagai berikut.



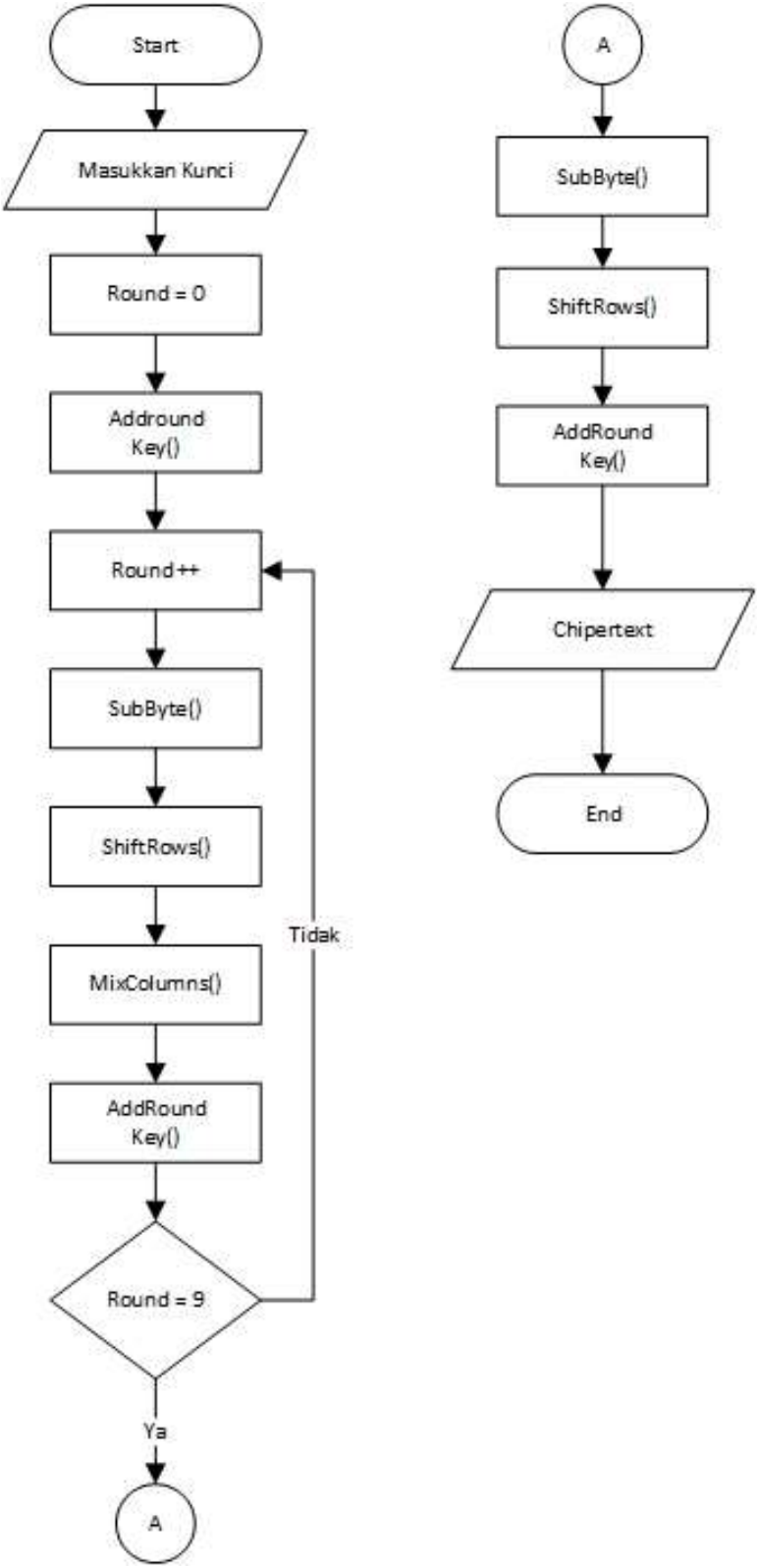
Gambar 3.1 *Flowchart* dari Analisis Proses

3.1.1.1 Enkripsi AES 128

Pada tahap ini dilakukan proses enkripsi buku digital yang menggunakan algoritma AES 128. Suatu *file* buku digital dalam media penyimpanan merupakan sebuah data yang tersusun atas *bit stream*. Agar dapat di enkripsi *file* tersebut harus diubah dalam bentuk *bit steam*. Pada tahap ini AES sebagai algoritma *block cipher* akan memproses data masukan dengan membaginya dalam blok-blok terlebih dulu, lalu proses enkripsi atau dekripsi akan dilakukan terpisah terhadap masing-masing blok data. Setiap blok AES terdiri atas 4x4 *byte* sehingga pesan akan dibagi dalam 128 bit per blok, apabila ada blok yang kurang dari 128 bit maka dilakukan penambahan karakter (*padding*) agar memenuhi syarat 128 bit per blok. AES akan dilengkapi dengan *PKCS5 padding*. Analisa proses enkripsi secara umum dapat dijelaskan yaitu sebagai berikut.

1. *User* akan memasukkan *key*.
2. *File* dipilih.
3. *File* akan dibaca sebagai *byte stream*.
4. Jika 16 *byte* terakhir kurang dari 16 maka isi dengan *padding*.
5. *Byte stream* dibagi oleh 16 *byte* per blok.
6. Lakukan proses enkripsi dimulai dari blok pertama yang dimasukan pada *array state*.
7. Proses:
    a. Proses *AddRoundKey*, XOR antara *key* dan *plainteks* (*byte*).
    b. Proses *subBytes*, subtitusi *byte* dengan *S-Box*
    c. Proses *ShiftRow*, pergeseran *byte* pada *array state*
    d. Proses *MixColumns*, transformasi kolom *State*
    e. Proses *addRoundKey*, XOR antara *State* dan *roundkey*
    f. Ulangi lagi langkah tersebut *a* sampai *e* sebanyak 9 kali
    g. Pada state akhir lakukan langkah *a* sampai *d* tanpa langkah *MixColumn*.
8. Jika proses enkripsi 16 byte pertama selesai, lakukan 16 *byte* selanjutnya hingga semua blok *byte* dienkripsi.

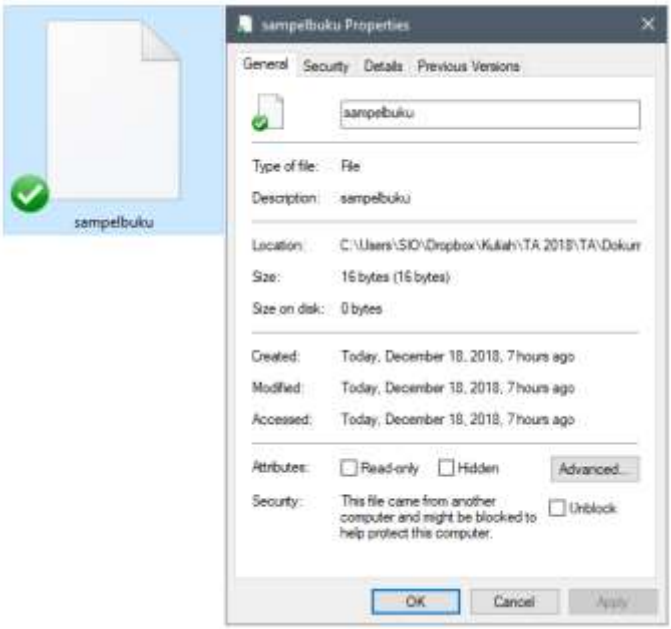
Flowchart sub proses AES-128 yaitu sebagai berikut.



Gambar 3.2 *Flowchart* proses enkripsi AES-128

Contoh perhitungan manual pada proses enkripsi AES 128 yaitu sebagai berikut. Diasumsikan *file* yang akan dienkripsi berukuran 16 *byte* dengan nama *file* “sampelbuku”

dengan *byte stream* dalam *base* 16 (*Hexadecimal*) yaitu: 39 FB FA 70 7F EC B7 04 06 DC D0 81 1A 5D F1 A2

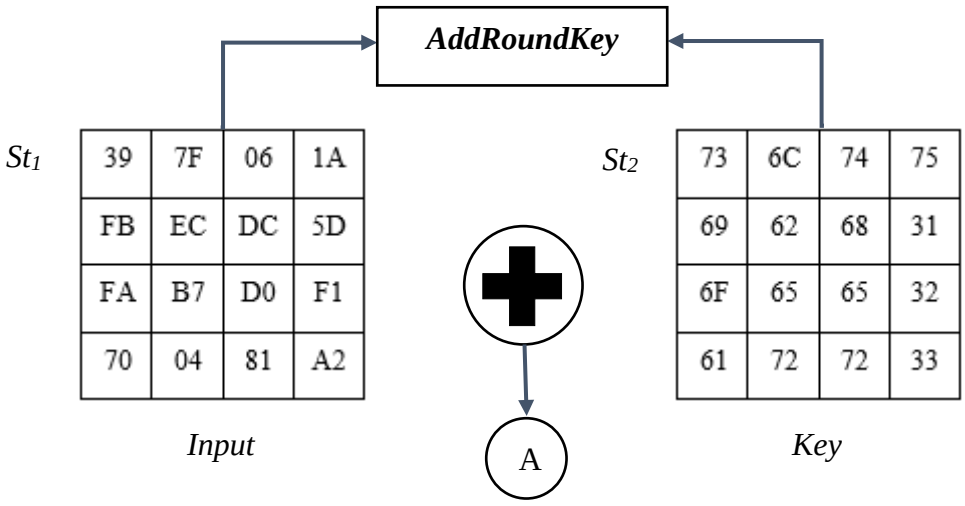


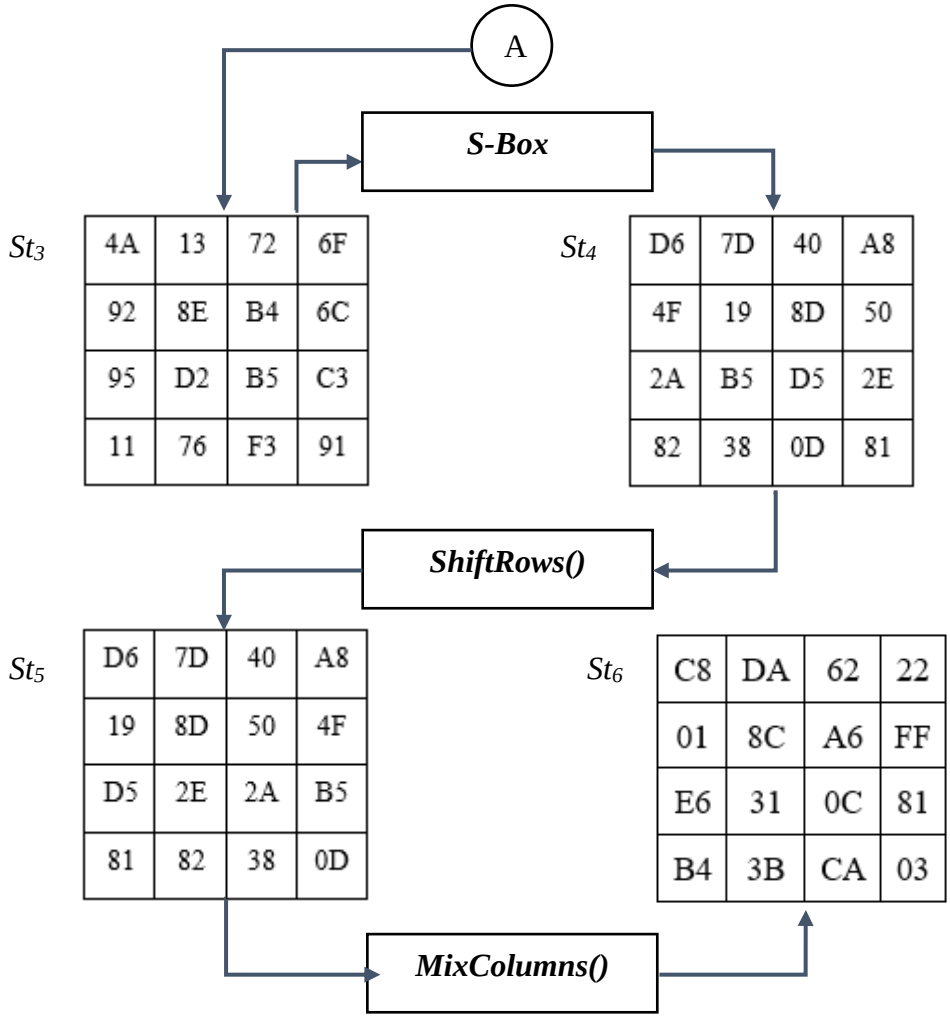
Gambar 3.3 Properti *file* sampelbuku

PlainText : 39 FB FA 70 7F EC B7 04 06 DC D0 81 1A 5D F1 A2

Key : sioalbertheru123

73 69 6f 61 6c 62 65 72 74 68 65 72 75 31 32 33 (Dalam bentuk *hexadecimal*)





Gambar 3.4 Simulasi Proses Enkripsi dengan AES-128 pada Round 1

1. AddRoundKey

   Langkah pertama yaitu mengkopi *plaintext* sebagai St_1 dan *Key* sebagai St_2. St_3 didapat dari proses *AddRoundKey* antara St_1 dan St_2 yang dikonversikan ke dalam bentuk biner, dijelaskan sebagai berikut:

00111001	=	'39'	01111111	=	'7F'	00000110	=	'06'	00011010	=	'1A'
01110011	=	'73'	01101100	=	'6C'	01110100	=	'74'	01110101	=	'75'
01001010	=	**'4A'**	00010011	=	**'13'**	01110010	=	**'72'**	01101111	=	**'6F'**
11111011	=	'FB'	11101100	=	'EC'	11011100	=	'DC'	01011101	=	'5D'
01101001	=	'69'	01100010	=	'62'	01101000	=	'68'	00110001	=	'31'
10010010	=	**'92'**	10001110	=	**'8E'**	10110100	=	**'B4'**	01101100	=	**'6C'**
11111010	=	'FA'	10110111	=	'B7'	11010000	=	'D0'	11110001	=	'F1'
01101111	=	'6F'	01100101	=	'65'	01100101	=	'65'	00110010	=	'32'
10010101	=	**'95'**	11010010	=	**'D2'**	10110101	=	**'B5'**	11000011	=	**'C3'**
1110000	=	'70'	100	=	'04'	10000001	=	'81'	10100010	=	'A2'
1100001	=	'61'	1110010	=	'72'	1110010	=	'72'	110011	=	'33'
10001	=	**'11'**	1110110	=	**'76'**	11110011	=	**'F3'**	10010001	=	**'91'**

Sehingga dihasilkan {‘4A’ ; ‘13’ ; ‘72’ ; ‘6F’ ; ‘92’ ; ‘8E’ ; ‘B4’ ; ‘6C’ ; ‘95’ ; ‘D2’ ; ‘B5’ ; ‘C3’ ; ‘11’ ; ‘76’ ; ‘F3’ ; ‘91’ }.

2. *SubBytes*

Langkah selanjutnya *SubBytes()* yaitu mensubstitusikan St_3 dalam bentuk heksadesimal ke dalam tabel *S-Box* (Tabel 2.3). Sehingga menghasilkan St_4. Dimana diketahui $S_{r\,c}$ sebagai *State* 3 serta *r* (*row*) merupakan baris dan *c* (*column*) merupakan kolom. Digambarkan ‘**4A**’ menjadi ‘**D6**’ yaitu sebagai berikut.

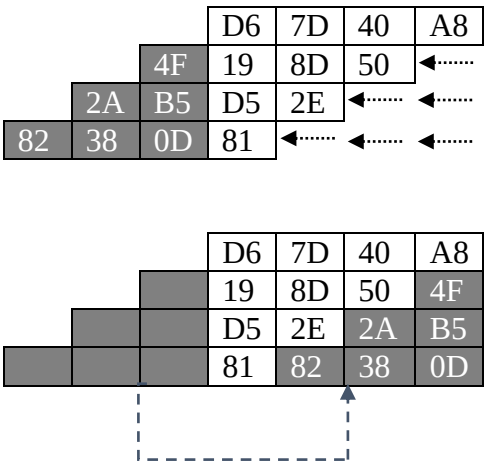
Tabel 3.1 Tabel S-Box pada Enkripsi AES-128

S		R															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
C	0	63	7C	77	7B	F2	6B	6F	C5	30	01	67	2B	FE	D7	AB	76
	1	CA	82	C9	7D	FA	59	47	F0	AD	D4	A2	AF	9C	A4	72	C0
	2	B7	FD	93	26	36	3F	F7	CC	34	A5	E5	F1	71	D8	31	15
	3	04	C7	23	C3	18	96	05	9A	07	12	80	E2	EB	27	B2	75
	4	09	83	2C	1A	1B	6E	5A	A0	52	3B	D6	B3	29	E3	2F	84
	5	53	D1	00	ED	20	FC	B1	5B	6A	CB	BE	39	4A	4C	58	CF
	6	D0	EF	AA	FB	43	4D	33	85	45	F9	02	7F	50	3C	9F	A8
	7	51	A3	40	8F	92	9D	38	F5	BC	B6	DA	21	10	FF	F3	D2
	8	CD	0C	13	EC	5F	97	44	17	C4	A7	7E	3D	64	5D	19	73
	9	60	81	4F	DC	22	2A	90	88	46	EE	B8	14	DE	5E	0B	DB
	A	E0	32	3A	0A	49	06	24	5C	C2	D3	AC	62	91	95	E4	79
	B	E7	C8	37	6D	8D	D5	4E	A9	6C	56	F4	EA	65	7A	AE	08
	C	BA	78	25	2E	1C	A6	B4	C6	E8	DD	74	1F	4B	BD	8B	8A
	D	70	3E	B5	66	48	03	F6	0E	61	35	57	B9	86	C1	1D	9E
	E	E1	F8	98	11	69	D9	8E	94	9B	1E	87	E9	CE	55	28	DF
	F	8C	A1	89	0D	BF	E6	42	68	41	99	2D	0F	B0	54	BB	16

2. *ShiftRows()*

St_5 merupakan hasil dari proses *ShiftRows()* dengan menggeser secara *cyclic* yaitu sebagai berikut.

D6	7D	40	A8
4F	19	8D	50
2A	B5	D5	2E
82	38	0D	81



3. *MixColoums()*

Langkah selanjutnya yaitu *MixColoumns*() (gambar 2.4), St_6 dihasilkan dari perkalian antara koefisien { ‘02’ ; ‘03’ ; ‘01’ ; ‘01’ } yang ditetapkan Rijndael dengan St_5 (*per-word*). Operasi yang dilakukan sebagai perkalian matriks (gambar 2.4) dengan merepresentasikan ke dalam bentuk *polynomial* sehingga mendapatkan persamaan seperti persamaan 2, dijelaskan yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.2 *RoundKey*

w0	*w1*	*w2*	*w3*
D6	7D	40	A8
19	8D	50	4F
D5	2E	2A	B5
81	82	38	0D

Sebagai contoh *w0* = D6 19 D5 81 di bawah ini:

$S'_{0,c}$ = ({0,2} • D6) ⊕ ({03} • 19) ⊕ D5 ⊕ 81

$S'_{1,c}$ = D6 ⊕ ({02} • 19) ⊕ ({03} • D5) ⊕ 81_c

$S'_{2,c}$ = D6 ⊕ 19({02} • D5) ⊕ ({03} • 81)

$S'_{3,c}$ = ({03} • D6) ⊕ 19 ⊕ D5 ⊕ ({03} • 81)

Representasi *polynomial*:

‘01’ = 00000001 = 1; element identitas (•)

‘02’ = 00000010 = x

‘03’ = 00000011 = $x + 1$

‘D6’ = 11010110 = $x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x$

‘19’ = 00011001 = $x^4 + x^3 + 1$

‘D5’ = 11010101 = $x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1$

‘81’ = 10000001 = $x^7 + 1$

Perkalian (•)

1. $S'_{0,c}$ = ({0,2} • D6) ⊕ ({03} • 19) ⊕ D5 ⊕ 81

   ({0,2} • D6) = $(x) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x)$

   = $(x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x^2)$

   = $(x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x^2)\ modulo\ (x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)$

$= x^8 + x^4 + x^3 + x + 1 \;\overline{\sqrt{x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x^2}}^{1}$

$\underline{x^8 + x^4 + x^3 + x + 1}$

$x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

$= x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$

= 10110111

({03} • 19) $= (x + 1) \times (x^4 + x^3 + 1)$

$= (x^5 + x^4 + x) + (x^4 + x^3 + 1)$

$= x^5 + x^3 + x + 1$

= 00101011

({01} • D5) $= (1) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1)$

$= (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1)$

= 11010101

({01} • 81) $= (1) \times (x^7 + 1)$

$= x^7 + 1$

= 10000001

2. $S'_{1,c}$ = D6 ⊕ ({02} • 19) ⊕ ({03} • D5) ⊕ 81_c

({01} • D6) $= (1) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x)$

$= x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x$

= 11010110

({02} • 19) $= (x) \times (x^4 + x^3 + 1)$

$= x^5 + x^4 + x$

= 00110010

({03} • D5) $= (x + 1) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1)$

$= (x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x) + (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1)$

$= (x^8 + +x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)$

$= (x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1)\ modulo\ (x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)$

$= x^8 + x^4 + x^3 + x + 1 \;\overline{\sqrt{(x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1}}^{1}$

$\underline{x^8 + x^4 + x^3 + x + 1}$

$x^6 + x^5 + x^2$

$= x^6 + x^5 + x^2$

= 01100100

({01} • 81) $= (1) \times (x^7 + 1)$

$= x^7 + 1$

= 10000001

3. $S'_{2,c}$ = D6 ⊕ 19({02} • D5) ⊕ ({03} • 81)

({01} • D6) $= (1) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x)$

$= x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x$

= 11010110

({01} • 19) $= (1) \times (x^4 + x^3 + 1)$

$= x^4 + x^3 + 1$

= 00011001

({02} • D5) $= (x) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1)$

$= (x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x)$

$= (x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x)\ modulo\ (x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)$

$$= x^8 + x^4 + x^3 + x + 1 \quad \begin{array}{l} \sqrt{(x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x)}^{1} \\ \underline{x^8 + x^4 + x^3 + x + 1} \\ x^7 + x^5 + x^4 + 1 \end{array}$$

$= x^7 + x^5 + x^4 + 1$

= 10110001

({03} • 81) $= (x + 1) \times (x^7 + 1)$

$= (x^8 + x) + (x^7 + 1)$

$= x^8 + x^7 + x + 1$

$= (x^8 + x^7 + x + 1)\ modulo\ (x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)$

$$= x^8 + x^4 + x^3 + x + 1 \quad \begin{array}{l} \sqrt{x^8 + x^7 + x + 1}^{\ 1} \\ \underline{x^8 + x^4 + x^3 + x + 1} \\ x^7 + x^4 + x^3 \end{array}$$

$= x^7 + x^4 + x^3$

= 10011000

4. $S'_{3,c}$ = ({03} • D6) ⊕ 19 ⊕ D5 ⊕ ({03} • 81)

({03} • D6) $= (x + 1) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x)$

$= (x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + x^2) + (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x)$

$= (x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x)$

$= (x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x)\ modulo\ (x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)$

$$= x^8 + x^4 + x^3 + x + 1 \quad \begin{array}{r|l} x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x & 1 \\ \underline{x^8 + x^4 + x^3 + x + 1} & \\ x^6 + x^5 + 1 & \end{array}$$

$= x^6 + x^5 + 1$

= 01100001

({01} • 19) $= (1) \times (x^4 + x^3 + 1)$

$= x^4 + x^3 + 1$

= 00011001

({01} • D5) $= (1) \times (x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1)$

$= x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1$

= 11010101

({02} • 81) $= (x) \times (x^7 + 1)$

$= (x^8 + x)$

$= (x^8 + x)\ modulo\ (x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)$

$$= x^8 + x^4 + x^3 + x + 1 \quad \begin{array}{r|l} x^8 & 1 \\ \underline{x^8 + x^4 + x^3 + x + 1} & \\ x^4 + x^3 + 1 & \end{array}$$

$= x^4 + x^3 + 1$

= 00011001

XOR (⊕)

10110111			11010110			11010110			01100001		
00101011			00110010			00011001			00011001		
11010101			01100100			10110001			11010101		
10000001			10000001			10011000			00011001		
00110010	=	**'C8'**	01000001	=	**'01'**	11100110	=	**'E6'**	10110100	=	**'B4'**

Dapat dituliskan yaitu sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} D6 \\ 19 \\ D5 \\ 81 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C8 \\ 01 \\ E6 \\ B4 \end{bmatrix}$$

Nilai yang dioperasikan di atas sama cara untuk mencari w_1, w_2, w_3

Diasumsikan untuk *round* selanjutnya sama dengan simulasi di atas, hanya saja kunci yang digunakan pada *AddRoundKey* menggunakan *key schedule* (*Sub-BAB 3.1.1.3*).

Simulasi Enkripsi AES-128 untuk setiap *Round* pada kasus ini dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 3.3 Enkripsi AES-128 untuk setiap Round

Plaintext (input)				Key (input)				Ciphertext (output)			
39	7F	06	1A	73	6C	74	75	3A	FA	9E	E2
FB	EC	DC	5D	69	62	68	31	8A	8A	C5	4E
FA	B7	D0	F1	6F	65	65	32	34	1D	CE	15
70	04	81	A2	61	72	72	33	84	75	39	2D

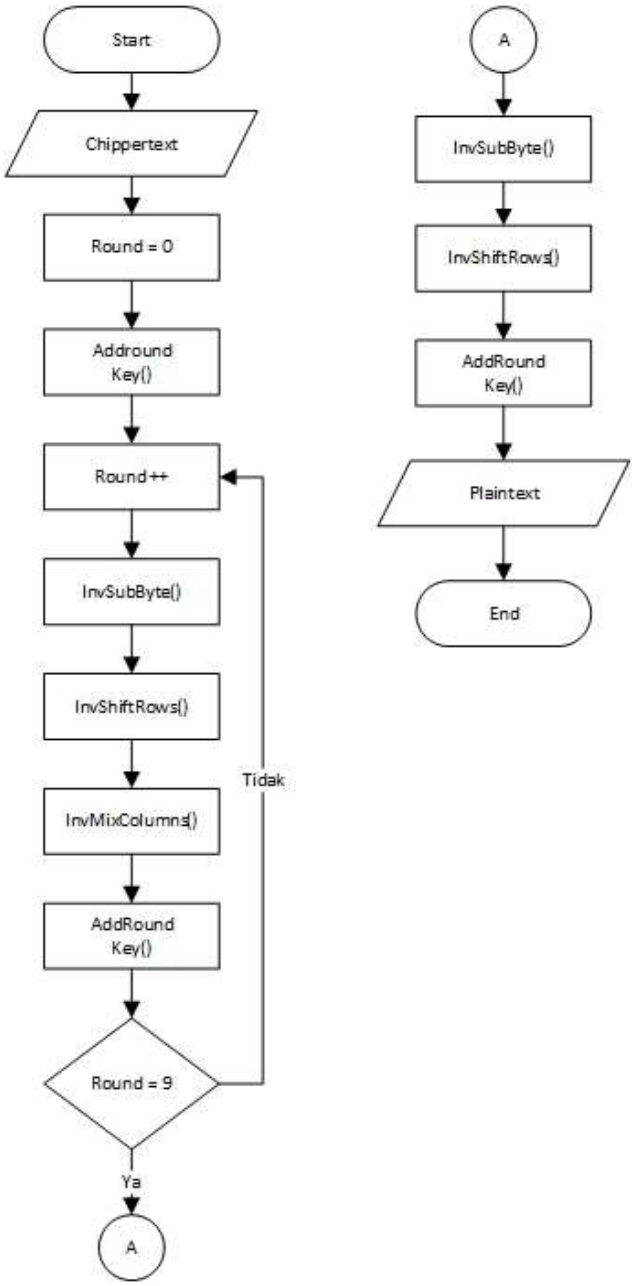
String Representations	
Plaintext:	39FBFA707FECB70406DCD0811A5DF1A2
Key:	73696F616C6265727468657275313233
Ciphertext:	3A8A3484FA8A1D759EC5CE39E24E152D

	SubBytes				ShiftRows				MixColumns				AddRoundKey				Key Schedule				Round Constant
Round 0													4A	13	72	6F	73	6C	74	75	
													92	8E	B4	6C	69	62	68	31	
													95	D2	B5	C3	6F	65	65	32	
													11	76	F3	91	61	72	72	33	
Round 1	D6	7D	40	A8	D6	7D	40	A8	C8	DA	62	22	7D	03	CF	FA	B5	D9	AD	D8	01
	4F	19	8D	50	19	8D	50	4F	01	8C	A6	FF	4B	A4	E6	8E	4A	28	40	71	
	2A	B5	D5	2E	D5	2E	2A	B5	E6	31	0C	81	4A	F8	A0	1F	AC	C9	AC	9E	
	82	38	0D	81	81	82	38	0D	B4	3B	CA	03	48	B5	36	CC	FC	8E	FC	CF	
Round 2	FF	7B	8A	2D	FF	7B	8A	2D	95	ED	27	D0	81	20	47	68	14	CD	60	B8	02
	B3	49	8E	19	49	8E	19	B3	1D	75	0C	96	5C	1C	25	CE	41	69	29	58	
	D6	41	E0	C0	E0	C0	D6	41	B0	98	40	13	96	77	03	CE	26	EF	43	DD	
	52	D5	05	4B	4B	52	D5	05	25	67	FB	8F	B8	74	14	AF	9D	13	EF	20	
Round 3	0C	B7	A0	45	0C	B7	A0	45	A5	D3	DF	5B	DF	64	08	34	7A	B7	D7	6F	04
	4A	9C	3F	8B	9C	3F	8B	4A	DB	23	94	2F	5B	CA	54	B7	80	E9	C0	98	
	90	F5	7B	8B	7B	8B	90	F5	ED	31	BD	EB	7C	4F	80	0B	91	7E	3D	E0	
	6C	92	FA	79	79	6C	92	FA	01	AE	DF	9F	F0	4C	D2	B2	F1	E2	0D	2D	
Round 4	9E	43	30	18	9E	43	30	18	41	41	B9	4A	75	C2	ED	71	34	83	54	3B	08
	39	74	20	A9	74	20	A9	39	0D	F2	60	48	6C	7A	28	98	61	88	48	D0	
	10	84	CD	2B	CD	2B	10	84	32	BA	C2	F6	7B	8D	C8	1C	49	37	0A	EA	
	8C	29	B5	37	37	8C	29	B5	6E	CD	BB	E4	37	76	0D	7F	59	BB	B6	9B	
Round 5	9D	25	55	A3	9D	25	55	A3	6E	10	79	27	3A	C7	FA	9F	54	D7	83	B8	10
	50	DA	34	46	DA	34	46	50	C3	68	82	33	25	06	A4	C5	E6	6E	26	F6	
	21	5D	E8	9C	E8	9C	21	5D	E1	87	19	2B	BC	ED	79	A1	5D	6A	60	8A	
	9A	38	D7	D2	D2	9A	38	D7	31	E8	E8	46	8A	E8	5E	6B	BB	00	B6	2D	
Round 6	80	C6	2D	DB	80	C6	2D	DB	63	00	55	E1	55	E1	37	3B	36	E1	62	DA	20
	3F	6F	49	A6	6F	49	A6	3F	E0	7C	4E	02	78	8A	9E	24	98	F6	D0	26	
	65	55	B6	32	B6	32	65	55	19	69	F7	A6	9C	86	78	A3	85	EF	8F	05	
	7E	9B	58	7F	7F	7E	9B	58	BC	D6	99	AC	6B	01	F8	E0	D7	D7	61	4C	

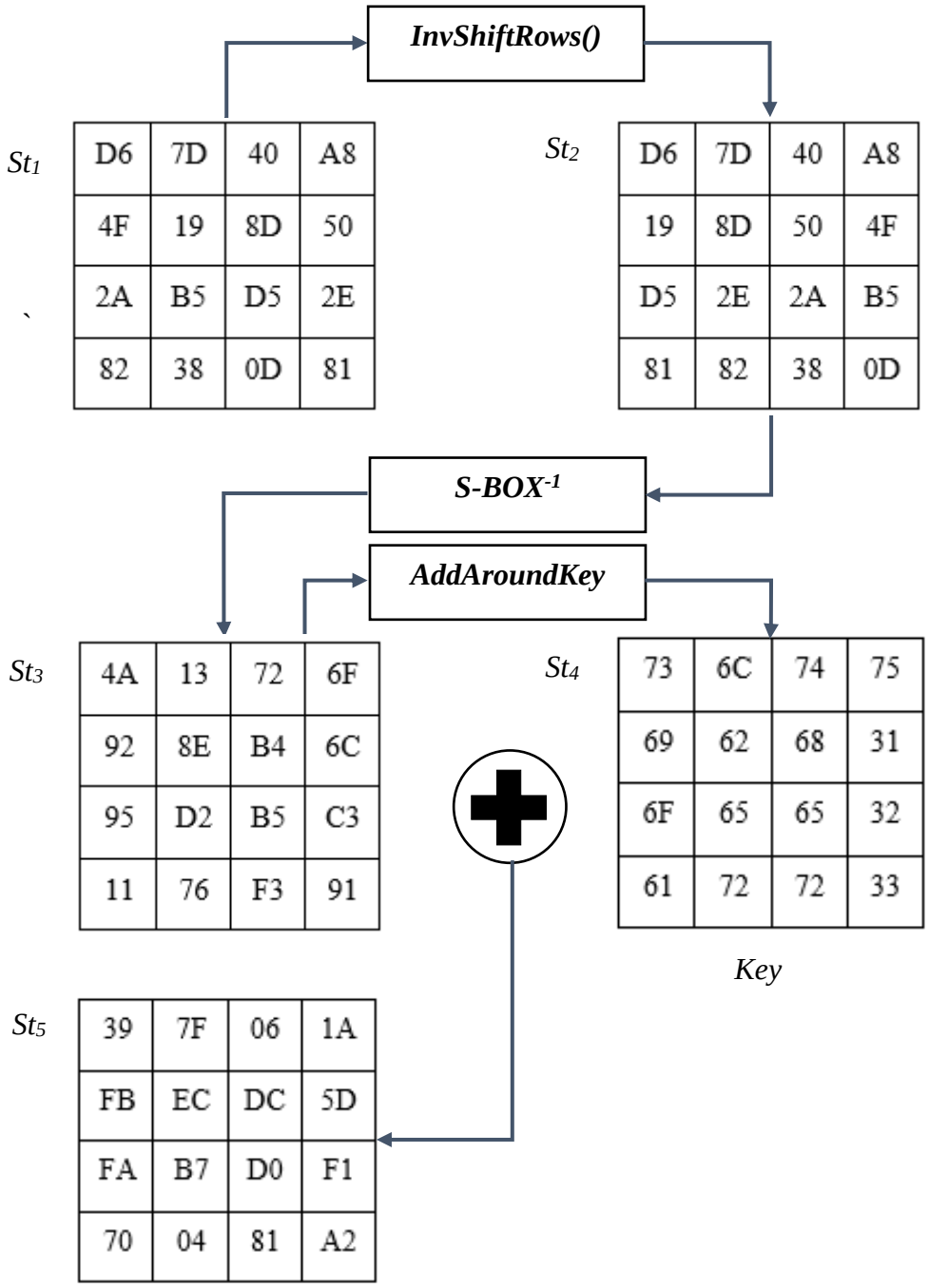
Round 7	FC	F8	9A	E2	FC	F8	9A	E2	3C	83	D7	05	BD	E3	D5	DD	81	60	02	D8	40
	BC	7E	0B	36	7E	0B	36	BC	3E	8F	F3	0C	CD	8A	26	FF	F3	05	D5	F3	
	DE	44	BC	0A	BC	0A	DE	44	D9	66	8F	15	75	25	43	DC	AC	43	CC	C9	
	7F	7C	41	E1	E1	7F	7C	41	04	EC	A5	47	84	BB	93	3D	80	57	36	7A	
Round 8	7A	11	03	C1	7A	11	03	C1	4B	F9	4B	A6	47	95	25	10	0C	6C	6E	B6	80
	BD	7E	F7	16	7E	F7	16	BD	8F	2A	79	3D	A1	01	87	30	2E	2B	FE	0D	
	9D	3F	1A	86	1A	86	9D	3F	59	10	11	7D	2F	25	E8	4D	76	35	F9	30	
	5F	EA	DC	27	27	5F	EA	DC	A4	FC	41	79	45	4A	C1	83	E1	B6	80	FA	
Round 9	A0	2A	3F	CA	A0	2A	3F	CA	A8	E0	B1	9E	68	4C	73	EA	C0	AC	C2	74	1B
	32	7C	17	04	7C	17	04	32	02	54	DE	97	28	55	21	65	2A	01	FF	F2	
	15	3F	9B	E3	9B	E3	15	3F	DE	52	70	0E	85	3C	E7	A9	5B	6E	97	A7	
	6E	D6	78	EC	EC	6E	D6	78	DF	56	E7	B8	70	4F	7E	DB	AF	19	99	63	
Round 10	45	29	8F	87	45	29	8F	87					3A	FA	9E	E2	7F	D3	11	65	36
	34	FC	FD	4D	FC	FD	4D	34					8A	8A	C5	4E	76	77	88	7A	
	97	EB	94	D3	94	D3	97	EB					34	1D	CE	15	A0	CE	59	FE	
	51	84	F3	B9	B9	51	84	F3					84	75	39	2D	3D	24	BD	DE	
	SubBytes				**ShiftRows**				**MixColumns**				**AddRoundKey**				**Key Schedule**				**Round Constant**

3.1.1.2 Dekripsi AES 128

Dekripsi merupakan penerjemahan *ciphertext* menjadi bentuk semula atau *plaintext*. Simulasikan pada *round* ke-10 (*Final Round*) yang merupakan *invers* dari *cipher sub-BAB 3.1.1.1*, yang mana proses *mixcolumn()* tidak diikutkan pada round ini. Proses Dekripsi AES 128 dijelaskan yaitu sebagai berikut.



Gambar 3.5 *Flowchart* proses Dekripsi AES-128



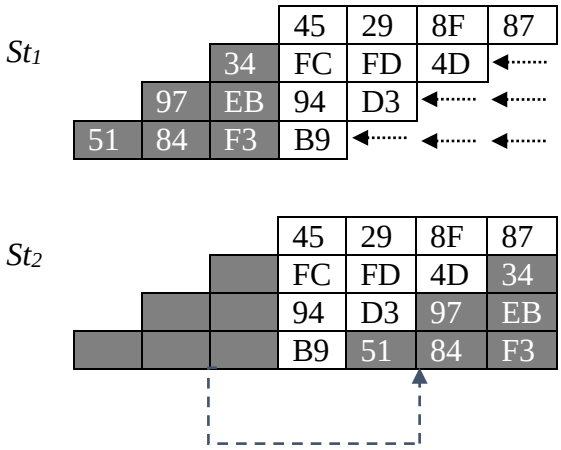
Gambar 3.6 Simulasi Proses Dekripsi dengan AES-128 pada Round 1

1. *InvShiftRows()*

   St_2 merupakan hasil dari proses *InvShiftRows()* dengan menggeser secara *cyclic* yaitu sebagai berikut.

St_1

45	29	8F	87
34	FC	FD	4D
97	EB	94	D3
51	84	F3	B9



2. *InvSubBytes()*

   Invers SubBytes() yaitu mensubstitusikan St_2 dalam bentuk heksadesimal ke dalam ke dalam tabel *S-Box*$^{-1}$ (*Invers S-BOX* Tabel 2.4) sehingga menghasilkan St_3. Digambarkan "**45**" menjadi "**68**" yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.4 Tabel Invers S-Box pada Dekripsi AES-128

S		C															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
r	0	52	09	6A	D5	30	36	A5	38	BF	40	A3	9E	81	F3	D7	FB
	1	7C	E3	39	82	9B	2F	FF	87	34	8E	43	44	C4	DE	E9	CB
	2	54	7B	94	32	A6	C2	23	3D	EE	4C	95	0B	42	FA	C3	4E
	3	08	2E	A1	66	28	D9	24	B2	76	5B	A2	49	6D	8B	D1	25
	4	72	F8	F6	64	86	**68**	98	16	D4	A4	5C	CC	5D	65	B6	92
	5	6C	70	48	50	FD	ED	B9	DA	5E	15	46	57	A7	8D	9D	84
	6	90	D8	AB	00	8C	BC	D3	0A	F7	E4	58	05	B8	B3	45	06
	7	D0	2C	1E	8F	CA	3F	0F	02	C1	AF	BD	03	01	13	8A	6B
	8	3A	91	11	41	4F	67	DC	EA	97	F2	CF	CE	F0	B4	E6	73
	9	96	AC	74	22	E7	AD	35	85	E2	F9	37	E8	1C	75	DF	6E
	A	47	F1	1A	71	1D	29	C5	89	6F	B7	62	0E	AA	18	BE	1B
	B	FC	56	3E	4B	C6	D2	79	20	9A	DB	C0	FE	78	CD	5A	F4
	C	1F	DD	A8	33	88	07	C7	31	B1	12	10	59	27	80	EC	5F
	D	60	51	7F	A9	19	B5	4A	0D	2D	E5	7A	9F	93	C9	9C	EF
	E	A0	E0	3B	4D	AE	2A	F5	B0	C8	EB	BB	3C	83	53	99	61
	F	17	2B	04	7E	BA	77	D6	26	E1	69	14	63	55	21	0C	7D

3. *AddRoundKey*

Langkah terakhir adalah *AddRoundKey*() dengan mengoperasikan XOR antara St_3 dan St_4. Sehingga menghasilkan *plaintext*, dijelaskan yaitu sebagai berikut.

01001010	=	‘4A’	00010011	=	‘13’	01110010	=	‘72’	01101111	=	‘6F’
01110011	=	‘73’	01101100	=	‘6C’	01110100	=	‘74’	01110101	=	‘75’
00111001	=	‘**39**’	01111111	=	‘**7F**’	00000110	=	‘**06**’	00011010	=	‘**1A**’
10010010	=	‘92’	10001110	=	‘8E’	10110100	=	‘B4’	01101100	=	‘6C’
01101001	=	‘69’	01100010	=	‘62’	01101000	=	‘68’	00110001	=	‘31’
11111011	=	‘**FB**’	11101100	=	‘**EC**’	11011100	=	‘**DC**’	01011101	=	‘**5D**’
10010101	=	‘95’	11010010	=	‘D2’	10110101	=	‘B5’	11000011	=	‘C3’
01101111	=	‘6F’	01100101	=	‘65’	01100101	=	‘65’	00110010	=	‘32’
11111010	=	‘**FA**’	10110111	=	‘**B7**’	11010000	=	‘**D0**’	11110001	=	‘**F1**’
00010001	=	‘11’	01110110	=	‘76’	11110011	=	‘F3’	10010001	=	‘91’
01100001	=	‘61’	01110010	=	‘72’	01110010	=	‘72’	00110011	=	‘33’
01110000	=	‘**70**’	00000100	=	‘**04**’	10000001	=	‘**81**’	10100010	=	‘**A2**’

Sehingga kembali ke bentuk aslinya atau *plaintext* {‘39’ ; ‘7F’ ; ‘06’ ; ‘1A’ ; ‘FB’ ; ‘EC’ ; ‘DC’ ; ‘5D’ ; ‘FA’ ; ‘B7’ ; ‘D0’ ; ‘F1’ ; ‘70’ ; ‘04’ ; ‘81’ ; ‘A2’ }.

Diasumsikan juga seperti *cipher* bahwa simulasi *round* 1 sampai 9 caranya sama seperti diatas. Sehingga pesan yang acak dapat kembali seperti semula. Simulasi Dekripsi AES-128 untuk setiap *Round* pada kasus ini dapat dilihat di bawah ini:

Ciphertext (input)				Key (input)				Plaintext (output)			
3A	FA	9E	E2	73	6C	74	75	39	7F	06	1A
8A	8A	C5	4E	69	62	68	31	FB	EC	DC	5D
34	1D	CE	15	6F	65	65	32	FA	B7	D0	F1
84	75	39	2D	61	72	72	33	70	04	81	A2

String Representations	
Ciphertext	: 3A8A3484FA8A1D759EC5CE39E24E152D
Key	: 73696F616C62657274686572753132 33
Plaintext	: 39FBFA707FECB70406DCD0811A5DF1A2

Tabel 3.5 Dekripsi AES-128 untuk setiap Round

	SubBytes				ShiftRows				MixColumns				AddRoundKey				Key Schedule				Round Constant
Round 0													39	7F	06	1A	73	6C	74	75	
													FB	EC	DC	5D	69	62	68	31	
													FA	B7	D0	F1	6F	65	65	32	
													70	04	81	A2	61	72	72	33	
Round 1	4A	13	72	6F	D6	7D	40	A8	D6	7D	40	A8	C8	DA	62	22	B5	D9	AD	D8	01
	92	8E	B4	6C	4F	19	8D	50	19	8D	50	4F	01	8C	A6	FF	4A	28	40	71	
	95	D2	B5	C3	2A	B5	D5	2E	D5	2E	2A	B5	E6	31	0C	81	AC	C9	AC	9E	
	11	76	F3	91	82	38	0D	81	81	82	38	0D	B4	3B	CA	03	FC	8E	FC	CF	
Round 2	7D	03	CF	FA	FF	7B	8A	2D	FF	7B	8A	2D	95	ED	27	D0	14	CD	60	B8	02
	4B	A4	E6	8E	B3	49	8E	19	49	8E	19	B3	1D	75	0C	96	41	69	29	58	
	4A	F8	A0	1F	D6	41	E0	C0	E0	C0	D6	41	B0	98	40	13	26	EF	43	DD	
	48	B5	36	CC	52	D5	05	4B	4B	52	D5	05	25	67	FB	8F	9D	13	EF	20	
Round 3	81	20	47	68	0C	B7	A0	45	0C	B7	A0	45	A5	D3	DF	5B	7A	B7	D7	6F	04
	5C	1C	25	CE	4A	9C	3F	8B	9C	3F	8B	4A	DB	23	94	2F	80	E9	C0	98	
	96	77	03	CE	90	F5	7B	8B	7B	8B	90	F5	ED	31	BD	EB	91	7E	3D	E0	
	B8	74	14	AF	6C	92	FA	79	79	6C	92	FA	01	AE	DF	9F	F1	E2	0D	2D	
Round 4	DF	64	08	34	9E	43	30	18	9E	43	30	18	41	41	B9	4A	34	83	54	3B	08
	5B	CA	54	B7	39	74	20	A9	74	20	A9	39	0D	F2	60	48	61	88	48	D0	
	7C	4F	80	0B	10	84	CD	2B	CD	2B	10	84	32	BA	C2	F6	49	37	0A	EA	
	F0	4C	D2	B2	8C	29	B5	37	37	8C	29	B5	6E	CD	BB	E4	59	BB	B6	9B	
Round 5	75	C2	ED	71	9D	25	55	A3	9D	25	55	A3	6E	10	79	27	54	D7	83	B8	10
	6C	7A	28	98	50	DA	34	46	DA	34	46	50	C3	68	82	33	E6	6E	26	F6	
	7B	8D	C8	1C	21	5D	E8	9C	E8	9C	21	5D	E1	87	19	2B	5D	6A	60	8A	
	37	76	0D	7F	9A	38	D7	D2	D2	9A	38	D7	31	E8	E8	46	BB	00	B6	2D	
Round 6	3A	C7	FA	9F	80	C6	2D	DB	80	C6	2D	DB	63	00	55	E1	36	E1	62	DA	20
	25	06	A4	C5	3F	6F	49	A6	6F	49	A6	3F	E0	7C	4E	02	98	F6	D0	26	
	BC	ED	79	A1	65	55	B6	32	B6	32	65	55	19	69	F7	A6	85	EF	8F	05	
	8A	E8	5E	6B	7E	9B	58	7F	7F	7E	9B	58	BC	D6	99	AC	D7	D7	61	4C	
Round 7	55	E1	37	3B	FC	F8	9A	E2	FC	F8	9A	E2	3C	83	D7	05	81	60	02	D8	40
	78	8A	9E	24	BC	7E	0B	36	7E	0B	36	BC	3E	8F	F3	0C	F3	05	D5	F3	
	9C	86	78	A3	DE	44	BC	0A	BC	0A	DE	44	D9	66	8F	15	AC	43	CC	C9	
	6B	01	F8	E0	7F	7C	41	E1	E1	7F	7C	41	04	EC	A5	47	80	57	36	7A	
Round 8	BD	E3	D5	DD	7A	11	03	C1	7A	11	03	C1	4B	F9	4B	A6	0C	6C	6E	B6	80
	CD	8A	26	FF	BD	7E	F7	16	7E	F7	16	BD	8F	2A	79	3D	2E	2B	FE	0D	
	75	25	43	DC	9D	3F	1A	86	1A	86	9D	3F	59	10	11	7D	76	35	F9	30	
	84	BB	93	3D	5F	EA	DC	27	27	5F	EA	DC	A4	FC	41	79	E1	B6	80	FA	
Round 9	47	95	25	10	A0	2A	3F	CA	A0	2A	3F	CA	A8	E0	B1	9E	C0	AC	C2	74	1B
	A1	01	87	30	32	7C	17	04	7C	17	04	32	02	54	DE	97	2A	01	FF	F2	
	2F	25	E8	4D	15	3F	9B	E3	9B	E3	15	3F	DE	52	70	0E	5B	6E	97	A7	
	45	4A	C1	83	6E	D6	78	EC	EC	6E	D6	78	DF	56	E7	B8	AF	19	99	63	
Round 10	68	4C	73	EA	45	29	8F	87					45	29	8F	87	7F	D3	11	65	36
	28	55	21	65	34	FC	FD	4D					FC	FD	4D	34	76	77	88	7A	
	85	3C	E7	A9	97	EB	94	D3					94	D3	97	EB	A0	CE	59	FE	
	70	4F	7E	DB	51	84	F3	B9					B9	51	84	F3	3D	24	BD	DE	
																	Key Schedule				Round Constant

3.1.1.3 Pembentukan Kunci AES 128

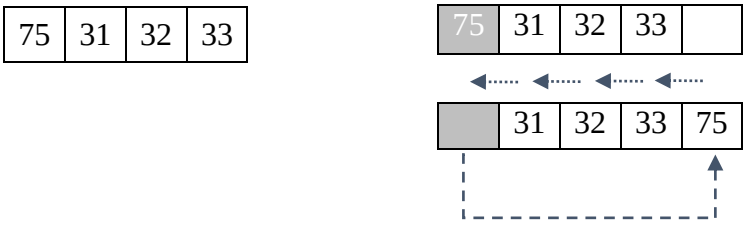
Ekspansi kunci yang dibangkitkan dari kunci primer menghasilkan *key schedule*. Kunci direpresentasikan menjadi *word* ($w[i]$). Misalnya diketahui *cipher key* pada *round* ke-1 yaitu sebagai berikut.

Cipher Key:

w_0	w_1	w_2	w_3
73	6C	74	75
69	62	68	31
6F	65	65	32
61	72	72	33

Maka akan diselesaikan dengan langkah di bawah ini:

1. *Temp* sebagai variabel menyimpan *key schedule* sebelumnya, untuk yang pertama diperoleh dari w_3: **"75" "31" "32" "33"**.
2. *RotWord()* merupakan proses pergeseran sekali ke kiri secara *cyclic* seperti *ShiftRows()*.



'31' '32' '33' '75'

3. *SubWord()* merupakan proses substitusi tabel *non-linear* S-BOX seperti *SubBytes()*.

   '31' → 'C7' '32' → '23' '33' → 'C3' '75' → '9D'

   'C7' '23' 'C3' '9D'

4. Operasikan XOR antara hasil *SubWord*() (*langkah 3*) dengan *Rcon*[i]

11000111	=	'C7'	00100011	=	'23'	11000011	=	'C3'	10011101	=	'9D'
00000001	=	'01'	00000000	=	'00'	00000000	=	'00'	00000000	=	'00'
11000110	=	'C6'	00100011	=	**'23'**	11000011	=	**'C3'**	10011101	=	**'9D'**

   Sehingga menghasilkan: **'C6' '23' 'C3' '9D'**

5. Langkah terakhir yaitu operasi XOR dengan hasil langkah 4 dengan $w[i - Nk]$,

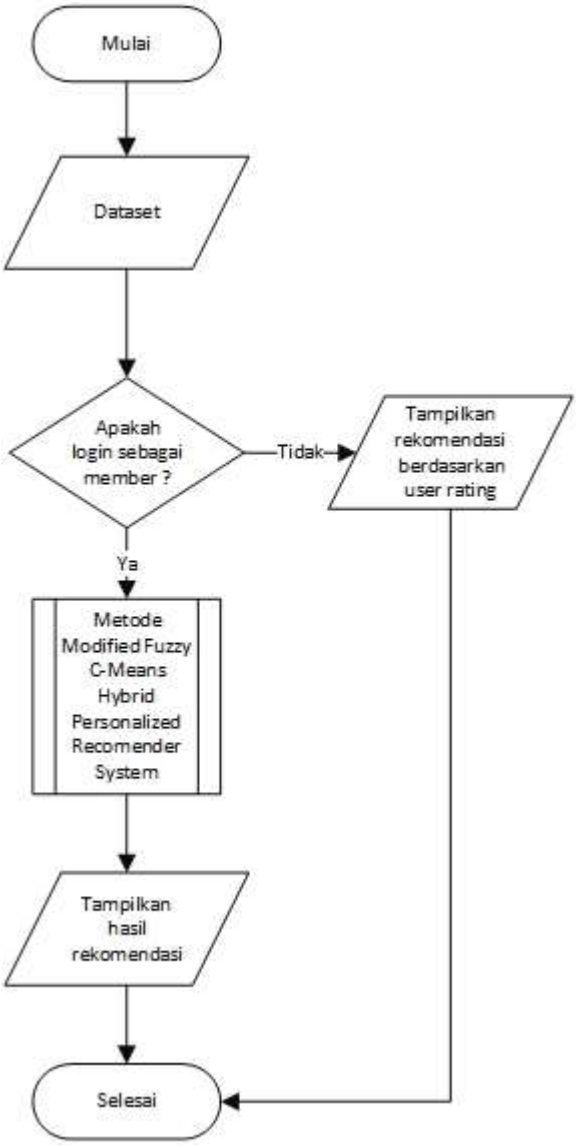
11000110	=	'C6'	00100011	=	'23'	11000011	=	'C3'	10011101	=	'9D'
01110011	=	'73'	01101001	=	'69'	01101111	=	'6F'	01100001	=	'61'
10110101	=	**'B5'**	01001011	=	**'4B'**	10101100	=	**'AC'**	11111100	=	**'FC'**

   Sehingga menghasilkan: **'B5' '4B' 'AC' 'FC'**

   Langkah selanjutnya seperti langkah 5 di atas untuk AES-128 sampai mencapai 44 *words key schedule*

3.1.1.4 Algoritma MFCMHPRS

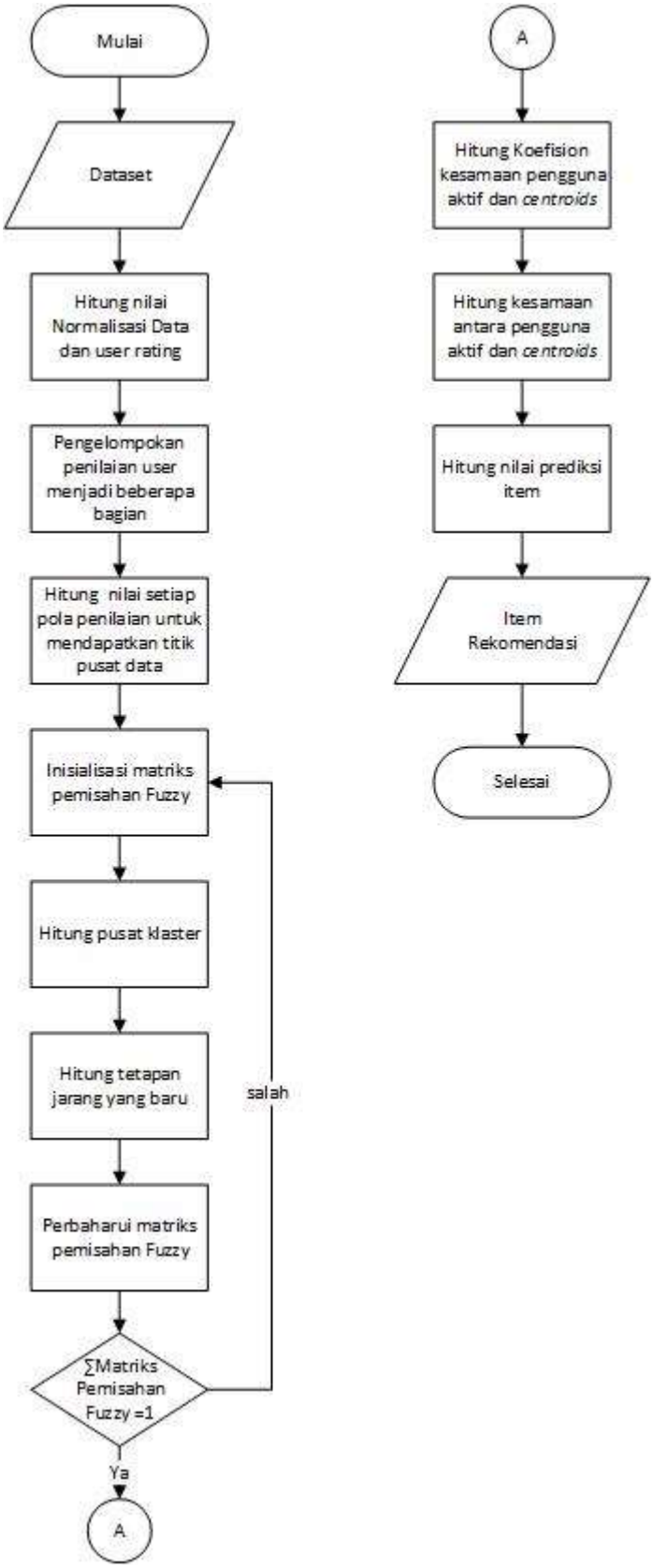
Analisis tentang proses cara kerja metode *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalize Recomender System* (MFCMHPRS) dalam fitur rekomendasi buku untuk memberikan jenis buku yang sesuai berdasarkan *rating* yang diberikan *member* dan juga hasil dari pendapat *member* dengan tingkat kesamaan tertinggi. Penjelasan lebih lanjut mengenai alur proses dalam aplikasi sistem rekomendasi ini dijelaskan dengan *flowchart* berikut.



Gambar 3.7 *Flowchart* Sistem Rekomendasi pada halaman beranda

Rekomendasi *buku* diberikan baik kepada *user* maupun *member*, namun rekomendasi yang diberikan kepada *user* adalah rekomendasi berdasarkan *rating* tertinggi yang telah diberikan oleh *member*. Sedangkan untuk *member* sendiri rekomendasi yang diberikan oleh

sistem nantinya berdasarkan nilai prediksi dari riwayat peminjaman *member* digabungkan dengan peminjaman *member* lain dengan tingkat kesamaan tertinggi.



Gambar 3.8 *Flowchart* MFCMHPRS

Sistem *Hybrid Personalize Recomender System* menggabungkan penyaringan berdasarkan *Content Based* dan *Collaborative Filtering*. Pada proses diatas langkah pertama adalah menghitung nilai normalisasi data dan *member rating"* yang dimulai dengan melakukan normalisasi data *rating* menggunakan metode *Decimal Scaling* tehadap contoh 10 data *member* dan 10 penilaian buku yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.6 Contoh penggunaan matriks penilaian dari dataset BX-SQL setelah nomalisasi

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	J10
U1	0.12	0.62	0.02	1.02	0.92	0.82	0.52	0.92	1.02	0.72
U2	0.92	0.02	0.62	0.92	1.02	0.92	0.52	0.02	0.72	0.92
U3	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
U4	0.21	0.02	0.92	0.02	1.02	1.02	0.02	1.02	0.02	0.02
U5	0.02	0.01	0.02	0.82	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
U6	1.02	0.01	0.02	0.01	1.02	0.01	0.52	0.01	0.01	0.02
U7	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
U8	0.02	0.52	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.62	0.92	0.02
U9	0.72	0.02	0.01	0.82	0.01	0.02	0.01	0.72	0.02	0.01
U10	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

Pengelompokan matriks *member* kedalam beberapa klaster (pendapat – pendapat yang telah dikelompokkan) secara acak untuk menghasilkan beberapa klaster.

Tabel 3.7 Hasil clustering secara acak

	Member-1	*Member-2*	*Member-3*	*Member-4*
Klaster-1	U1	U5	U7	U10
Klaster-2	U4	U8	U6	U9
Klaster-3	U3	U2	-	-

Setelah melakukan pengelompokkan dan menghasilkan beberapa klaster yaitu (C5, C9, C2). Tahap berikutnya adalah menentukan pusat (*centroid*) dari setiap klaster yang telah dihasilkan sebelumnya dengan cara menerapkan seluruh pola disetiap pola dan pola-pola tersebut memiliki jarak *Euclidian* kurang dari atau sama dengan α (nilai *member* yang ditentukan) dihitung untuk seluruh pola. Apabila keseluruhan *rating* seorang *member* mendekati jumlah *rating member* lain maka akan berdampak pada penilaian *member* tersebut untuk menjadi *centroid* dari klaster-nya. Didalam penerapan pola-pola tersebut akan memperhatikan pola dengan nilai hitung tertinggi (*D*) dan juga nilai keseluruhan *rating* (*R*) sehingga akan dipilih sebagai *centroid* dengan menggunakan *persamaan 12*.

Nilai *rating* setiap *item-i* pada *member*-1 akan dikurangkan dengan setiap *item-j* pada klaster tetangga dalam klaster yang sama dan dibandingkan dengan nilai ketetapan α=0.6. Rincian perhitungan nilai pola pada *member*-1 yaitu sebagai beirkut. Perbandingan pola Klaster-1 *Member*-1 dengan Klaster-1 *User*2 yaitu sebagai berikut.

i,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_1	0.12	0.62	0.02	1.02	0.92	0.82	0.52	0.92	1.02	0.72
U_5	0.02	0.01	0.02	0.82	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
U_1R-U_5R	0.10	0.60	0.00	0.20	0.90	0.80	0.50	0.90	1.00	0.70
$\|\|R_i-R_j\|\| < \alpha$	True	False	True	True	False	False	True	False	False	False
D_0	1	1	2	3	3	3	4	4	4	4

Perbandingan pola Klaster-1 *Member*-1 dengan Klaster-1 *Member*-3 yaitu sebagai berikut.

i,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_1	0.12	0.62	0.02	1.02	0.92	0.82	0.52	0.92	1.02	0.72
U_9	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
U_1R-U_9R	0.10	0.60	0.00	1.00	0.91	0.81	0.50	0.90	1.00	0.71
$\|\|R_i-R_j\|\| < \alpha$	True	False	True	False	False	False	True	False	False	False
D_0	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7

Perbandingan pola Klaster-1 *Member*-1 dengan Klaster-1 *Member*-4 yaitu sebagai berikut.

i,j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_1	0.12	0.62	0.02	1.02	0.92	0.82	0.52	0.92	1.02	0.72
U_2	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
U_1R-U_2R	0.11	0.60	0.01	1.00	0.90	0.80	0.51	0.91	1.01	0.71
$\|\|R_i-R_j\|\| < \alpha$	True	False	True	False	False	False	False	False	False	False
D_0	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9

Nilai *D* setiap *member* pada klaster akan dihitung dengan membandingkan dengan *rating* tetangganya dalam klaster yang sama. *Member* dengan nilai *D* tertinggi akan dipilih sebagai *centroid* dari setiap klaster, sehingga menghasilkan hasil akhir yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.8 Hasil perhitungan nilai setiap pola

	Member	D	R
Klaster -1	1	9	6.70
	2	22	0.98
	3	22	0.17
	4	21	0.14
Klaster -2	1	17	4.10
	2	18	2.20

	3	17	2.65
	4	18	2.36
Klaster -3	1	2	0.14
	2	2	6.6

Setelah mendapatkan *centorids* untuk setiap klaster, langkah berikutnya yang perlu dilakukan adalah *inisialisasi* (pemberian nilai awal) matriks keanggotaan *U*. Dimana $U = (\mu_{ij})_{NxC}$ (memilliki panjang data *N* dan jumlah atribut setiap data sepanjang C/jumlah klaster) yang merupakan matriks pemisahan *Fuzzy* dimana setiap anggota μ_{ij} merupakan tingkat keanggotaan antara vektor data x_i dan klaster *v* menggunakan *persamaan 15*.

Perhitungan dalam pengurangan x dengan v dapat digambarkan yaitu sebagai berikut.

Vektor x	6.70	6.60	0.14	4.10	0.99	2.65	0.17	2.20	2.36	0.14

Vektor v	0.99	2.36	6.60

R(0,0) = 6.70 – 0.99 = 5.71

R(0,1) = 6.70 – 2.36 = 4.34

R(0,2) = 6.70 – 6.60 = 0.10

R(1,0) = 6.60 – 0.99 = 5.61

R(1,1) = 6.60 – 2.36 = 4.24

R(1,2) = 6.60 – 6.60 = 0.00

Menentukan nilai μ(0,0).

R(0,0) = 5.71

Dikarenakan r >= 1, maka nilai *f*(.) = 1

Sehingga, μ(0,0) = 1 – 1 = 0

Menentukan nilai μ(0,1).

R(0,1) = 4.34

Dikarenakan r >= 1, maka nilai *f*(.) = 1

Sehingga, μ(0,1) = 1 – 1 = 0

Menentukan nilai μ(0,2).

R(0,2) = 0.10

Dikarenakan 0 < r < 1, maka nilai *f*(.) = *r*γ

Sehingga, μ(0,2) = 1 – 0.10 = 0.90

Berdasarkan perhitungan diatas, maka hasil akhir inisialisasi matriks pemisahan *Fuzzy* akan menghasilkan matriks yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.9 Tabel inisialisasi matriks pemisahan *Fuzzy*

μ	***j***			
	[i,j]	0	1	2
	0	1.00	0.92	0.00
	1	0.92	1.00	0.00
	2	0.00	0.00	0.00
	3	0.00	0.00	0.00
i	4	0.00	0.00	0.42
	5	0.00	0.00	1.00
	6	0.00	0.00	0.00
	7	0.00	0.00	0.55
	8	0.00	0.00	0.89
	9	0.00	0.00	0.00

Setelah inisialisasi matriks keanggotaan dilakukan, langkah berikutnya adalah menghitung nilai dari setiap anggota pusat klaster *v* yang mana akan digunakan dalam perhitungan tetapan jarak yang baru menggunakan *persamaan 16*.

Menghitung v(0,0).

$$V_j = \frac{((\mu(0,0)^m \,.\, x(0,0)\,) + (\mu(1,0)^m \,.\, x(1,0)\,) + (\mu(2,0)^m \,.\, x(2,0)\,) + \ldots + (\mu(N,0)^m \,.\, x(N,0)\,)\,)}{\mu(0,0)^m \;+\; \mu(1,0)^m \;+\; \mu(2,0)^m + \ldots + \mu(N,0)^m}$$

$$V_j = \frac{(0.00^1 \,.\; 0.12\,) + (0.00^1 \,.\; 0.92\,) + (0.15^1 \,.\; 0.02\,) + \ldots + (0.15^1 \,.\; 0.01\,)\,)}{0.00^1 \;+ 0.00^1 + 0.15^1 + \ldots + 0.15^1}$$

$$V_j = \frac{0.213}{1.077}$$

$$V_j = 0.0198$$

Sehingga menghasilkan pusat klaster *V* yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.10 Tabel hasil perhitungan nilai anggota klaster v

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_{10}
v_1	0.0198	0.0107	0.0198	0.7623	0.0195	0.0195	0.0196	0.0196	0.0196	0.0195
v_2	0.5649	0.1774	0.0155	0.3798	0.2436	0.0177	0.1295	0.5261	0.3051	0.0155
v_3	0.5620	0.2885	0.3515	0.9648	0.9752	0.8752	0.5200	0.4288	0.8543	0.8305

Setelah perhitungan klaster *v*, dilanjutkan dengan menghitung jarak tetapan yang baru antara matriks pemisahan *Fuzzy* dengan Klaster *v*. Perhitungan jarak yang baru ini akan

digunakan untuk memperbaiki matriks pemisahan *Fuzzy* pada tahap berikutnya dan dapat dilakukan dengan *persamaan 17*.

Dimana *r* merupakan jarak absolut dari total *rating* antara setiap *member* pada matriks *x* dengan setiap *centroid* pada klaster *v* setelah perubahan. Rincian dari pengurangan tersebut dapat digambarkan yaitu sebagai berikut.

Vektor x	6.70	6.60	0.14	4.10	0.99	2.65	0.17	2.20	2.36	0.14
Vektor v	0.93	2.37	6.64							

R(0,0) = 6.70 – 0.93 = 5.77

R(0,1) = 6.70 – 2.37 = 4.32

R(0,2) = 6.70 – 6.64 = 0.05

R(1,0) = 6.60 – 0.93 = 5.67

R(1,1) = 6.60 – 2.37 = 4.22

R(1,2) = 6.60 – 6.64 = 0.04

Tabel 3.11 Tabel rincian perhitungan nilai r

i	$\|\|x_i.R - v1.R\|\|$	$\|\|x_i.R - v2.R\|\|$	$\|\|x_i.R - v3.R\|\|$
0	5.77	4.32	0.05
1	5.67	4.22	0.04
2	0.79	2.23	6.50
3	3.17	1.72	2.54
4	0.06	1.38	5.65
5	1.72	0.27	3.99
6	0.76	2.20	6.47
7	1.27	0.17	4.44
8	1.43	0.01	4.28
9	0.79	2.23	6.50

Setiap jarak tetapan baru yang didapatkan akan disimpan kedalam sebuah matriks jarak R. Langkah selanjutnya adalah memperbaharui/memperbaiki matriks pemisahan *Fuzzy* yang dapat dilakukan dengan menggunakan *persamaan 18*.

Perbaikan matriks pemisahan *Fuzzy* diawali dengan pemeriksaan kondisi setiap *r* pada matriks tetapan jarak (*R*), kemudian $\boldsymbol{\mu_{ij}}$ akan dihitung kembali sesuai dengan ketentuan diatas. Sedangkan apabila *r* > 0, dan **μ** akan menjadi 1 apabila r = 0. Berdasarkan beberapa perincian dari perhitungan matriks pemisahan *Fuzzy*.

$$\mu(0,0) = \frac{1}{\left(\frac{5.77}{5.77}\right)^2 + \left(\frac{5.77}{4.32}\right)^2 + \frac{5.77^2}{0.05}}$$

$$\mu(0,1) = \frac{1}{\left(\frac{4.32}{5.77}\right)^2 + \left(\frac{4.32}{4.32}\right)^2 + \frac{4.32^2}{0.05}}$$

$$\mu(1,0) = \frac{1}{\left(\frac{5.67}{5.67}\right)^2 + \left(\frac{5.67}{4.22}\right)^2 + \frac{5.67^2}{0.04}}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dihasilkan matriks pemisahan *Fuzzy* sebagai berikut.

Tabel 3.12 Matriks pemisahan *Fuzzy* setelah perbaikan

μ		j			$\sum_{j=1}^{c} \mu i_j$
	[i,j]	0	1	2	
i	0	0.5826	0.4174	0.0001	1
	1	0.4174	0.5826	0.0000	1
	2	0.0989	0.0987	0.8024	1
	3	0.3813	0.3789	0.2393	1
	4	0.0149	0.0149	0.9702	1
	5	0.0000	0.0000	0.9999	1
	6	0.0693	0.0692	0.8615	1
	7	0.0181	0.0180	0.9639	1
	8	0.0005	0.0005	0.9991	1
	9	0.0989	0.0987	0.8024	1

Perbaikan matriks pemisahan *Fuzzy* akan dilakukan sampai kondisi *Fuzzy* pemisahan terpenuhi dimana $\sum \mu i_j = 1$ yaitu sebagai berikut.

$$\sum_{j=1}^{c} \mu i_j = 1, \forall i = 1 \cdots, N$$

Fase yang berikutnya adalah Fase rekomendasi yang akan dimulai dengan menghitung koefisien kesamaan *member* dengan *member* lain didalam klaster pusat untuk mendapatkan *member* yang memiliki kesamaan *item* yang dinilai menggunakan *persamaan 21*.

Kumpulan *rating* dari *member* dan *member* di dalam klaster pusat data. Data dengan warna latar abu-abu muda menandakan *item* yang diberi penilaian 0 , dan data yang berlatar belakang abu-abu tua menandakan data yang diberi penilaian selain 0 yaitu sebagai berikut.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
U1	1.02	0.01	0.02	0.01	1.02	0.01	0.52	0.01	0.01	0.02

C1	0.02	0.01	0.02	0.82	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
C2	0.72	0.02	0.01	0.82	0.01	0.02	0.01	0.72	0.02	0.01
C3	0.92	0.02	0.62	0.92	1.02	0.92	0.52	0.02	0.72	0.92

$\cap\,(u^1, c_1)$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\cap\,(u^1, c_2)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\cap\,(u^1, c_3)$	1	1	1	1	2	3	4	4	4	4

$\cup\,(u^1,\ c_1)$	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\cup\,(u^1,\ c_2)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\cup\,(u^1,\ c_3)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

$K_1 = 0/9 = 0$

$K_2 = 1/10 = 0.1111$

$K_3 = 4/10 = 0.2353$

Setelah mendapatkan nilai koefisien dari setiap *member* di dalam klaster pusat, langkah berikutnya adalah menentukan tingkat kesamaan *member* menggunakan persamaan kosinus persamaan untuk mengitung kesamaan antara *member* U_1 dan klaster C_u dengan menggunakan *persamaan 20*.

Tabel 3.13 Kesamaan antara *member* U1 dan klaster Cu

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	J10
U1	1.02	0.01	0.02	0.01	1.02	0.01	0.52	0.01	0.01	0.02
C1	0.02	0.01	0.02	0.82	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
C2	0.72	0.02	0.01	0.82	0.01	0.02	0.01	0.72	0.02	0.01
C3	0.92	0.02	0.62	0.92	1.02	0.92	0.52	0.02	0.72	0.92

Perhitungan *Norm* dari vektor $u^{1.}$

$$\|\overline{u^1}\| = \sqrt{1.02^2 + 0.01^2 + 0.02^2 + 0.01^2 + 1.02^2 + 0.01^2 + 0.52^2 + 0.01^2 + 0.01^2 + 0.02^2}$$

$$\|\overline{c_1}\| = \sqrt{0.02^2 + 0.01^2 + 0.02^2 + 0.82^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + 0.02^2 + 0.02^2}$$

$$\|\overline{c_2}\| = \sqrt{0.72^2 + 0.02^2 + 0.01^2 + 0.82^2 + 0.01^2 + 0.02^2 + 0.01^2 + 0.72^2 + 0.02^2 + 0.01^2}$$

$$\|\overline{c_3}\| = \sqrt{0.92^2 + 0.02^2 + 0.62^2 + 0.92^2 + 1.02^2 + 0.92^2 + 0.52^2 + 0.02^2 + 0.72^2 + 0.92^2}$$

$$sim(u^1, c_u) = \frac{0.265\ .\ 0.099}{\|\overline{u^1}\|\ .\|\overline{c_1}\|}$$

Sehingga menghasilkan perhitungan yaitu sebagai berikut.

Sim(u^1,c_u1)	0.0000
Sim(u^1,c_u2)	0.0035
Sim(u^1,c_u3)	0.0013

Perhitungan diatas akan menghasilkan nilai yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.14 Hasil perhitungan kesamaan *user*

	cu_1	cu_2	cu_3
$sim(u_1, c^u)$	0.0000	0.0035	0.0013
k	0.0000	0.1111	0.2353
$sim(u_1, c^u) * k$	0.0000	0.0004	0.0027

Dari ketiga nilai yang didapatkan, *user* dengan tingkat kesamaan tertinggi akan dipilih sebagai vektor yang akan mempengaruhi hasil rekomendasi. Tahap berikutnya adalah membandingkan nilai *rating* pada setiap *item* yang dirating oleh *member* dengan *rating* dari seluruh *member* menggunakan *persamaan 23* sehingga menghasilkan nilai setiap *item* yaitu sebagai berikut.

$$\overline{R_u}(1) = \frac{(0.12 + 0.92 + 0.02 + 0.02 + 0.02 + 1.02 + 0.02 + 0.02 + 0.72 + 0.01)}{10}$$

$$\overline{R_u}(1) = 0.289$$

$$\overline{R_{u^1}}(1) = 1.02$$

$$P_{u^1}(i) = 0.265 + \frac{0.0113\,.\,(0.2890 - 1.0200)}{0.0000 + 0.0035 + 0.0113}$$

$$P_{u^2}(i) = 0.265 + \frac{0.0113\,.\,(0.1280 - 0.0100)}{0.0000 + 0.0035 + 0.0113}$$

Tabel 3.15 Hasil penilaian akhir setiap *item*

P_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PU_i	0.2154	0.1576	0.1737	0.2400	0.3253	0.2841	0.1588	0.2202	0.0232	0.2469

Buku yang akan direkomendasikan adalah buku dengan nilai tertinggi diurutkan sampai yang terendah. Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa urutan *item* yang akan direkomendasikan yaitu sebagai berikut.

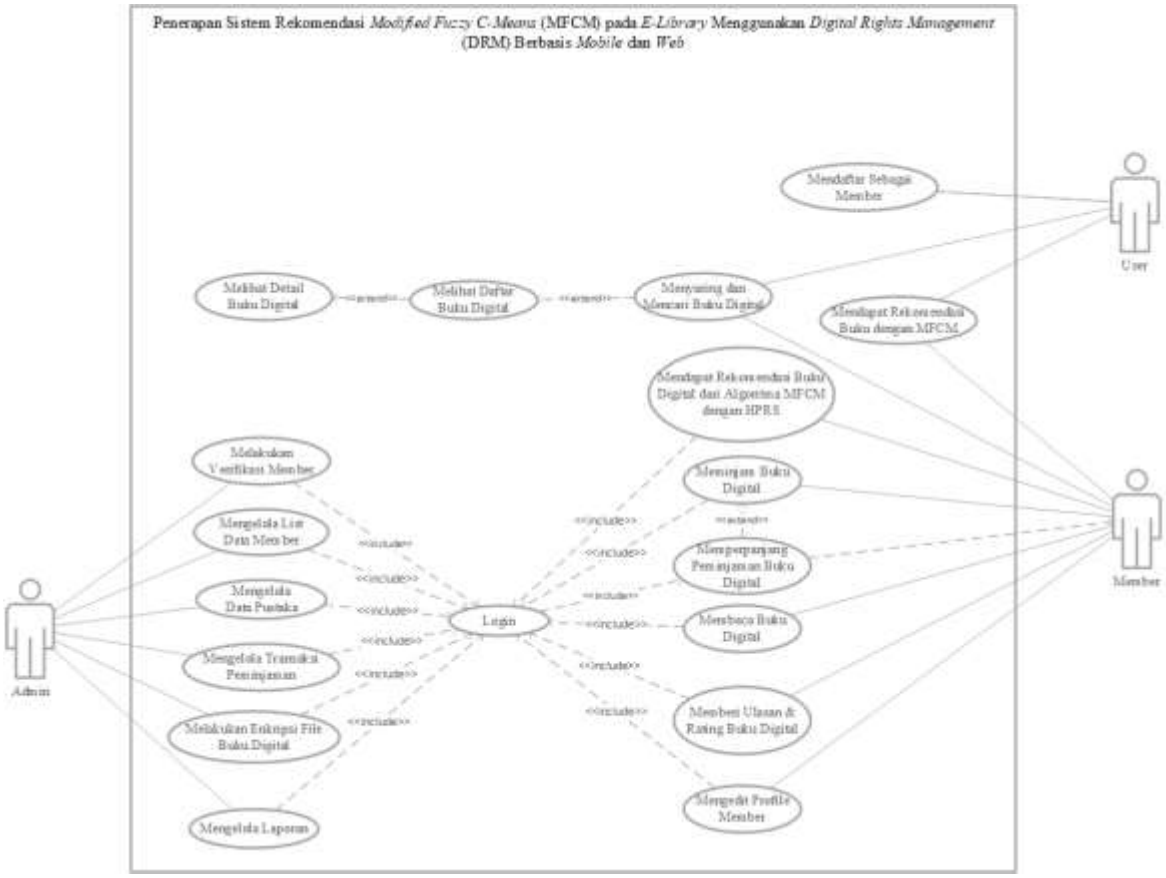
Tabel 3.16 Urutan setiap *item* yang akan direkomendasikan

Item	*Value*
PU_5	0.3253
PU_6	0.2841
PU_{10}	0.2469
PU_4	0.2400
PU_8	0.2202
PU_1	0.2154
PU_9	0.0232
PU_3	0.1737
PU_7	0.1588
PU_2	0.1576

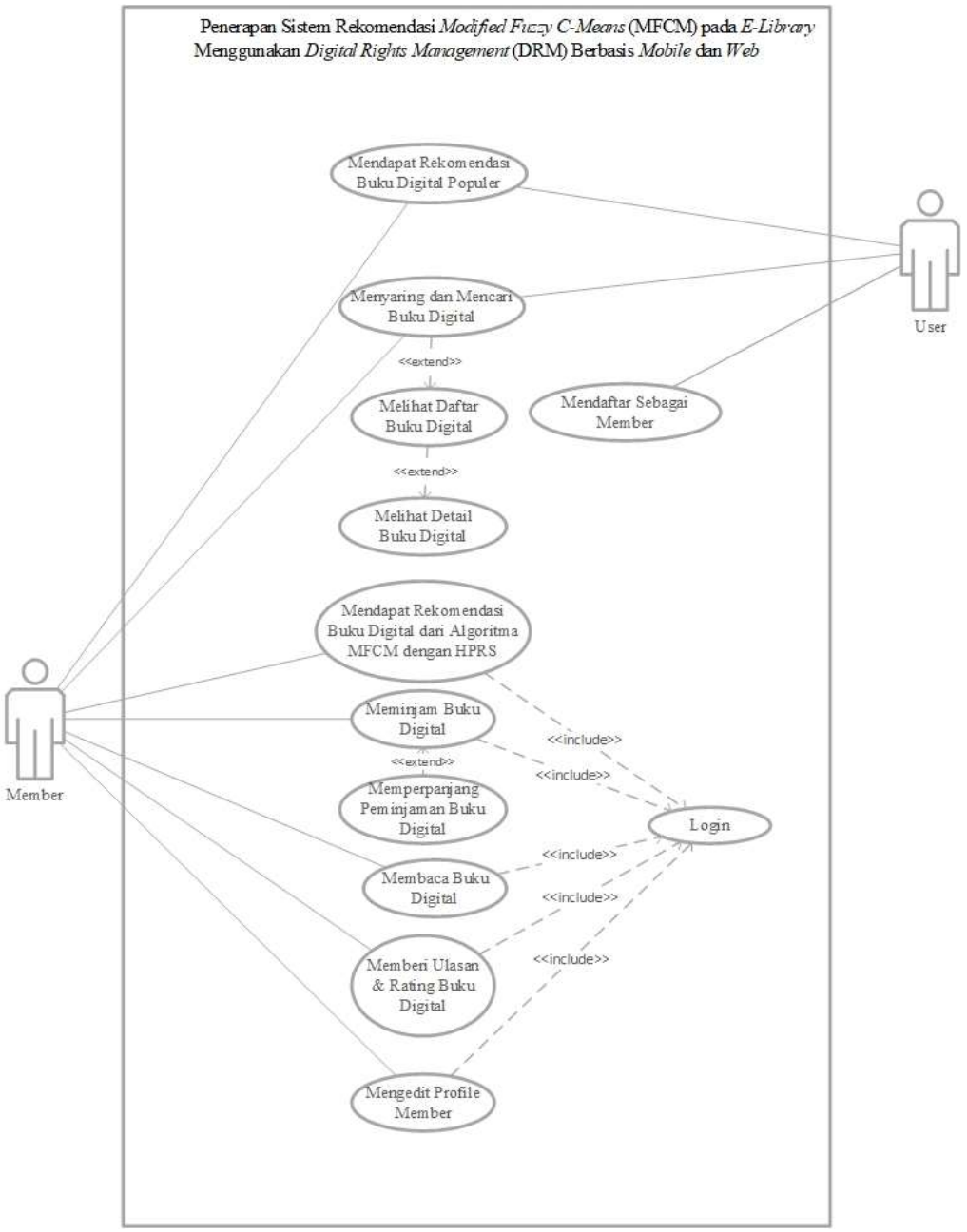
3.1.2 Analisis Kebutuhan

3.1.2.1 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional dilakukan dengan menggunakan *use-case diagram* untuk memperlihatkan interaksi antara *user* dan sistem. Berikut *use-case diagram* dari Aplikasi Perpustakaan Digital Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) dengan Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM).



Gambar 3.9 *Use-case Diagram Web* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*



Gambar 3.10 *Use-case Diagram Mobile* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*

2. Aktor pada *Use-Case Web* dan *Mobile* Aplikasi Perpustakaan Digital Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) dengan Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM)

Tabel 3.17 Aktor pada *Use-Case* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*

No.	Aktor	Deskripsi
1	*Admin*	*User* sistem yang bertugas dan memiliki hak akses untuk melakukan operasi pengelolaan data pustaka, *member*, dan proses peminjaman pustaka pada sistem
2	*Member*	*User* sistem yang telah mendaftar pada sistem, melengkapi identitas diri dan terverifikasi serta diperbolehkan meminjam dan membaca buku digital sesuai dengan hak aksesnya.
3	*User*	*User* sistem yang tidak terdaftar pada sistem dan hanya memiliki hak akses untuk melihat daftar buku, mencari buku pada sistem tanpa memiliki hak untuk meminjam dan membaca buku.

3. *Use-Case* pada *Use-Case Web* dan *Mobile* Aplikasi Perpustakaan Digital Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) dengan Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM)

Tabel 3.18 *Use-Case* pada *Use-Case* Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*

No.	Use Case	Deskripsi
1	*Login*	Proses untuk masuk pada sistem sesuai hak akses yang dimiliki *member* sistem.
2	Melakukan Verifikasi *Member*	Proses yang dilakukan *Admin* untuk melakukan verifikasi penanda identitas *member*.
3	Mengelola *List* Data *Member*	Proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk kontrol *Member* yang telah mendaftar ke sistem meliputi melihat data *member*, dan menghapus *member*.
4	Mengelola Data Pustaka	Proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk mengelola data Pustaka meliputi menambah buku digital, mengubah informasi buku digital, hingga menghapus data pustaka.
5	Mengelola Transaksi Peminjaman	Proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk memantau data peminjaman meliputi mencari peminjaman dan menghapus data peminjaman.
6	Mengelola Laporan	Proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk mengetahui laporan transaksi peminjaman, dan *member*.
7	Melakukan Enkripsi *File* Buku Digital	Proses yang dilakukan oleh *Admin* untuk melakukan enkripsi buku digital.

8	Mendapat Rekomendasi Buku Digital dari Algoritma MFCMHPRS	Proses untuk mendapatkan rekomendasi berdasarkan algoritma MFCMHPRS.
8	Mendapat Rekomendasi Buku Digital dari Algoritma MFCM	Proses untuk mendapatkan rekomendasi berdasarkan algoritma MFCM.
9	Meminjam Buku Digital	Proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk meminjam buku digital yang kemudian masuk pada daftar bacaan *member*.
10	Memperpanjang Peminjaman Buku Digital	Proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk memperpanjang peminjaman buku digital jika waktu tenggat waktu peminjaman sudah usai.
11	Membaca Buku Digital	Proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk membaca buku digital secara langsung pada sistem.
12	Memberi *Ulasan* & *Rating* Buku Digital	Proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk memberikan *rating* dan ulasan tentang buku yang telah dipinjam.
14	Mendaftar Sebagai *Member*	Proses yang dapat dilakukan oleh *user* untuk mendaftar menjadi *member* dengan mengisi informasi yang telah disediakan oleh sistem.
15	Melihat Daftar Buku Digital	Proses menampilkan / melihat daftar buku yang ada pada sistem untuk ditampilkan kepada *member* dan *user*.
16	Melihat Rincian Buku Digital	Proses menampilkan / melihat rincian informasi buku untuk ditampilkan kepada *member* dan *user*.
17	Menyaring dan Mencari Buku Digital	Proses yang dapat dilakukan oleh *user* dan *member* untuk menyaring buku berdasarkan kategori buku, tahun terbit, penulis, dan penerbit.
18	Mengedit profil *Member*	Proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk mengedit *profile*.

4. *Use-Case* Skenario pada *Use-Case Web* dan *Mobile* Aplikasi Perpustakaan Digital Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) dengan Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM)

Tabel 3.19 Narasi *Use-case Login*

Nama *use-case*	***Login***	
Aktor	***Member* dan *Admin***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses untuk masuk pada sistem sesuai hak akses yang dimiliki *user* sistem.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem

Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman *Sign in.* 3. Mengisi data pada *form login*. 4. Mengetuk Tombol "*sign in*".	2. Menampilkan halaman *Sign in.* 5. Melakukan pengecekan berdasarkan *id user* 6. Jika *Member* masuk ke halaman beranda *member*; Jika *Admin* – masuk ke halaman panel *Admin*.
Alternative Flow Event		7. Menampilkan *form sign in* dengan pesan kesalahan.

Tabel 3.20 Narasi *Use-case* Melakukan Verifikasi *Member*

Nama *use-case*	**Melakukan Verifikasi *Member***	
Aktor	***Admin***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dilakukan *Admin* untuk melakukan verifikasi penanda identitas *member*.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman Kelola *Member.* 3. Mengecek penanda identitas *Member* pada halaman Identitas *Member*.	2. Menampilkan halaman Kelola *Member.*

	4. Mengetuk Tombol "verifikasi".	5. Menampilkan pesan verifikasi berhasil pada laman Kelola *Member*.

Tabel 3.21 Narasi *Use-Case* Mengelola *List* Data *Member*

Nama *use-case*	**Mengelola *List* Data *Member***	
Aktor	***Admin***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk kontrol pada setiap *Member* yang telah mendaftar ke sistem meliputi melihat *member*, mengubah data *member*, hingga menghapus *member*.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman Kelola *Member*. 3. Melakukan kontrol.	2. Menampilkan halaman Kelola *Member*.

Tabel 3.22 Narasi *Use-Case* Mengelola Data Pustaka

Nama *use-case*	**Mengelola Data Pustaka**	
Aktor	***Admin***	
Deskripsi	*Use case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk mengelola data Pustaka meliputi menambah buku digital, mengubah informasi buku digital, hingga menghapus data pustaka.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman Kelola Pustaka.	

	3. Melakukan kontrol.	2. Menampilkan halaman Kelola Pustaka. 4. Menyimpan perubahan

Tabel 3.23 Narasi *Use-Case* Mengelola Transaksi Peminjaman

Nama *use-case*	**Mengelola Transaksi Peminjaman**	
Aktor	***Admin***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk mengelola data peminjaman meliputi mencari peminjaman, dan menghapus data peminjaman.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman Kelola Peminjaman. 3. Melakukan kontrol.	2. Menampilkan halaman Kelola Pustaka.

Tabel 3.24 Narasi *Use-Case* Melihat Laporan Peminjaman

Nama *use-case*	**Mengelola Laporan**	
Aktor	***Admin***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *Admin* untuk mengetahui laporan transaksi peminjaman, dan *member*.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman Kelola Laporan.	2. Menampilkan halaman Kelola Laporan.

	3. Memilih Laporan yang diolah.	4. Mendapatkan laporan peminjaman dalam bentuk *file* pdf.

Tabel 3.25 Narasi *Use-Case* Melakukan Enkripsi *File* Buku Digital

Nama *use-case*	**Melakukan Enkripsi *File* Buku Digital**	
Aktor	***Admin***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dilakukan oleh *Admin* untuk melakukan enkripsi buku digital.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke jendela Enkripsi pada halaman kelola buku. 3. Memilih data buku. 4. Mengetuk Tombol *browse* untuk memilih dokumen digital yang akan di enkripsi 5. Mengetuk Tombol enkripsi	2. Menampilkan laman kelola buku. 6. Menampilkan pesan bahwa enkripsi berhasil, kembali ke halaman kelola buku.
Alternative Flow Event		7. Menampilkan *form login* dengan pesan kesalahan.

Tabel 3.26 Narasi *Use-Case* Mendapat Rekomendasi Buku Digital dari Algoritma MFCM

Nama *use-case*	**Mendapat Rekomendasi Buku Digital dari Algoritma MFCMHPRS**	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses untuk mendapatkan rekomendasi berdasarkan algoritma MFCMHPRS	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Melakukan *login* sistem sebagai *member*. 3. *Member* Meminjam buku dan memberi *rating* atau ulasan	2. Menampilkan halaman daftar buku dari hasil rekomendasi buku berdasarkan algoritma MFCM. 4. Menampilkan halaman daftar buku dari hasil rekomendasi berdasarkan algoritma MFCMHPRS

Tabel 3.27 Narasi *Use-Case* Meminjam Buku Digital

Nama *use-case*	**Meminjam Buku Digital**	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk meminjam buku digital yang kemudian masuk pada daftar baca *member*	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman rincian buku.	2. Menampilkan informasi buku yang dipilih.

	3. Mengetuk Tombol pinjam buku.	4. Kembali ke halaman rincian buku dan menampilkan pesan bahwa peminjaman berhasil

Tabel 3.28 Narasi *Use-Case* Memperpanjang Peminjaman Buku Digital

Nama *use-case*	**Memperpanjang Peminjaman Buku Digital**	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk memperpanjang peminjaman buku digital.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman daftar buku bacaan. 3. Mengetuk Tombol perpanjang peminjaman.	2. Menampilkan daftar buku bacaan yang telah dipinjam. 4. Menampilkan pesan bahwa perpanjangan peminjaman berhasil, kembali ke halaman daftar bacaan.

Tabel 3.29 Narasi *Use-Case* Membaca Buku Digital

Nama *use-case*	**Membaca Buku Digital**	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk membaca buku digital secara langsung pada sistem.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem

Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman daftar buku bacaan (terpinjam) atau halaman rincian buku. 3. Mengetuk Tombol baca.	2. Menampilkan daftar buku bacaan yang telah dipinjam. 4. Sistem secara otomatis melakukan enkripsi buku di *background*. 5. Menampilkan buku digital dalam *book reader*.

Tabel 3.30 Narasi *Use-Case* Memberi *Review* Buku Digital

Nama *use-case*	**Memberi *Review* & *Rating* Buku Digital**	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk memberikan ulasan dan *rating* tentang buku yang telah dipinjam.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman rincian buku yang telah dipinjam.	2. Menampilkan rincian buku bacaan yang telah dipinjam.
	3. Memasukkan *rating* & *review* terhadap buku yang telah dipinjam	
	4. Mengetuk Tombol *post review*.	

		5. Menampilkan kembali laman rincian buku dengan pesan *review* berhasil di tambah.

Tabel 3.31 Narasi *Use-Case* Mendaftar Sebagai *Member*

Nama *use-case*	**Mendaftar Sebagai *Member***	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *user* untuk mendaftar menjadi *member* dengan mengisi informasi yang telah disediakan oleh sistem.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman Pendaftaran *member* baru. 3. Mengisi data pada *form* pendaftaran 4. Mengetuk Tombol Daftar. 6. Melakukan verifikasi pendaftaran melalui *e-mail*.	2. Menampilkan halaman Pendaftaran *member* baru. 5. Sistem menyimpan data. 7. Menampilkan pesan konfirmasi *e-mail* berhasil.
Alternative Flow Event		1. Menampilkan *form* pendaftaran dengan pesan kesalahan

Tabel 3.32 Narasi *Use-Case* Mendapat Rekomendasi Buku Digital Populer

Nama *use-case*	**Mendapat Rekomendasi Buku dengan MFCM**

Aktor	***Member dan User***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan Proses menampilkan / melihat rekomendasi buku dari hasil *rating* buku yang telah ada untuk ditampilkan kepada *user* dan *member*.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke laman buku populer.	2. Menampilkan rekomendasi buku dengan MFCM.

Tabel 3.33 Narasi *Use-Case* Melihat Daftar Buku Digital

Nama *use-case*	**Melihat Daftar Buku Digital**	
Aktor	***Member* dan *User***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses menampilkan / melihat daftar buku yang ada pada sistem untuk ditampilkan kepada *member* dan *user*	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke laman *Homepage.*	2. Menampilkan daftar buku.

Tabel 3.34 Narasi *Use-Case* Melihat Rincian Buku Digital

Nama *use-case*	**Melihat Rincian Buku Digital**	
Aktor	***Member* dan *User***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses menampilkan / melihat rincian informasi buku untuk ditampilkan kepada *member* dan *user*.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke laman *Homepage.*	

	3. Mengetuk buku	2. Menampilkan daftar buku. 4. Menampilkan rincian informasi buku

Tabel 3.35 Narasi *Use-Case* Menyaring Buku Digital

Nama *use-case*	**Menyaring dan Mencari Buku Digital**	
Aktor	***Member* dan *User***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *user* dan *member* untuk menyaring dan mencari buku berdasarkan kategori buku, tahun terbit, penulis, dan penerbit yang akan ditampilkan pada hasil pencarian buku.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Masuk ke halaman *Homepage.* 3. Mengisi informasi penyaringan pada jendela *filtering*	2. Menampilkan daftar buku. 4. Menampilkan hasil penyaringan atau pencarian buku.

Tabel 3.36 Narasi *Use-case* Mengedit Profil *Member*

Nama *use-case*	**Mengedit Profil *Member***	
Aktor	***Member***	
Deskripsi	*Use-case* ini menjelaskan proses yang dapat dilakukan oleh *member* untuk mengedit *profile*.	
	Aksi Aktor	Respon Sistem
Normal Flow Event	1. Melakukan *login* sistem sebagai *member*	

	3. Masuk ke halaman Edit Profil. 5. Melakukan pengeditan informasi *profile*. 6. Mengetuk Tombol *save*.	2. Menampilkan Halaman beranda *Member*. 4. Menampilkan halaman Edit Profil. 7. Menyimpan hasil pengeditan *profile*.

3.1.2.2 Analisis Kebutuhan *Non*-Fungsional

Kebutuhan *non*-fungsional dari sistem direpresentasikan dengan metode PIECES yang direpresentasikan yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.37 Analisis Kebutuhan Non-Fungsional dengan Kerangka PIECES

Parameter	Penjelasan
Performance	Waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengeksekusi perhitungan *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System (MFCMHPRS)*
Information	Memberikan informasi berupa rekomendasi buku, informasi buku, *list* buku yang dipinjam, daftar peminjam, serta layanan yang disediakan oleh setiap *Admin* yang terdapat di dalam sistem.
Efficiency	*User* aplikasi dapat mengakses informasi buku yang akan dipinjam dan mendapat rekomendasi buku berdasarkan *rating* dan buku terkait melalui *website* maupun *mobile-android.*
Control	Adanya pencegahan *human error* pada aplikasi, baik dari segi pengisian *form* dan pembatasan akses buku dengan enkripsi *file* dan waktu pinjam buku.
Economy	*User* aplikasi hanya memerlukan koneksi internet dan akses *browser* untuk menggunakan aplikasi.
Service	Tampilan yang *user-friendly* serta *user* dapat dengan mudah memahami dan menggunakan aplikasi.

3.2 Perancangan

Pada tahapan perancangan pada pengembangan aplikasi jelajah dan berbagi karya kreatif terbagi menjadi 2 bagian yaitu sebagai berikut.

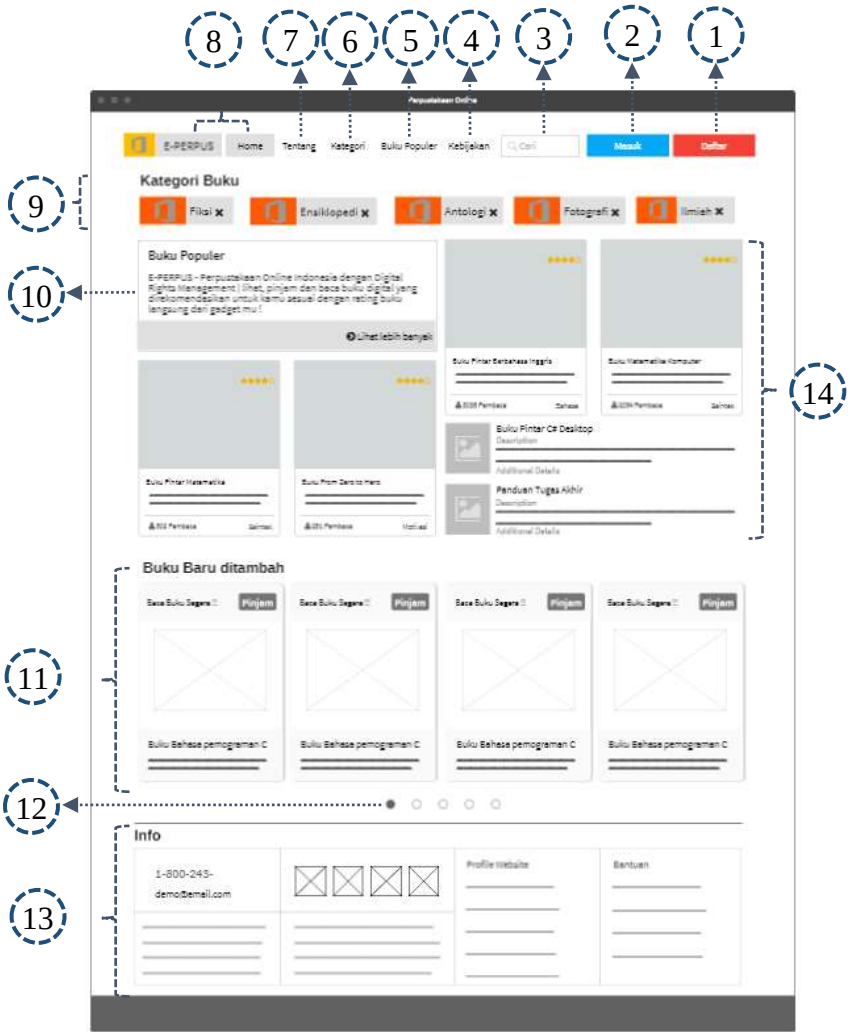
3.2.1 Perancangan Tampilan

Perancangan tampilan berperan menampilkan mockup tampilan dalam program yang akan dirancang. Tampilan dirancang dengan jelas agar dapat memudahkan *user* dalam mengakses-nya. Perancangan Tampilan terbagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu sebagai berikut.

3.2.1.1 Tampilan *Website*

1. Tampilan Utama *Web*

   Tampilan Utama *Web* merupakan halaman pertama yang dilihat oleh *user* atau *member* ketika mengakses halaman *web*



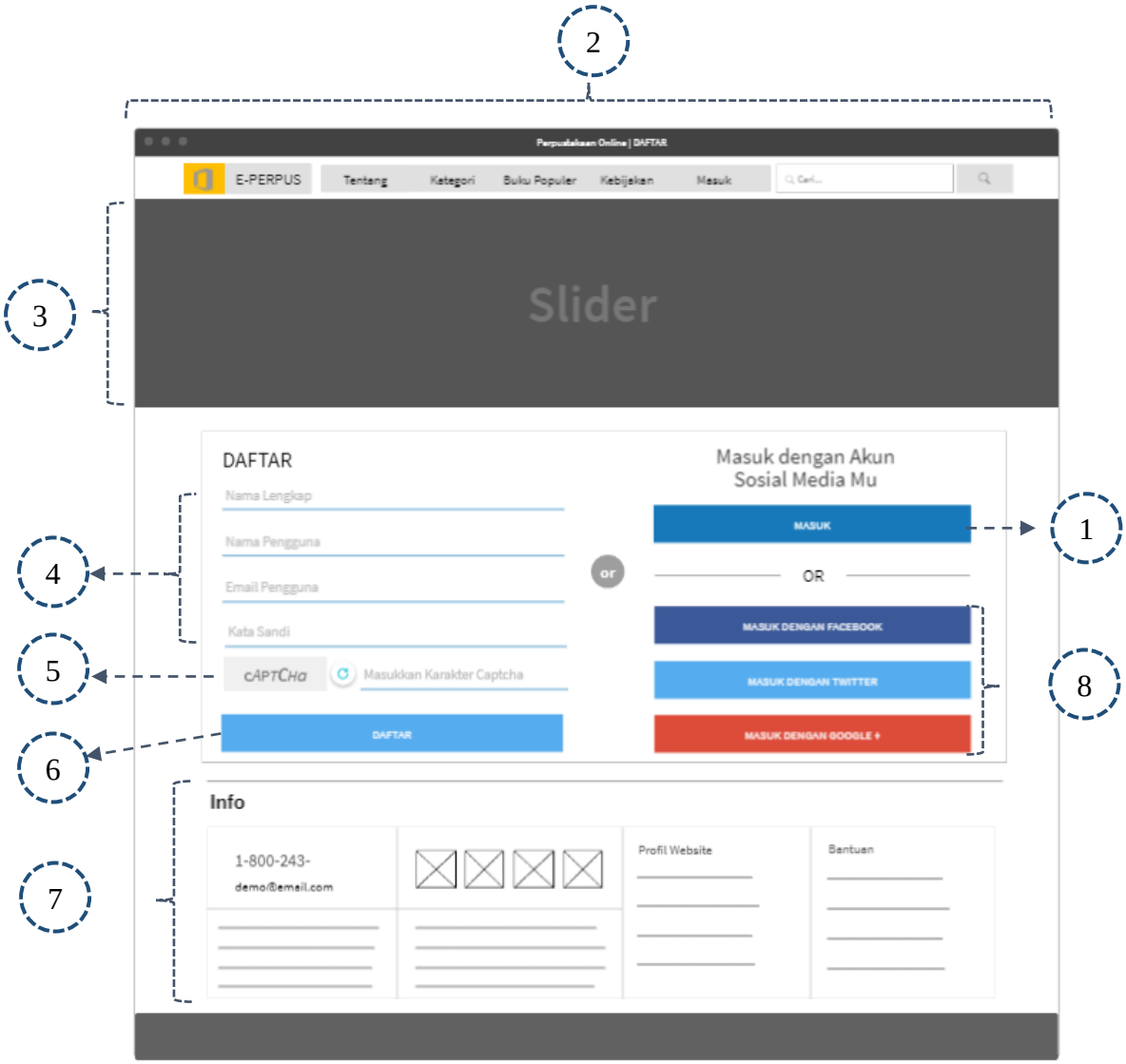
Gambar 3.11 Rancang Tampilan Halaman Awal Pada *Website*

Keterangan:

1. Tombol “Daftar” mengarahkan *user* ke halaman pendaftaran
2. Tombol “Masuk” mengarahkan *user* ke halaman masuk
3. Teks *input* pencarian buku
4. *Teks link* “Kebijakan” mengarahkan *user* dan *member* ke halaman informasi kebijakan penggunaan aplikasi.
5. *Teks link* “Buku populer” mengarahkan *user* dan *member* ke halaman buku populer berdasarkan *rating*.
6. *Teks link* “Kategori” mengarahkan *user* dan *member* ke halaman kategori yang berisi klasifikasi buku.
7. *Teks link* “Tentang” mengarahkan *user* dan *member* ke halaman informasi aplikasi.
8. *Teks link* “Beranda” dan Logo *website* mengarahkan *user* ke halaman awal *website*
9. Kategori Buku – terdiri dari kumpulan Tombol kategori buku yang mengarahkan *user* dan *member* ke halaman kategori yang di ketuk.
10. Buku Populer – berisi informasi dan teks *link* yang mengarahkan *user* ke halaman buku populer berdasarkan *rating*.
11. Buku baru ditambah – berisi *card* buku dan informasi ringkas buku yang terbaru.
12. *Bullet Pagination* – yang mengizinkan *user* dan *member* untuk menandai buku yang baru ditambah.
13. *Footer* “Info” – Informasi seputar website seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.
14. *Card* Buku populer yang mengarahkan *user* dan *member* ke rincian buku.

2. Halaman Pendaftaran

Halaman Pendaftaran merupakan halaman yang tampil ketika *user* mengetuk tombol daftar dari halaman utama *web*. Pada halaman ini *user* dapat mendaftar menjadi *member* pada sistem.



Gambar 3.12 Rancang Tampilan Halaman Daftar

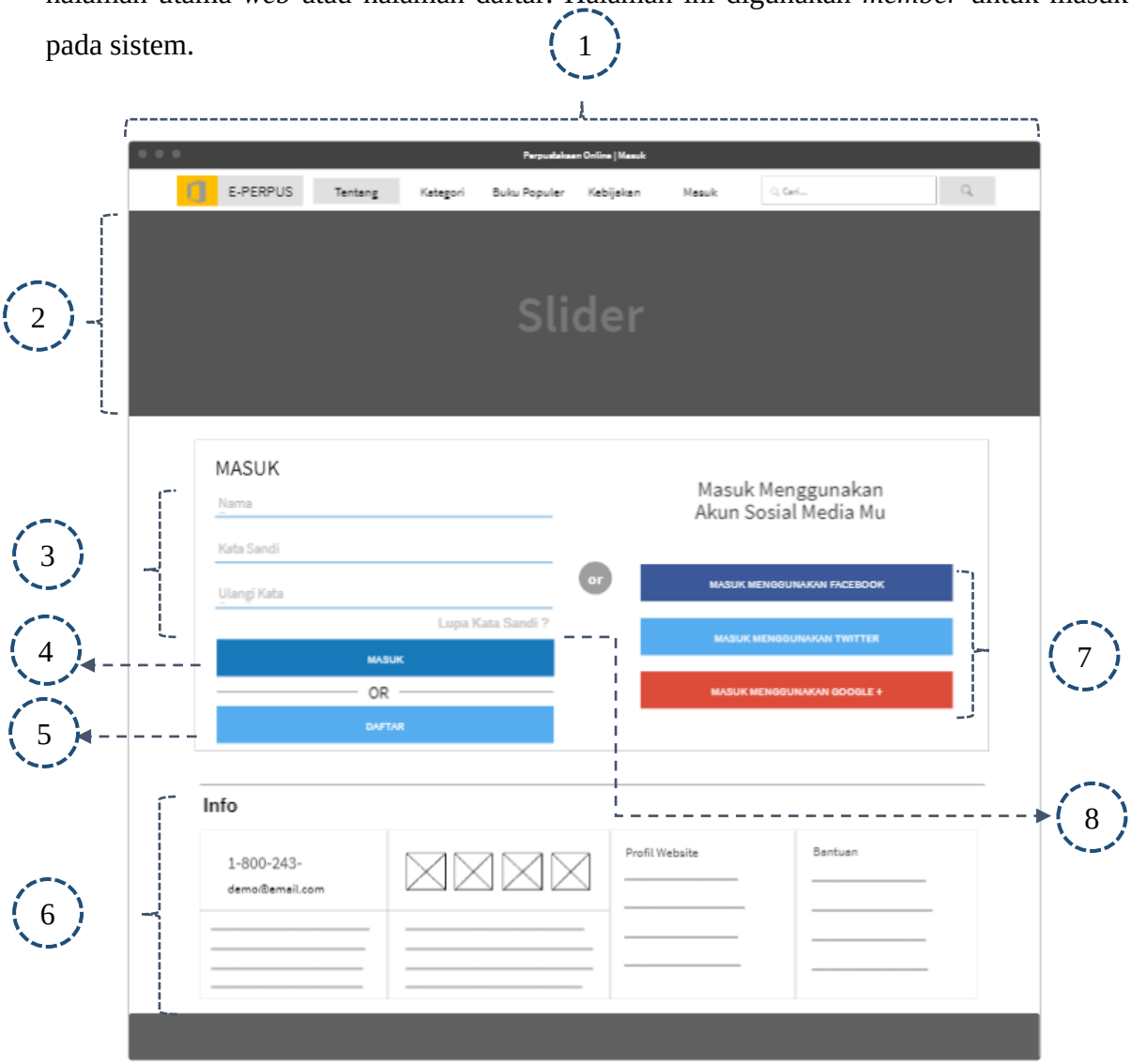
Keterangan:

1. Tombol "Masuk" mengarahkan *user* ke halaman *login*
2. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*
3. *Slider* menampilkan gambar tentang *website*
4. Teks *Input* yang terdiri dari nama lengkap, nama *user*, *e-mail user* dan kata sandi
5. *Captcha* – Teks *input* untuk mengisi karakter *Captcha*
6. Tombol "Daftar" berguna untuk men-*submit* data diri yang telah diisi oleh *user*

7. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.
8. *Social Media* Tombol – terdiri dari Tombol yang mengarahkan *user* masuk menggunakan media sosial.

3. Halaman Masuk

Halaman Masuk merupakan halaman yang tampil ketika *user* mengetuk tombol masuk dari halaman utama *web* atau halaman daftar. Halaman ini digunakan *member* untuk masuk pada sistem.



Gambar 3.13 Rancang Tampilan Halaman Masuk

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*
2. *Slider* menampilkan gambar tentang *website*
3. *Teks Input* yang terdiri dari nama, kata sandi dan ulangi kata sandi *user*

4. Tombol “Masuk” berguna untuk men-*submit* data diri *user*
5. Tombol “Daftar” mengarahkan *user* ke halaman pendaftaran.
6. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.
7. Social Media Tombol – terdiri dari Tombol yang mengarahkan *user* masuk menggunakan media sosial.
8. *Teks link* “Lupa Kata Sandi” mengarahkan *member* ke halaman "Lupa Kata Sandi” untuk *reset* kata sandi.

4. Halaman Pertama Setelah *Member Login*

Halaman Pertama Setelah *Member Login* akan menampilkan informasi buku yang direkomendasikan / *rating* yang telah ada. 1

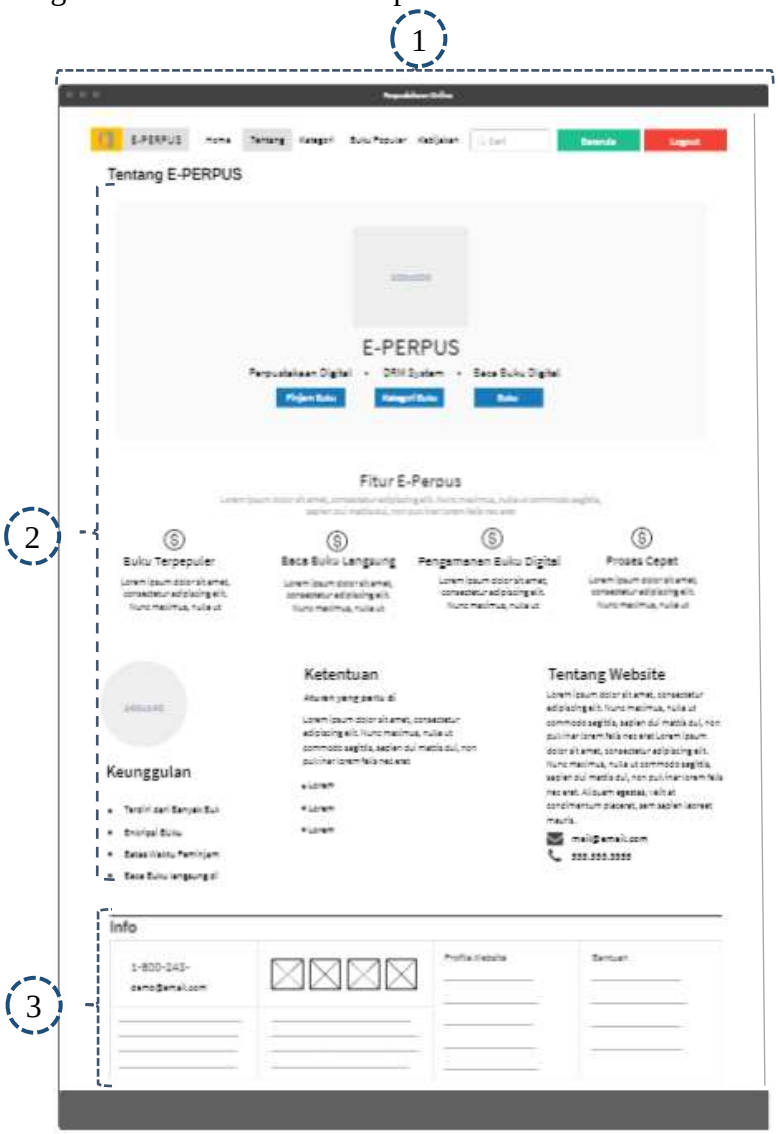
Gambar 3.14 Rancang Tampilan Halaman Pertama Setelah *Member Login*

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Tombol “Logout” mengarahkan *member* untuk keluar dari *website*.
3. Tombol “Beranda” mengarahkan *member* ke halaman beranda *member*.
4. Rekomendasi buku – terdiri dari sekumpulan *card* buru yang direkomendasikan berdasarkan algoritma MFCM.
5. Buku Baru ditambah – terdiri dari sekumpulan *card* buku yang baru ditambah.
6. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

5. Halaman Tentang *Website*

Halaman Tentang *Website* berisi informasi profil dari *web*.



Gambar 3.15 Rancang Tampilan Halaman Tentang *Website*

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Tentang E-PERPUS – berisi informasi tentang *website*.
3. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

6. Halaman Kategori Buku

Halaman Kategori Buku berisi informasi kategori buku berdasarkan sistem klasifikasi *Dewey Decimal Classification* (DDC).

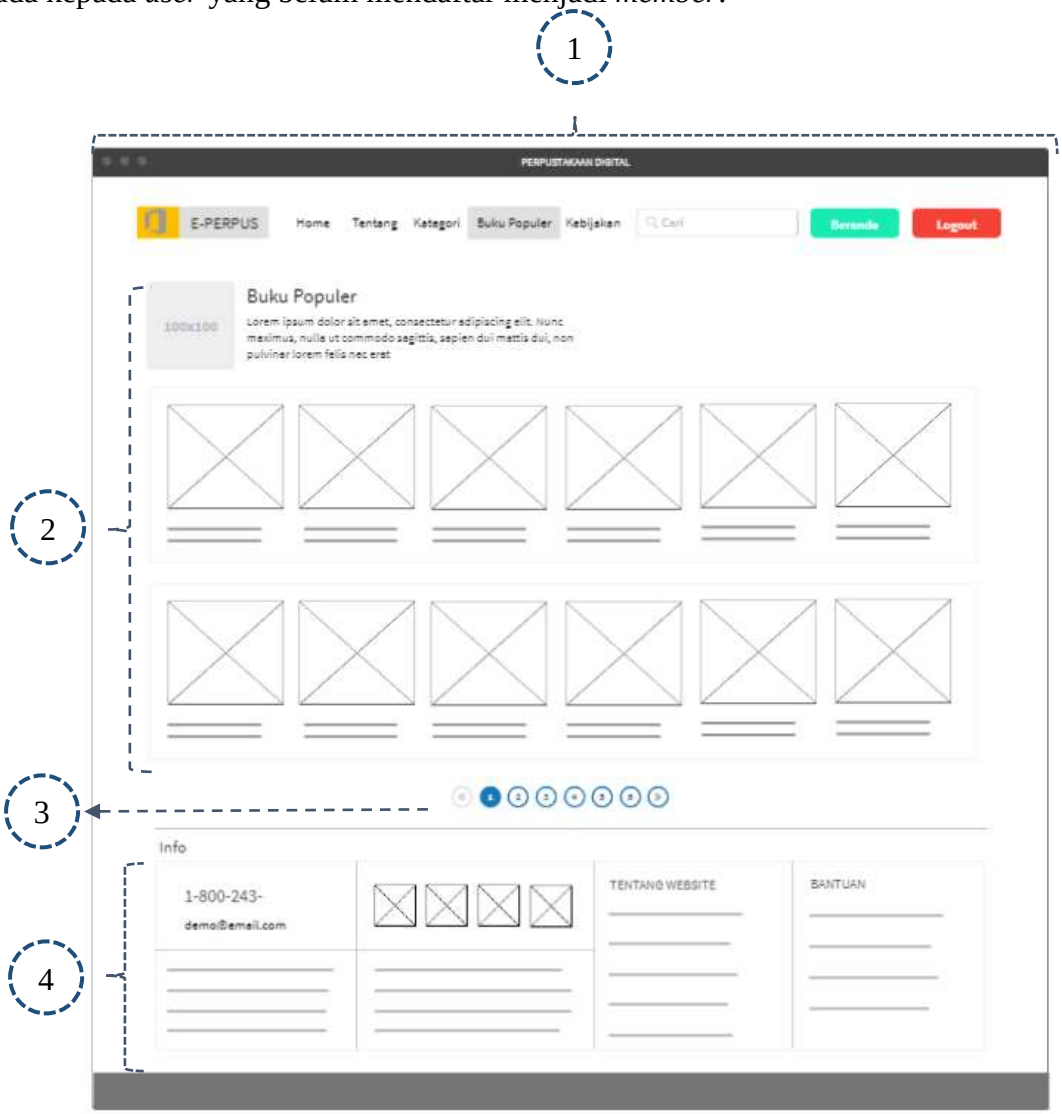
Gambar 3.16 Rancang Tampilan Halaman Kategori Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Kategori buku – terdiri dari *card* buku yang dibagi dalam beberapa *segment* sesuai kategori / klasifikasi buku.
3. Tombol *Pagination* yang mengarahkan *user* dan *member* ke halaman berikutnya.
4. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

7. Halaman Buku Populer

Halaman Buku Populer menampilkan informasi buku populer bedasarkan *rating* yang telah ada kepada *user* yang belum mendaftar menjadi *member*.



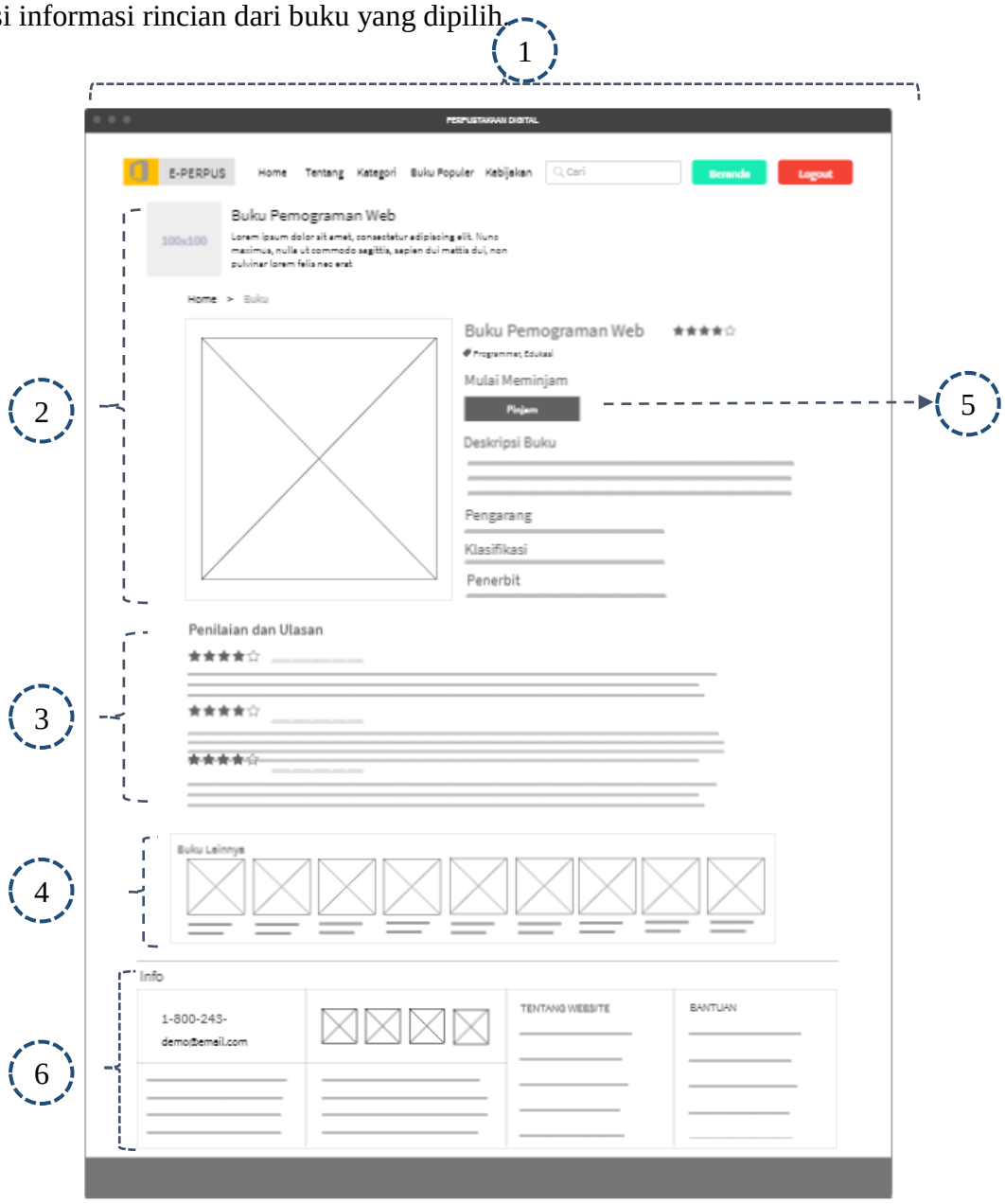
Gambar 3.17 Rancang Tampilan Halaman Buku Populer

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Buku Populer – terdiri dari *card* buku populer.
3. Tombol *Pagination* yang mengarahkan *user* dan *member* ke halaman berikutnya.
4. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.
5.

8. Halaman Rincian Buku

Halaman Rincian Buku tampil ketika *user* atau *member* mengetuk *card* buku. Halaman ini berisi informasi rincian dari buku yang dipilih.



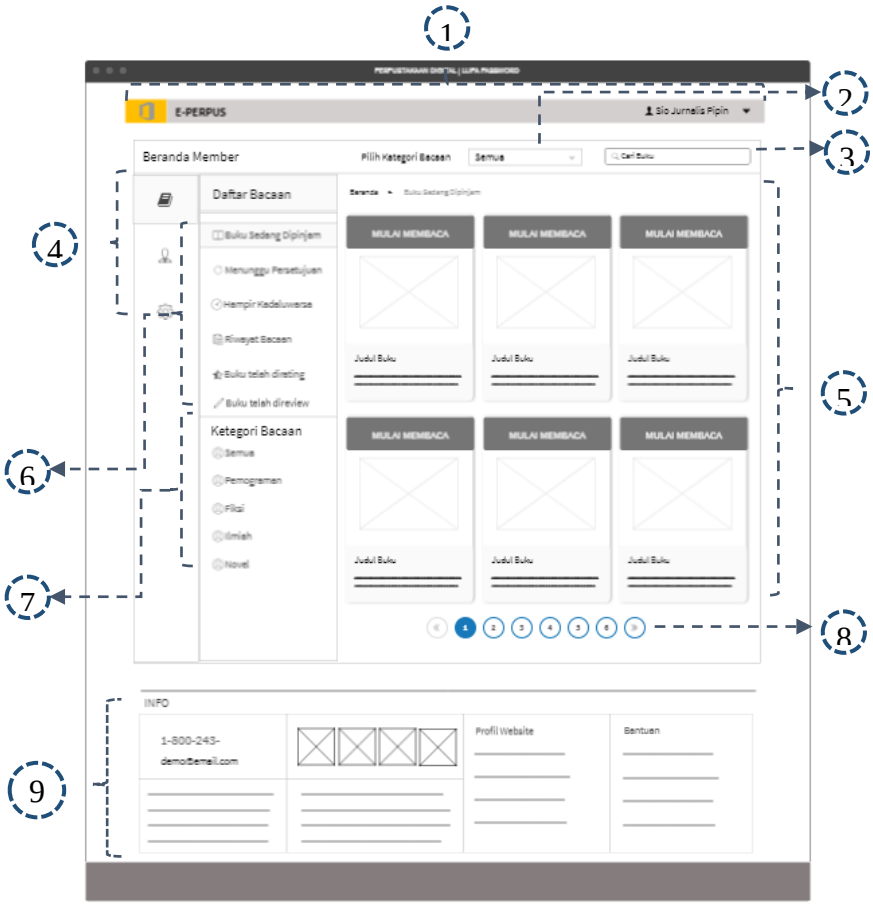
Gambar 3.18 Rancang Tampilan Halaman Rincian Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Buku "Nama Buku" – merupakan rincian informasi buku yang terdiri dari nama buku, deskripsi buku, pengarang, *rating* buku, klasifikasi dan penerbit buku.
3. Penilaian dan Ulasan – terdiri dari penilaian dan ulasan yang telah diberikan oleh *member*.
4. Buku lainnya – Terdiri dari *card* buku lainnya.
5. Tombol "Pinjam" mengarahkan *member* untuk melakukan permintaan pinjam buku.
6. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

9. Halaman Beranda Daftar Bacaan Setelah *Member* Masuk

Halaman berada tampil ketika *member* telah *login* dan mengetuk tombol beranda dari halaman pertama. Halaman ini menampilkan informasi dan mengolah buku pada akun *member* seperti baca buku, riwayat peminjaman, mengembalikan buku dan sebagainya.



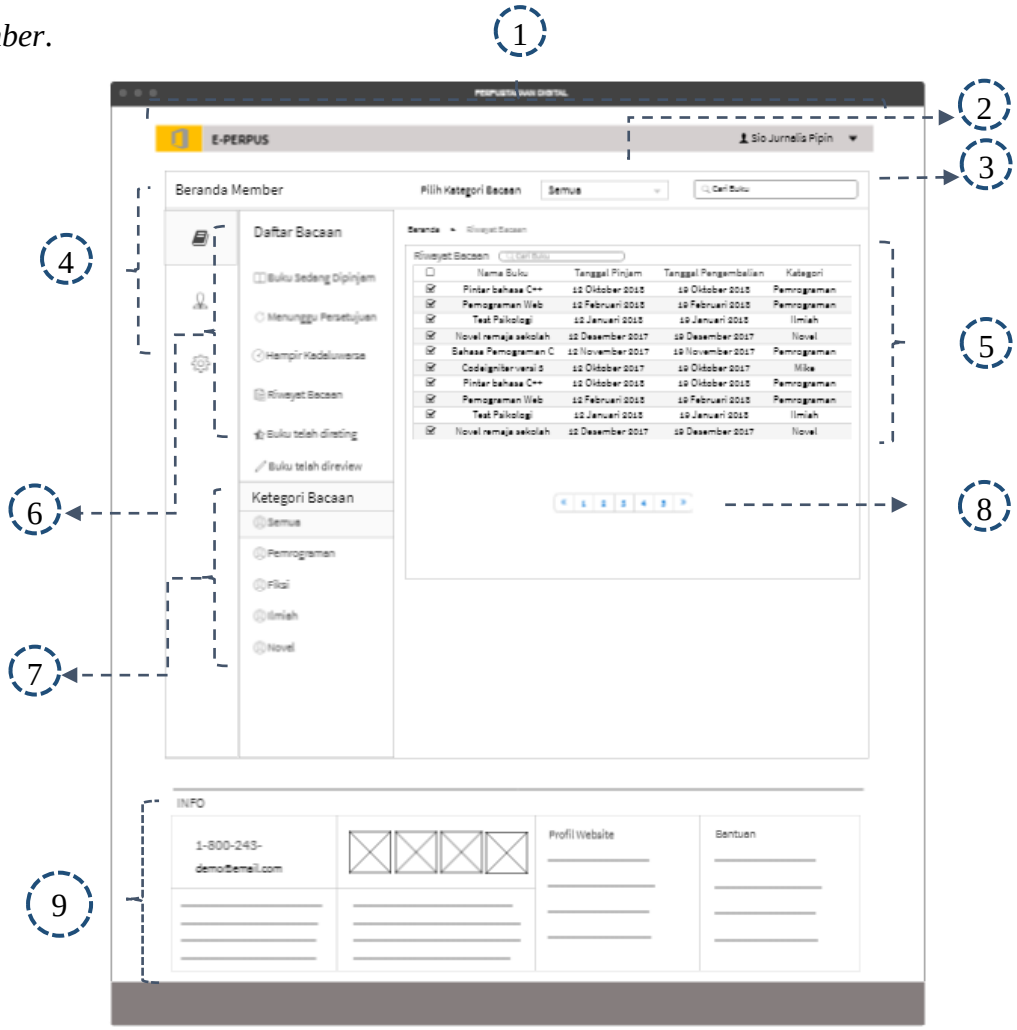
Gambar 3.19 Rancang Tampilan Halaman Daftar Bacaan Setelah *Member* Masuk

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. *Dropdown "*Pilih Kategori Bacaan*"* berisi kategori buku yang memungkinkan *member* menyortir buku sesuai kategori yang diinginkan.
3. *Text Input* "Cari Buku" untuk menampilkan buku sesuai judul buku yang dicari.
4. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
5. Buku sedang dipinjam – terdiri dari *card* buku yang sedang dipinjam.
6. Navigasi "Daftar Bacaan" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *member* ke halaman buku sedang dipinjam, menunggu persetujuan, hampir kadaluwarsa, buku telah dinilai dan buku telah diulas.
7. Navigasi "Kategori Bacaan" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *user* ke halaman kategori buku terpilih.
8. *Pagination* – mengarahkan *member* ke halaman berikutnya.
9. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

10. Halaman Riwayat Peminjaman Buku

Halaman Riwayat Peminjaman Buku berisi daftar riwayat buku yang telah dipinjam oleh *member*.



Gambar 3.20 Rancang Tampilan Halaman Riwayat Peminjaman Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. *Dropdown* "Pilih Kategori Bacaan" berisi kategori buku yang memungkinkan *member* menyortir buku sesuai kategori yang diinginkan.
3. *Text Input* "Cari Buku" untuk menampilkan buku sesuai judul buku yang dicari.
4. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
5. Riwayat bacaan – tabel yang menampilkan riwayat daftar buku yang telah dipinjam.
6. Navigasi "Daftar Bacaan" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *member* ke halaman buku sedang dipinjam, menunggu persetujuan, hampir kadaluwarsa, buku telah dinilai dan buku telah diulas.

7. Navigasi “Kategori Bacaan” – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *user* ke halaman kategori buku terpilih.
8. *Pagination* – mengarahkan *member* ke halaman berikutnya.
9. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

11. Halaman Edit Profil *Member*

Halaman Edit Profil *Member* merupakan halaman yang digunakan oleh *member* untuk mengolah data pribadi seperti melengkapi dan mengedit data pribadi untuk keperluan verifikasi.

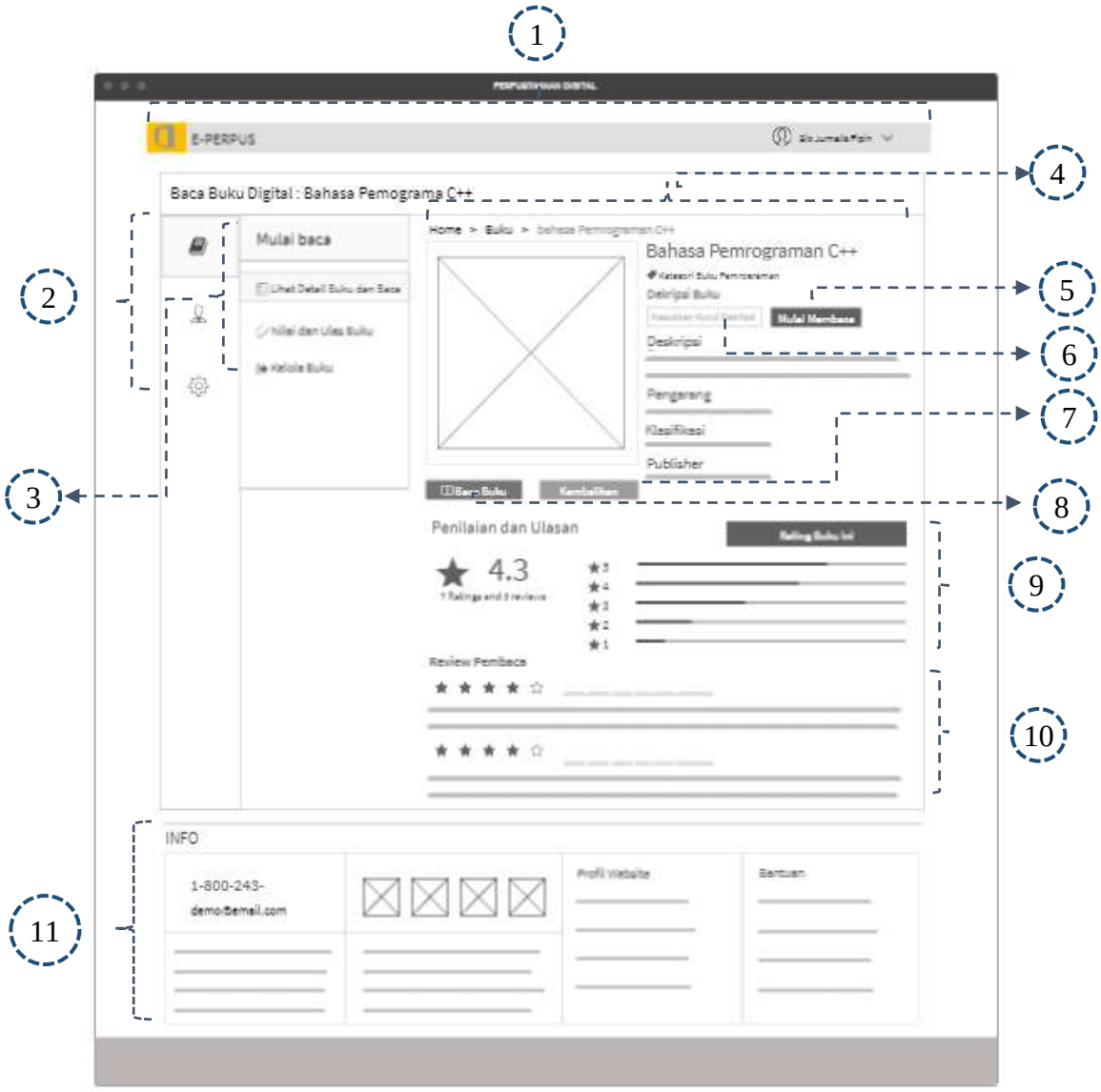
Gambar 3.21 Rancang Tampilan Halaman Edit Profil *Member*

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
3. Navigasi "Informasi" – terdiri dari *text link profile* dan akun untuk mengelola data informasi *member*.
4. Informasi Profil – terdiri dari *text input* yang terdiri dari nama lengkap, nama *user*, *e-mail*, nomor *handphone*, tempat tanggal lahir, *upload* KTP dan *upload* foto untuk mengelola data *member*.
5. Tombol "*save*" untuk menyimpan data personal *member*.
6. Tombol "*cancel*" mengarahkan *member* ke halaman sebelumnya.
7. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

12. Halaman Rincian Buku dan Deskripsi Buku Digital

Halaman Rincian Buku dan Deskripsi Buku Digital berisi informasi rincian buku yang telah dipinjam.



Gambar 3.22 Rancang Tampilan Halaman Rincian Buku dan Deskripsi Buku Digital

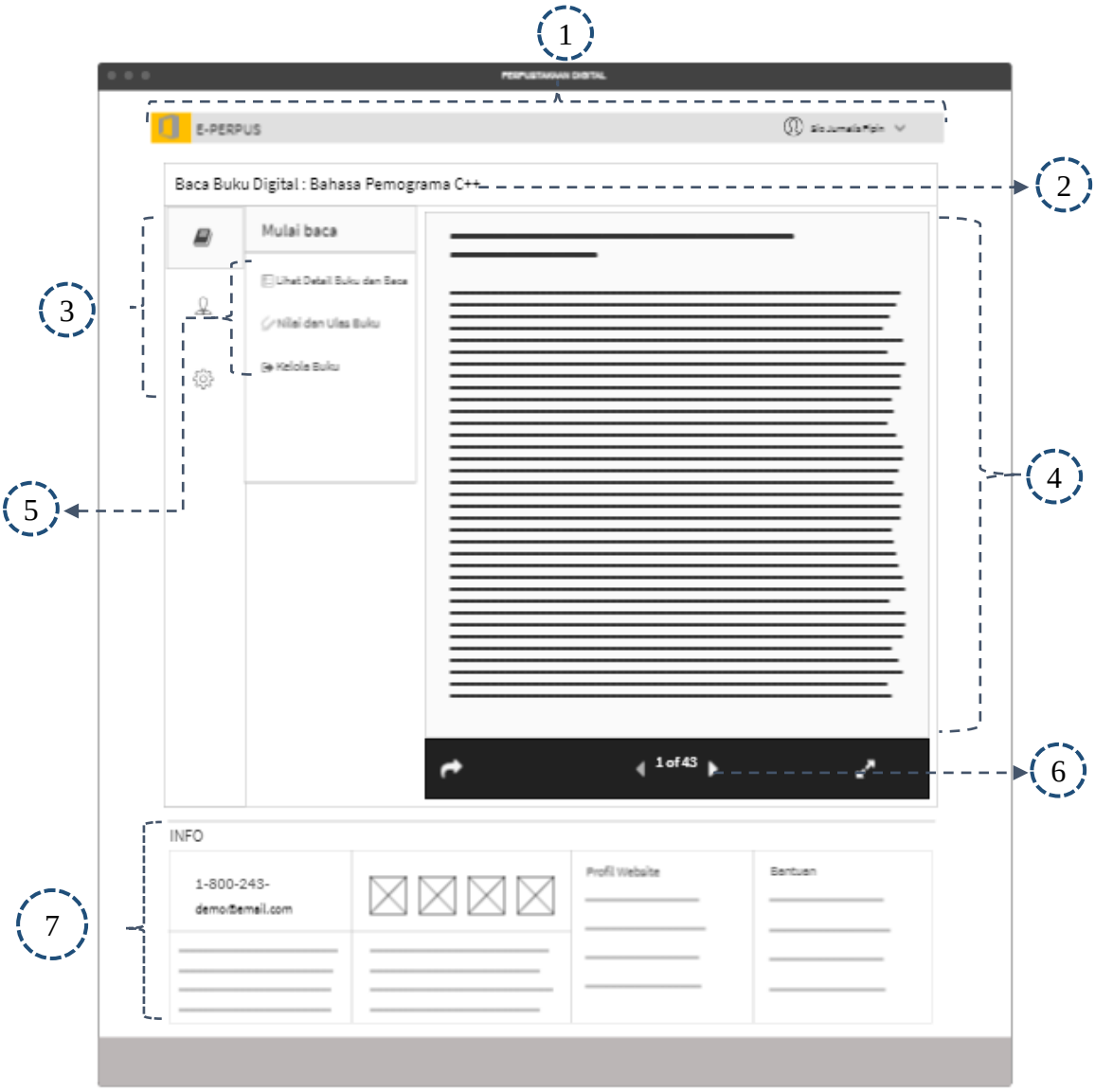
Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
3. Navigasi "Mulai Baca" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *member* ke halaman lihat rincian buku, nilai dan ulas buku, ataupun kelola buku.

4. Baca buku digital: “nama buku” – berisi deskripsi buku secara rinci yang terdiri dari Judul buku, nama pengarang, kategori, penerbit, deskripsi singkat buku, *rating(*penilaian), ataupun komentar dari *member* lain tentang buku.
5. Tombol “Mulai Membaca” berguna untuk melakukan dekripsi buku yang telah dipilih setelah memasukkan “kode dekripsi” agar buku dapat dibaca.
6. *Text Box* “Kode Dekripsi” berguna sebagai tempat memasukkan kode dekripsi buku sebelum membacanya.
7. Tombol “Kembalikan” berguna untuk melakukan pengembalian buku yang dipilih.
8. Tombol “Baca Buku” berguna untuk mengarahkan *member* ke halaman buku yang telah di-dekripsi agar dapat dibaca.
9. Kotak dialog “*Rating*” menampilkan *rating*(penilaian) *member* terhadap buku.
10. Kotak “Komentar” menampilkan berbagai komentar yang telah diberikan *member* terhadap buku.
11. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website,* kontak personal dan bantuan.

13. Halaman Membaca Buku Digital

Halaman Membaca Buku Digital yang dapat digunakan *member* untuk membaca buku digital yang telah dipinjam.



Gambar 3.23 Rancang Tampilan Halaman Membaca Buku Digital

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Judul buku yang sedang dibaca.
3. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
4. *Book Reader* – menampilkan konten dari buku yang sedang dibaca.
5. Navigasi "Mulai Baca" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *member* ke halaman lihat rincian buku, nilai dan ulas buku, ataupun kelola buku.

6. *Pagination* – mengarahkan *member* ke halaman berikutnya ataupun sebelumnya dari buku yang sedang dibaca.
7. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

14. Halaman *Review* dan *Rating* Buku

Halaman Penilaian dan Ulasan Buku merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *member* untuk memberi penilaian (*rating*) dan ulasan pada buku yang telah pinjam.

Gambar 3.24 Rancang Tampilan Halaman Review dan *Rating* Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*
2. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
3. Navigasi "Mulai Baca" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *member* ke halaman lihat rincian buku, nilai dan ulas buku, ataupun kelola buku.
4. Baca buku digital: "nama buku" – berisi deskripsi buku secara rinci yang terdiri dari Judul buku, nama pengarang, kategori, penerbit, deskripsi singkat buku, *rating(*penilaian), ataupun komentar dari *member* lain tentang buku.
5. Tombol "Baca Buku" mengarahkan *member* ke halaman baca buku.
6. Tombol "Kembalikan" mengarahkan *member* ke halaman kembalikan buku.
7. *Rating Box* berfungsi untuk memberikan penilaian buku.
8. *Text Box* "Ulasan" berfungsi sebagai tempat memasukkan ulasan buku.
9. Tombol "*cancel*" berfungsi untuk membatalkan ulasan, dan mengembalikan *member* ke halaman "baca buku".
10. Tombol *"send*" berfungsi untuk menerbitkan ulasan.
11. *Check Box* "persetujuan ulasan" berfungsi untuk memastikan bahwa *member* setuju dengan pernyataan telah mengulas buku.
12. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

15. Halaman Kelola Buku

Halaman Kelola Buku merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *member* untuk mengelolah buku seperti mengajukan perpanjangan, mengembalikan buku dan mengetahui sisa waktu peminjaman buku digital.

Gambar 3.25 Rancang Tampilan Halaman Kelola Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*
2. Tombol Navigasi "Beranda *Member*"- terdiri Tombol dengan *icon* yang mengarahkan *member* ke halaman yang terdiri dari daftar bacaan, kelola profil dan keluar.
3. Navigasi "Mulai Baca" – terdiri dari *text link* yang mengarahkan *member* ke halaman lihat rincian buku, nilai dan ulas buku, ataupun kelola buku.
4. Baca buku digital: "nama buku" – berisi deskripsi buku secara rinci yang terdiri dari Judul buku, nama pengarang, kategori, penerbit, deskripsi singkat buku, *rating(*penilaian), ataupun komentar dari *member* lain tentang buku.

5. *Text link timer* menunjukkan sisa waktu pinjam buku.
6. Tombol “Ajukan perpanjangan” berfungsi untuk memperpanjang waktu pinjam buku.
7. Tombol “Kembalikan” berfungsi untuk mengembalikan buku.
8. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

16. Halaman Beranda *Admin* Setelah Masuk

Halaman Beranda *Admin* Setelah Masuk berisi ringkasan informasi dari sistem seperti jumlah *member*, total peminjaman, total buku, total ulasan dan total penilaian yang telah diberikan oleh *member*.

Gambar 3.26 Rancang Tampilan Halaman Beranda *Admin* Setelah Masuk

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Navigasi "Beranda *Admin*" terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*.
3. *Dashboard Admin* terdiri dari beberapa rangkuman informasi *website* seperti jumlah buku, jumlah *member*, jumlah, total permintaan pinjam, total ulasan, hingga total penilaian.
4. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

17. Halaman Kelola Data Buku

Halaman Kelola Data Buku merupakan halaman yang yang digunakan oleh *Admin* untuk melakukan *edit* dan hapus buku digital pada sisteml.

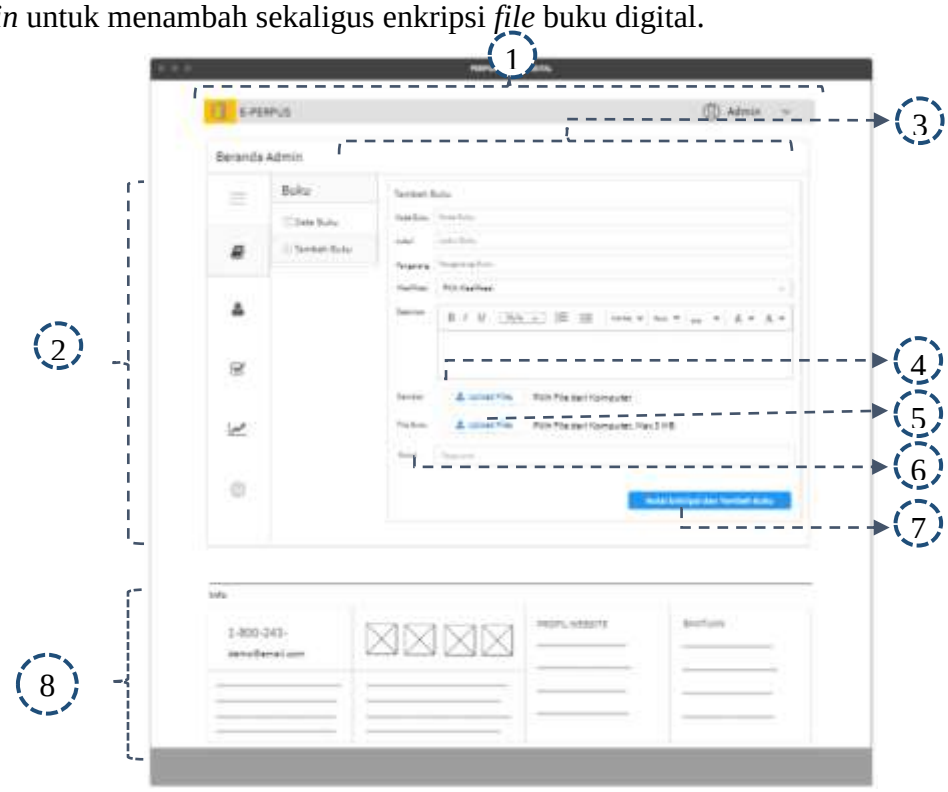
Gambar 3.27 Rancang Tampilan Halaman Kelola Data Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Navigasi "Beranda *Admin*" terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*.
3. *Combo Box* "Jumlah Buku" berfungsi untuk mengatur jumlah buku yang akan ditampilkan pada *table*.
4. *Search Box* "Pencarian" berfungsi untuk memudahkan *Admin* dalam mencari buku dengan mengetikkan *keyword* yang berhubungan dengan buku yang ingin dicari.
5. Tombol "Edit" berfungsi untuk membuat perubahan pada buku.
6. Tombol "Hapus" berfungsi untuk menghapus data buku dari sistem.
7. *Pagination* berfungsi untuk melakukan perpindahan antar - halaman daftar buku yang ditampilkan.
8. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

18. Halaman Enkripsi dan Tambah Buku

Halaman Enkripsi dan Tambah Buku merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk menambah sekaligus enkripsi *file* buku digital.



Gambar 3.28 Rancang Tampilan Halaman Enkripsi dan Tambah Buku

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Navigasi "Beranda *Admin*" terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*.
3. Berisi berbagai *textbox* untuk melengkapi deskripsi buku baru yang akan ditambahkan.
4. Tombol "*Upload* Gambar" berfungsi untuk menambahkan gambar yang akan mewakili buku sebagai *icon/thumbnail*.
5. Tombol "*Upload* Buku" berfungsi untuk mencantumkan data buku digital sebelum menambahkannya ke sistem.
6. *Text Box* "Kunci" berfungsi sebagai tempat *Admin* memasukkan kunci untuk melakukan enkripsi buku.
7. Tombol "Mulai Enkripsi" berfungsi untuk memulai enkripsi buku sebelum menambahkannya ke sistem.
8. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

19. Halaman Kelola Data *Member*

Halaman Kelola Data *Member* merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk mengeolah data *member*.

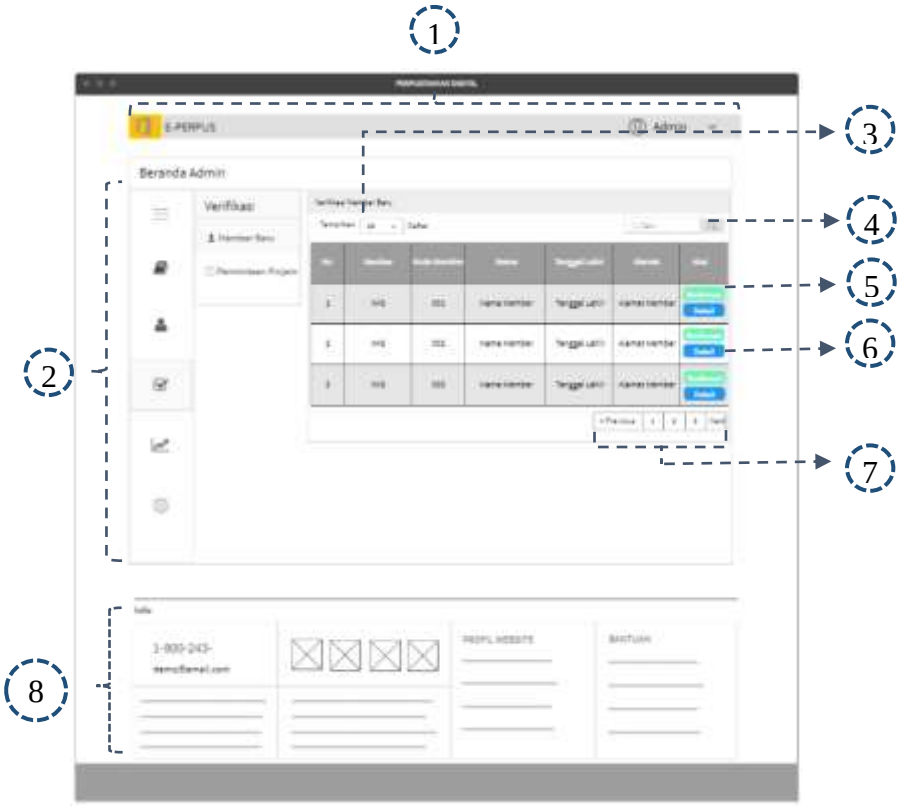
Gambar 3.29 Rancang Tampilan Halaman Kelola Data *Member*

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. Navigasi "Beranda *Admin*" terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*.
3. *Combo Box* "Jumlah *Member*" berfungsi untuk mengatur jumlah *member* yang akan ditampilkan pada *table*.
4. *Search Box* "Pencarian" berfungsi untuk memudahkan *Admin* dalam mencari *member*.
5. Tombol "Edit" berfungsi untuk membuat perubahan pada data *member*.
6. Tombol "Hapus" berfungsi untuk menghapus data *member* dari sistem.
7. *Pagination* berfungsi untuk melakukan perpindahan antar - halaman daftar *member* yang ditampilkan.
8. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

20. Halaman Verifikasi *Member* Baru

Halaman Verifikasi *Member* Baru merupakan halaman yang digunakan oleh *Admin* untuk melakukan verifikasi *member* yang baru terdaftar pada sistem.



Gambar 3.30 Rancang Tampilan Halaman Verifikasi *Member* Baru

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. *Navigasi* "Beranda *Admin*" terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*
3. *Combo Box* "Jumlah *Member*" berfungsi untuk mengatur jumlah *member* baru yang akan ditampilkan pada *table*.
4. *Search Box* "Pencarian" berfungsi untuk memudahkan *Admin* dalam mencari *member*.
5. Tombol "Konfirmasi" berfungsi untuk memberikan konfirmasi terhadap *user* baru atas kebenaran data yang telah diberikan..
6. Tombol "Rincian" berfungsi untuk melihat rincian informasi *member* baru.
7. *Pagination* berfungsi untuk melakukan perpindahan antar - halaman daftar *member* baru yang ditampilkan.
8. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

21. Halaman Laporan Peminjaman

Halaman Laporan Peminjaman merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *member* untuk mendapat informasi peminjaman yang telah dilakukan oleh *member*.

Gambar 3.31 Rancang Tampilan Halaman Laporan Peminjaman

Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. *Navigasi* “Beranda *Admin*” terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*.
3. *Date picker* “Tanggal awal” mengarahkan *member* untuk memilih tanggal.
4. Tombol “Tampilkan” mengarahkan *member* untuk menampilkan laporan peminjaman berdasarkan waktu yang telah dipilih.
5. *Date picker* “Tanggal akhir” mengarahkan *member* untuk memilih tanggal.
6. Tabel laporan peminjaman yang menampilkan no, *id* transaksi, tanggal pinjam, tanggal kembali, status dan kode *member*.
7. *Pagination* berfungsi untuk melakukan perpindahan antar - halaman daftar *member* baru yang ditampilkan.
8. *Footer* “Info” – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

22. Halaman Laporan *File* Ter-enkripsi

Halaman Laporan *File* Ter-enkripsi merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk mengetahui *file* buku digital yang telah dienkripsi.

Gambar 3.32 Rancang Tampilan Halaman Laporan *File* Ter-enkripsi

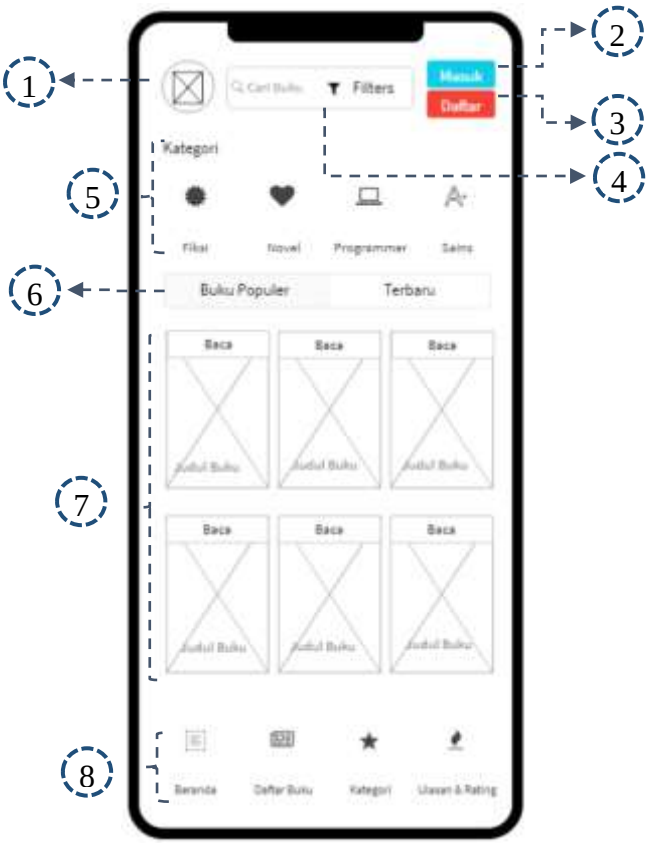
Keterangan:

1. *Header* – berisi menu navigasi dan logo dari *website*.
2. *Navigasi* "Beranda *Admin*" terdiri dari tombol yang mengarahkan *Admin* ke halaman *dashboard*, kelola buku, kelola *member*, verifikasi, laporan dan pengaturan untuk keluar *website*.
3. Tabel buku yang telah dienkripsi yang terdiri dari no, *id*, judul buku, tanggal *upload*, dan *link download* yang mengizinkan *Admin* untuk men-*download file* ter enkripsi.
4. *Footer* "Info" – Informasi seputar *website* seperti profil *website*, kontak personal dan bantuan.

3.2.1.2 Tampilan *Mobile*

1. Halaman Utama *Mobile*

   Halaman Utama *Mobile* merupakan halaman pertama yang tampil saat *user* atau *member* membuka aplikasi mobile.



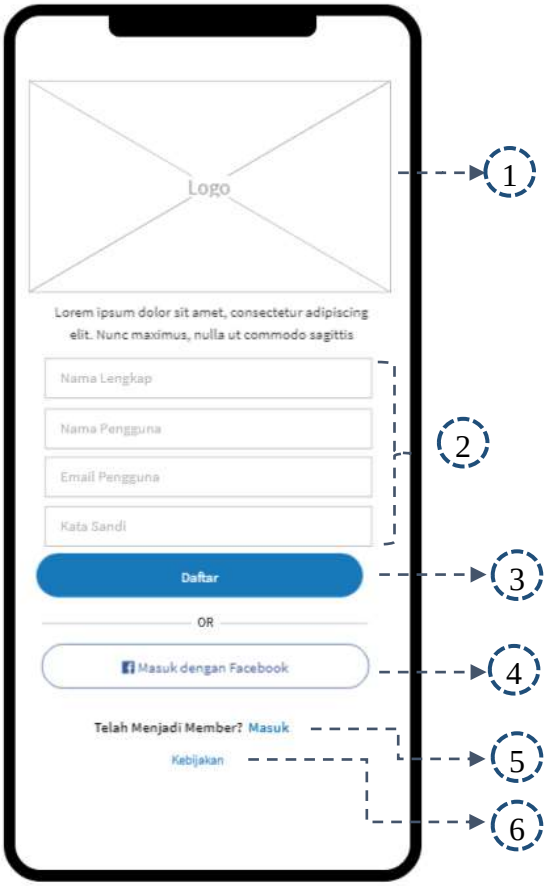
Gambar 3.33 Rancang Tampilan Halaman Utama *Mobile*

Keterangan:

1. Logo dari aplikasi
2. Tombol “Masuk” mengarahkan *user* ke halaman *login*.
3. Tombol “Daftar” mengarahkan *user* ke halaman pendaftaran.
4. *Text input* “Cari buku” berfungsi untuk mengetik judul buku yang akan di cari *user* dan *filter* pencarian.
5. *Link icon* Kategori yang menampilkan *icon* kategori buku pilihan.
6. *Tab* “Buku populer dan terbaru” mengarahkan *user* ke halaman buku populer berdasarkan *rating* atau buku terbaru di *upload*.
7. *Card* *“*buku” – menampilkan buku sesuai *tab* yang dipilih.
8. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, ulasan & *rating*.

2. Halaman Daftar Aplikasi *Mobile*

Halaman Daftar Aplikasi *Mobile* merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *user* untuk mendapat menjadi *member*.



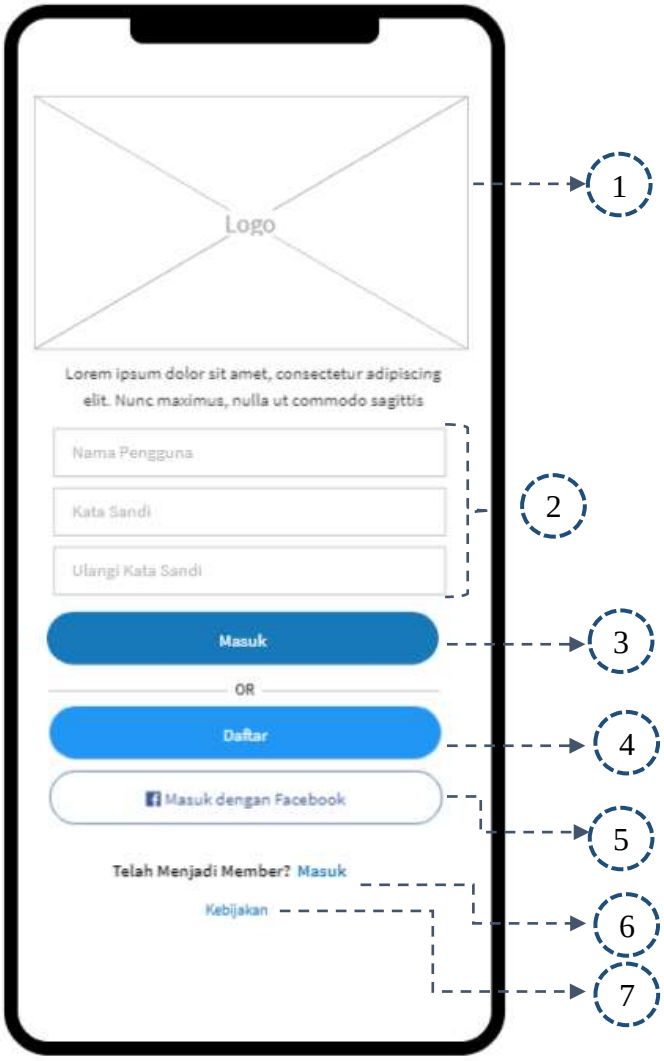
Gambar 3.34 Rancang Tampilan Halaman Daftar Aplikasi *Mobile*

Keterangan:

1. Logo dari Aplikasi
2. *Text input* yang terdiri dari nama lengkap, nama *user*, *e-mail user*, dan kata sandi untuk mendaftarkan *user* ke sistem.
3. Tombol "Daftar" berfungsi untuk mengirim data *user* ke sistem.
4. Tombol *"*Masuk dengan Facebook*"* mengarahkan *user* untuk masuk menggunakan akun Facebook.
5. *Text link* "Masuk" mengarahkan *user* ke halaman masuk.
6. *Text link* "Kebijakan" mengarahkan *user* ke halaman kebijakan.

3. Halaman Masuk Aplikasi *Mobile*

Halaman Masuk Aplikasi *Mobile* merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *member* untuk masuk pasa sistem.



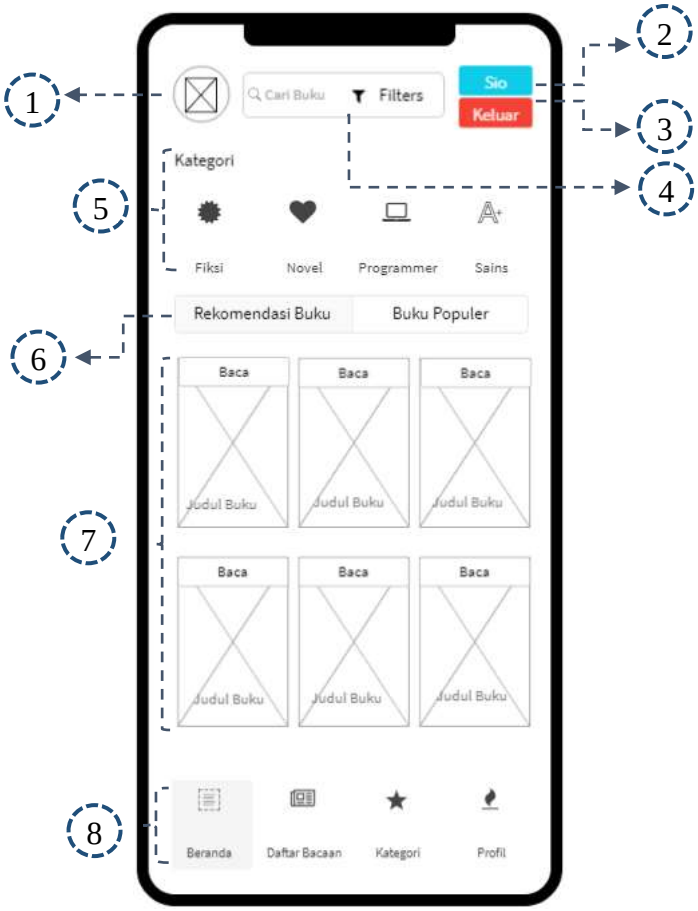
Gambar 3.35 Rancang Tampilan *Login* Aplikasi *Mobile*

Keterangan:

1. Logo dari Aplikasi
2. *Text input* yang terdiri dari nama *user*, kata sandi, dan ulangi kata sandi untuk validasi *user* masuk ke dalam sistem.
3. Tombol "masuk" berfungsi untuk mengirim data *user* ke sistem dan mengarahkannya ke halaman awal aplikasi setelah *login*.
4. Tombol "Daftar" untuk mengarahkan *user* ke halaman pendaftaran.
5. Tombol *"*Masuk dengan Facebook*"* mengarahkan *user* untuk masuk menggunakan akun Facebook.
6. *Text link* "Masuk" mengarahkan *user* ke halaman masuk.
7. *Text link* "Kebijakan" mengarahkan *user* ke halaman kebijakan.

4. Halaman Utama setelah *Member Login*

Halaman Utama setelah *Member Login* merupakan halaman yang tampil setelah *member* berhasil masuk pada sistem. Halaman ini akan menampilkan *Card* buku yang direkomendasikan dan populer.



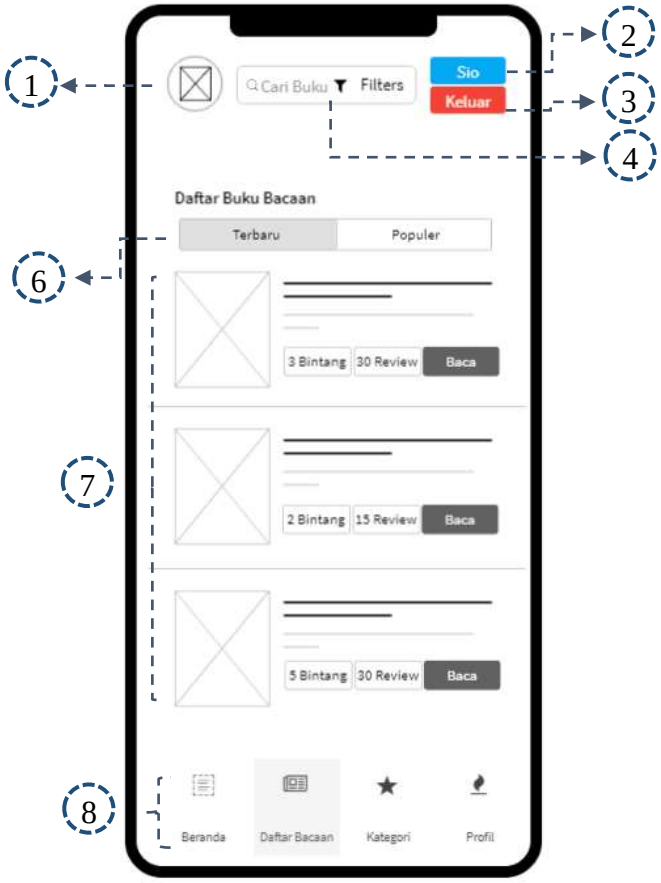
Gambar 3.36 Rancang Tampilan Halaman Utama Setelah *Member Login*

Keterangan:

1. Logo dari aplikasi
2. Tombol “Nama *member*” mengarahkan *member* ke halaman akun.
3. Tombol “Keluar” mengarahkan *member* keluar aplikasi.
4. *Text input* “Cari buku” berfungsi untuk mengetik judul buku yang akan di cari *user* dan *filter* pencarian.
5. *Link icon* Kategori yang menampilkan *icon* kategori buku pilihan.
6. *Tab* “Buku rekomendasi dan buku populer” mengarahkan *user* ke halaman buku rekomendasi dan buku populer.
7. *Card* *“*buku” – menampilkan buku sesuai *tab* yang dipilih.
8. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.

5. Halaman Daftar Bacaan

Halaman Daftar Bacaan merupakan halaman yang digukana oleh *member* untuk melihat daftar buku yang telah dipinjam.



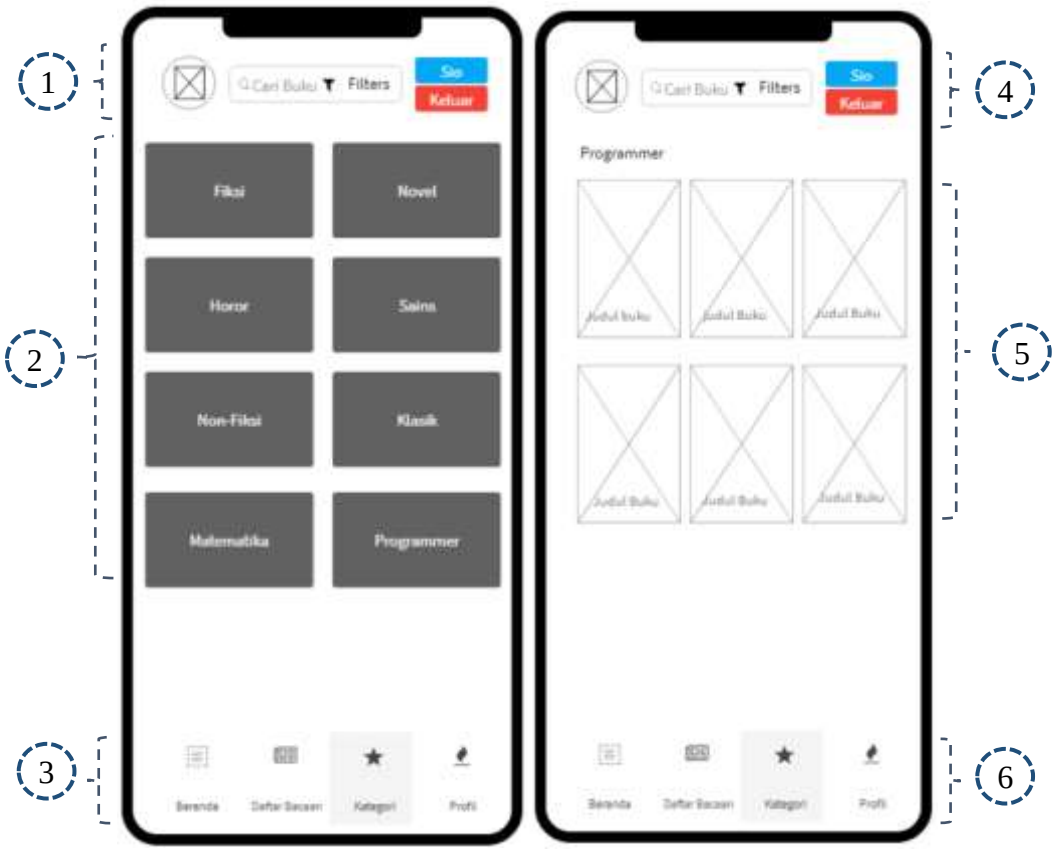
Gambar 3.37 Rancang Tampilan Halaman Daftar Bacaan

Keterangan:

1. Logo dari aplikasi
2. Tombol “Nama *member*” mengarahkan *member* ke halaman akun.
3. Tombol “Keluar” mengarahkan *member* keluar aplikasi.
4. *Text input* “Cari buku” berfungsi untuk mengetik judul buku yang akan di cari *user* dan *filter* pencarian.
5. *Link icon* Kategori yang menampilkan *icon* kategori buku pilihan.
6. *Tab* “Daftar buku bacaan populer dan terbaru” menampilkan semua buku.
7. *Card* *“*buku” – menampilkan buku sesuai *tab* yang dipilih.
8. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.

6. Halaman Kategori Buku

Halaman Kategori Buku berisi informasi buku yang dikelompokkan berdasarkan kategori buku dari klasifikasi *Decimal Classification* (DDC).



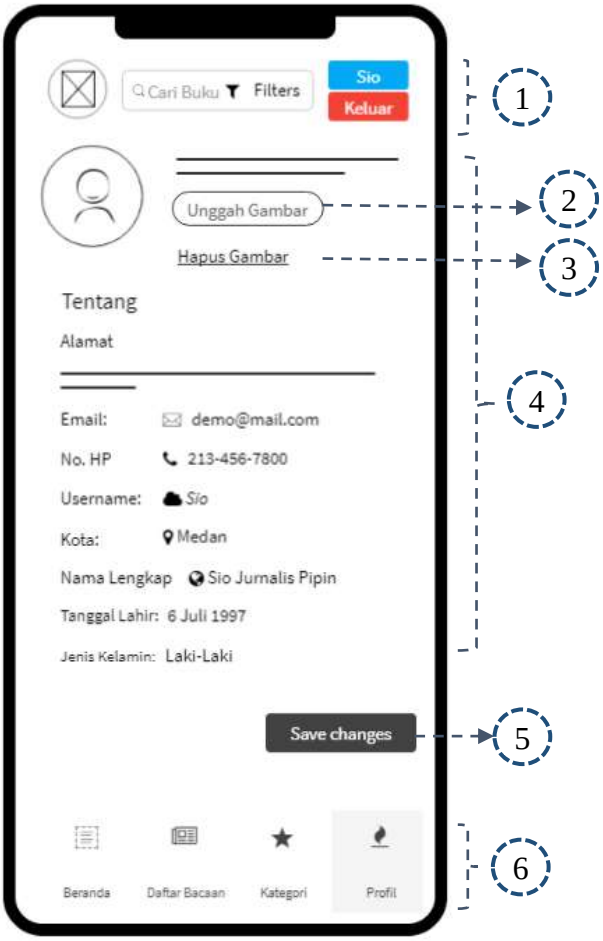
Gambar 3.38 Rancang Tampilan Halaman Kategori Buku

Keterangan:

1. *Header* Aplikasi – terdiri dari logo, *text input* Pencarian, tombol profil, tombol keluar
2. *Card* Kategori – terdiri dari *card* kategori buku.
3. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.
4. *Header* Aplikasi – terdiri dari logo, *text input* Pencarian, tombol profil, tombol keluar
5. *Card* buku – terdiri dari *card* buku berdasarkan kategori buku terpilih.
6. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.

6. Halaman Profil *Member*

Halaman Profil *Member* merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Member* untuk mengelolah data pribadi untuk keperluan verifikasi *member*.



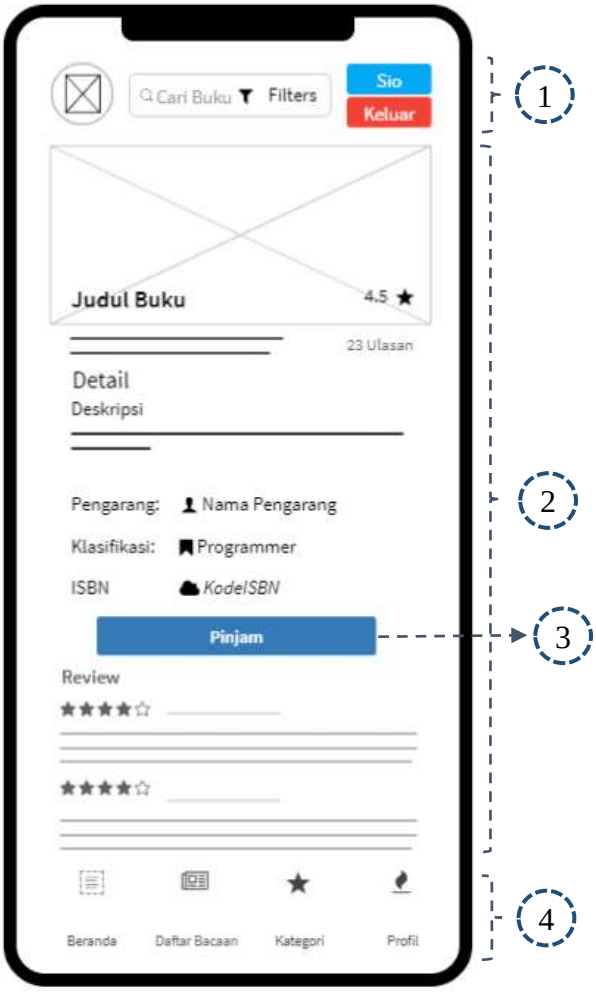
Gambar 3.39 Rancang Tampilan Halaman Pro*file Member*

Keterangan:

1. *Header* Aplikasi – terdiri dari logo, *text input* Pencarian, tombol profil, tombol keluar
2. Tombol "Unggah Gambar" berfungsi untuk memilih *file* gambar dari perangkat.
3. *Text link* "Hapus Gambar" berfungsi untuk menghapus gambar *profile member*.
4. Tentang *member* – terdiri dari informasi *member* seperti nama, alamat, *e-mail*, no. *handphone*, *username*, kota, nama lengkap, tanggal lahir, jenis kelamin.
5. Tombol "Save Changes" – mengarahkan *member* untuk menyimpan perubahan.
6. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.

7. Halaman Rincian Buku

Halaman Rincian Buku merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Member* untuk mengetahui informasi rincian tentang buku digital yang telah dipinjam.



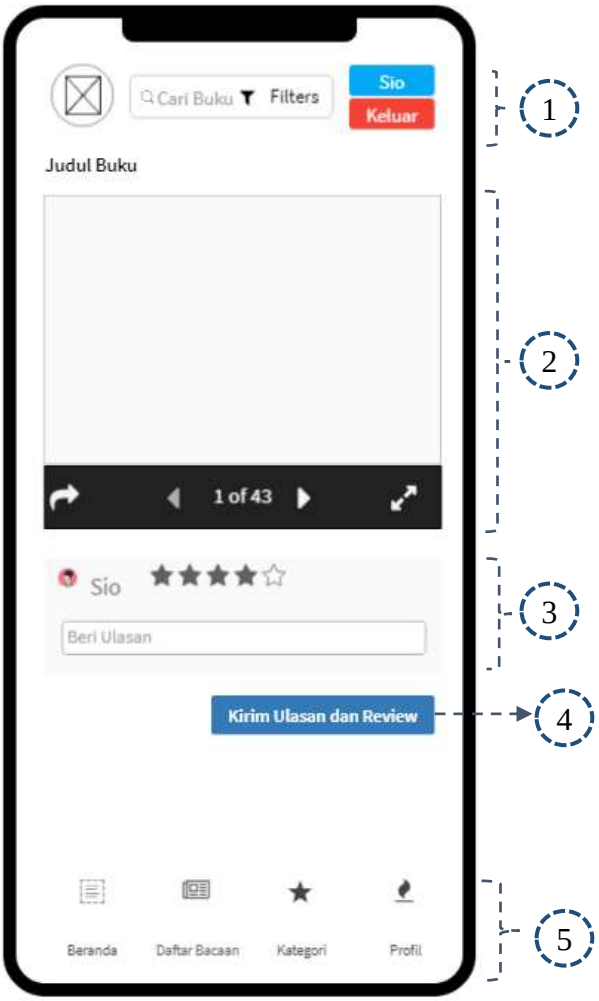
Gambar 3.40 Rancang Tampilan Halaman Rincian Buku

Keterangan:

1. *Header* Aplikasi – terdiri dari logo, *text input* Pencarian, tombol profil, tombol keluar
2. Rincian buku – terdiri dari informasi buku seperti judul buku, foto *cover* buku, deskripsi buku, pengarang, klasifikasi, ISBN, penilaian hingga ulasan buku.
3. Tombol "Pinjam" – mengarahkan *member* untuk melakukan peminjaman buku.
4. *Tab Menu* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.

8. Halaman Baca Buku

Halaman Baca Buku merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Member* untuk membaca buku digital yang telah dipinjam.



Gambar 3.41 Rancang Tampilan Halaman Baca Buku

Keterangan:

1. *Header* Aplikasi – terdiri dari logo, *text input* Pencarian, tombol profil, tombol keluar
2. *Book reader* – berfungsi sebagai media untuk membaca buku dengan menampilkan isi buku.
3. *Rating* dan *review* – berfungsi untuk memberikan *rating* dan ulasan buku oleh *member*.
4. Tombol "Kirim *Rating* dan *Review*" berfungsi untuk mengirim *rating* dan *review* buku.
5. Menu *Tab* – merupakan *link icon* yang terdiri dari beranda, daftar buku, kategori, profil.

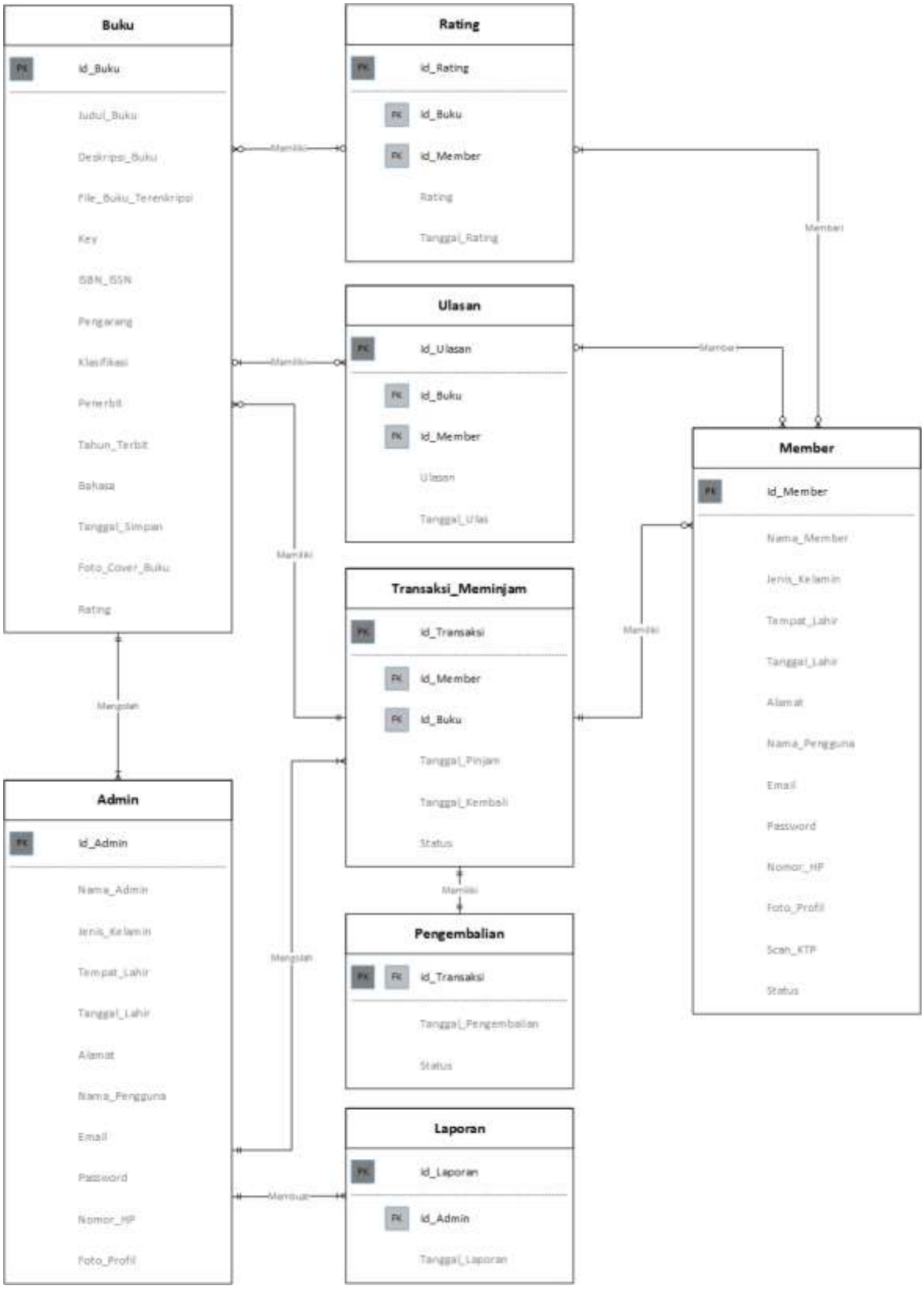
3.2.2 Perancangan Basis Data

Dalam perancangan basis data aplikasi perpustakaan digital diimplementasikan dalam bentuk *Entity Relationship Diagram* (ERD). ERD digunakan untuk menunjukkan hubungan antara entitas pada masing-masing tabel dan objek - objek (himpunan entitas) apa saja yang ingin dilibatkan dalam sebuah data dan bagaimana hubungan yang terjadi di antara objek - objek tersebut. Entitas menunjukkan objek-objek dasar yang terkait di dalam sistem yang terdiri dari: Buku, *Rating*, Ulasan, *Member*, *Admin*, Transaksi_Peminjaman, Pengembalian, dan Laporan sedangkan relasi antara entitas dengan entitas lainnya pada sistem ini yaitu sebagai berikut.

Tabel 3.38 Relasi antara entitas pada ERD

No.	Relasi antara Entitas	Keterangan
1.		Buku memiliki maksimal 1 (satu) *rating* atau tidak sama sekali (*optional*) *rating* dan atau *Rating* dimiliki oleh maksimal banyak buku atau tidak sama sekali (*optional*).
2.		Buku memiliki maksimal banyak ulasan atau tidak sama sekali (*optional*) memiliki ulasan dan atau Ulasan dimiliki maksimal 1 (satu) buku atau tidak sama sekali (*optional*).
3.		Buku memiliki minimal 1 (satu) transaksi_meminjam dan maksimal 1 (satu) transaksi_meminjam dan atau Transaksi_meminjam dimiliki maksimal banyak buku atau tidak sama sekali (*optional*).
4.		*Admin* mengelola maksimal banyak buku dan minimal 1 (satu) buku dan atau Buku dikelola minimal 1 (satu) *Admin* dan maksimal 1 (satu) *Admin*.

5.		*Admin* mengelola minimal 1 (satu) transaksi meminjam dan banyak transaksi meminjam dan atau Transaksi meminjam dikelola oleh minimal 1 (satu) *Admin* dan maksimal 1 (satu) *Admin*.
6.		*Admin* membuat minimal 1 (satu) laporan dan maksimal banyak laporan dan atau Laporan dibuat oleh minimal 1 (satu) *Admin* dan maksimal 1 (satu) *Admin*.
7.		*Member* memberi maksimal 1 (satu) *rating* atau tidak sama sekali (*optional*) dan atau *Rating* diberi oleh maksimal banyak *member* atau tidak sama sekali (*optional*).
8.		*Member* memberi maksimal 1 (satu) ulasan atau tidak sama sekali (*optional*) dan atau Ulasan diberi oleh maksimal banyak *member* atau tidak sama sekali (*optional*).
9.		*Member* memiliki minimal 1 (satu) transaksi meminjam dan maksimal 1 (satu) transaksi meminjam dan atau Transaksi meminjam dimiliki maksimal banyak *member* atau tidak sama sekali (*optional*).
10.		Transaksi meminjam memiliki minimal 1 (satu) pengembalian dan maksimal 1 (satu) pengembalian dan atau Pengembalian dimiliki minimal 1 (satu) transaksi meminjam dan maksimal 1 (satu) transaksi meminjam.



Gambar 3.42 Model Relational ERD Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web*

Setelah ERD yang dihasilkan diterjemahkan menjadi Model Relational, maka berikut tabel dari setiap entitas ke basis data fisik yang terdiri dari nama atribut, tipe data dan keterangan yaitu sebagai berikut:

1. *Member*

   Tabel *Member* digunakan untuk menyimpan data *user* terdaftar di aplikasi.

Tabel 3. 39 Struktur Tabel *Member*

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_*Member*	INT	Id_*Member* [*Primary Key*]
Nama_*Member*	VARCHAR (100)	Nama dari *member*
Jenis_Kelamin	ENUM(‘L’,’P’)	Jenis kelamin (L/P)
Tempat _Lahir	VARCHAR(200)	Tempat lahir *member*
Tanggal_Lahir	DATETIME	Tanggal Lahir *member*
Alamat	VARCHAR(200)	Alamat dari *member*
Nama_*User*	VARCHAR(20)	*Username* yang digunakan *member* saat *login*
E-mail	VARCHAR(50)	
Password	VARCHAR(20)	Kata sandi yang digunakan *member* saat *login*
Nomor_HP	VARCHAR(20)	Nomor HP *member*
Foto_Profil	VARCHAR(100)	Foto profil *member*
Scan_KTP	VARCHAR(100)	Scan KTP *member*
Status	ENUM(‘Terverifikasi’,’Tertunda’)	

2. *Admin*

   Tabel *Admin* digunakan untuk menyimpan data *Admin.*

Tabel 3.40 Struktur Tabel *Admin*

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_*Admin*	INT	Id_*Admin* [*Primary Key*]
Nama_*Admin*	VARCHAR (100)	Nama dari *Admin*
Jenis_Kelamin	ENUM(‘L’,’P’)	Jenis kelamin (L/P)
Tempat _Lahir	VARCHAR(200)	Tempat lahir *Admin*
Tanggal_Lahir	DATETIME	Tanggal Lahir *Admin*
Alamat	VARCHAR(200)	Alamat dari *Admin*
Nama_*User*	VARCHAR(20)	*Username* yang digunakan *Admin* saat *login*
E-mail	VARCHAR(50)	
Password	VARCHAR(20)	Kata sandi yang digunakan *Admin* saat *login*
Nomor_HP	VARCHAR(100)	Nomor HP *Admin*
Foto_Profil	VARCHAR(100)	Foto profil *Admin*

3. Buku

Tabel Buku digunakan untuk menyimpan data buku digital.

Tabel 3.41 Struktur Tabel Buku

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_Buku	INT	Id_Buku [*Primary Key*]
Judul_Buku	VARCHAR (100)	Nama dari Buku
Deskripsi_Buku	VARCHAR (200)	Deksripsi Singkat dari buku
*File*_Buku_Terenkripsi	VARCHAR (100)	Nama *file* buku digital
Kunci	VARCHAR (100)	Kunci yang digunakan untuk enkripsi buku
ISBN_ISSN	VARCHAR (100)	Nomor Seri Standar Internasional
Pengarang	VARCHAR(200)	Nama dari pengarang / penulis buku
Klasifikasi	VARCHAR (200)	Pengelompokkan buku-buku
Penerbit	VARCHAR(200)	Nama penerbit buku
Tahun_Terbit	DATE	Tahun terbit buku
Bahasa	VARCHAR(50)	Bahasa yang digunakan pada buku
Tanggal_Simpan	DATETIME	Tanggal simpan buku
Foto_Cover_Buku	VARCHAR(200)	Menyimpan link foto cover buku
Rating	INT	Penilaian buku

4. *Rating*

Tabel *Rating* digunakan untuk menyimpan data *rating*.

Tabel 3.42 Struktur Tabel *Rating*

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_*Rating*	INT	Id_*Rating* [*Primary* Key*]*
Id_Buku	INT	Id_Buku [*Foreign Key*]
Id_*Member*	INT	Id_*Member* [*Foreign Key*]
Rating	INT	Penilaian buku
Tanggal_*Rating*	DATETIME	Tanggal *member* memberi *rating* buku

5. Ulasan

Tabel Ulasan digunakan untuk menyimpan data ulasan.

Tabel 3.43 Struktur Tabel Ulasan

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_Ulasan	INT	Id_Ulasan [*Primary Key*]

Id_Buku	INT	Id_Buku [*Foreign Key*]
Id_*Member*	INT	Id_*Member* [*Foreign Key*]
Ulasan	VARCHAR(300)	Ulasan Buku
Tanggal_Ulas	DATETIME	Tanggal *member* memberi *rating* buku

7. Transaksi Meminjam

Tabel Transaksi Meminjam digunakan untuk menyimpan data transaksi meminjam yang dilakukan oleh *member*.

Tabel 3.44 Struktur Tabel Transaksi Meminjam

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_Transaksi	INT	Id_Transaksi [*Primary Key*]
Id_*Member*	INT	Id_*Member* [*Foreign Key*]
Id_Buku	INT	Id_Buku[*Foreign Key*]
Tanggal_Pinjam	DATETIME	Tanggal *member* melakukan peminjaman buku
Tanggal_Kembali	DATETIME	Tanggal buku digital harus dikembalikan
Status	ENUM(‘Pinjam’,’Kembali’)	Status peminjaman buku oleh *member*

8. Pengembalian

Tabel Pengembalian digunakan untuk menyimpan data pengembalian buku.

Tabel 3.45 Struktur Tabel Pengembalian

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_Transaksi	INT	Id_Transaksi [*Primary Key*] [*Foreign Key*]
Tanggal_Pengembalian	DATETIME	Tanggal telah dikembalikan
Status	ENUM(‘Kembali’,’Perpanjang’)	Status peminjaman buku digital oleh *member*

9. Laporan

Tabel Laporan digunakan untuk menyimpan data Laporan Transaksi.

Tabel 3.46 Struktur Tabel Laporan

Nama Atribut	Tipe Data	Keterangan
Id_Laporan	INT	Id_Laporan [*Primary Key*]
Id_*Admin*	INT	Id_Laporan [*Foreign Key*]
Tanggal_Laporan	DATETIME	Tanggal laporan dibuat

BAB IV
HASIL DAN PENGUJIAN

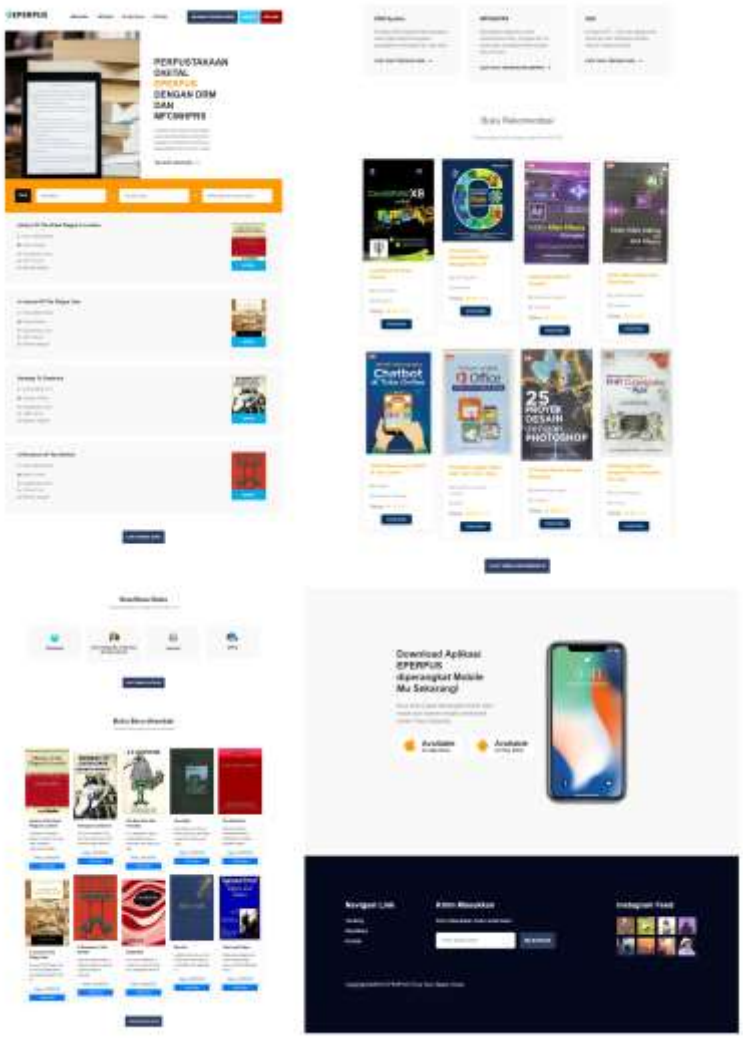
4.1 Hasil

Pada bagian ini dijelaskan tampilan dari sistem yang telah dibangun. Hasil terdiri atas 2 (dua) bagian yaitu website dan mobile.

4.1.1 Website

Berikut ini dipaparkan hasil tampilan dari aplikasi website yang sudah selesai dibangun, serta penjelasan ringkas dari masing-masing tampilan yang dibedakan dalam 3 (tiga) tampilan berdasarkan aktor (*User*, *Member*, *Admin*) dalam sistem yaitu sebagai berikut.

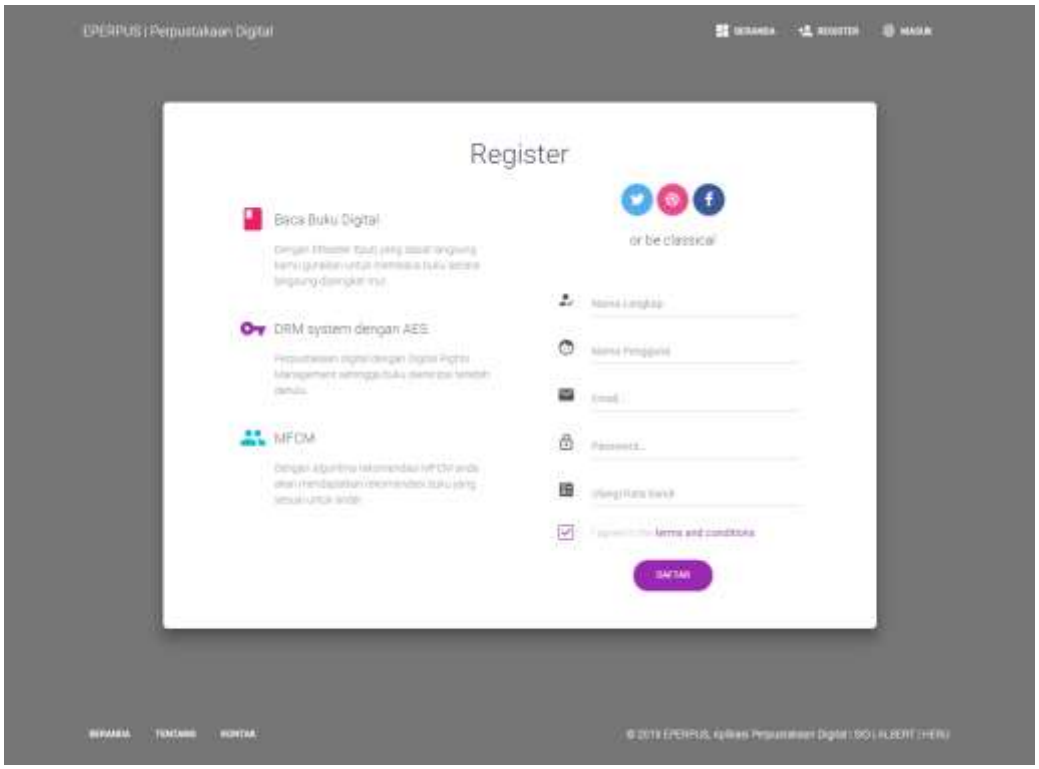
1. Tampilan untuk *User*, *Member*, *Admin*
   a. HomePage



Gambar 4.1 Tampilan Homepage

Merupakan halaman awal yang dilihat oleh *User*, *Member*, *Admin* ketika membuka website. Pada bagian ini *Member* dan *Admin* yang telah *Masuk* akan mendapat tombol *Board*, dan *Keluar* pada bagian *Navigasi Bar* Website. *Member* yang telah memberi *rating* akan mendapat rekomendasi buku dengan MFCMHRPS atau hanya rekomendasi MFCM jika belum memberi *rating*. Sedangkan, *User* mendapatkan rekomendasi buku dengan MFCM. Selain itu, pada bagian Homepage terdapat beberapa fitur yang dapat digunakan oleh *user* yaitu *filtering* dan pencarian buku, informasi buku baru ditambah, daftar buku yang direkomendasikan hingga klasifikasi buku.

b. Registrasi



Gambar 4.2 Tampilan Registrasi

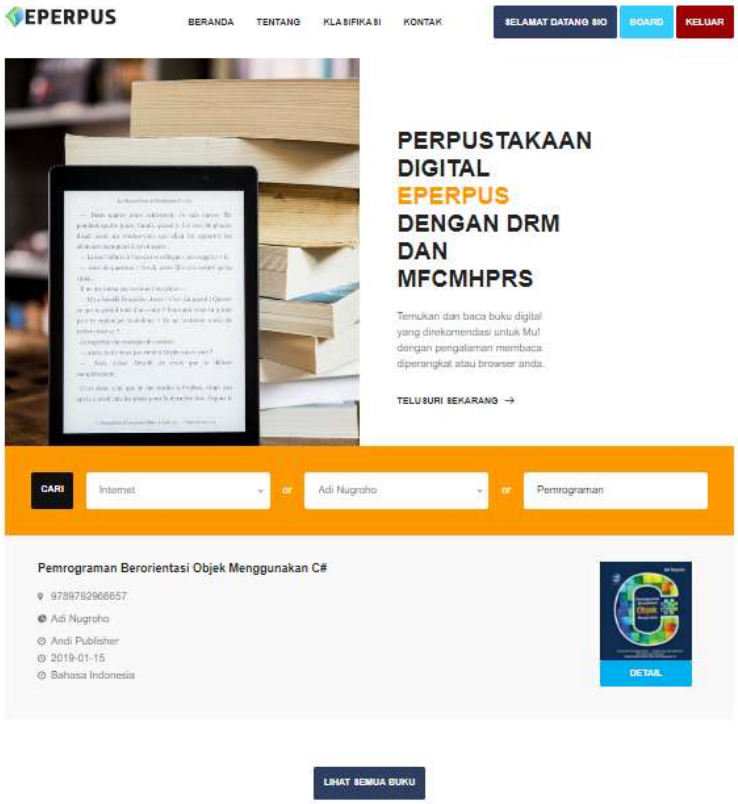
Merupakan tampilan yang dapat digunakan oleh *User* untuk melalukan pendaftaran pada sistem. Dengan mendaftar pada sistem dan melengkapi pendaftaran seperti konfirmasi *e-mail* untuk melengkapi pendaftaran dan mengisi identitas diri dengan meng-*upload* kartu identitas diri (KTP/SIM) maka *User* akan berubah status hak aksesnya menjadi *Member* sehingga dapat menggunakan fitur peminjaman, baca buku dan fitur lainnya.

c. *Login*

Gambar 4.3 Tampilan *Login*

Merupakan tampilan yang dapat digunakan oleh *Member* yang telah mendaftar untuk masuk pada sistem dengan hak akses *Member* seperti mengisi informasi data diri, meminjam, membaca, memperpanjang dan mengembalikan buku, hingga memberi *rating* dan ulasan.

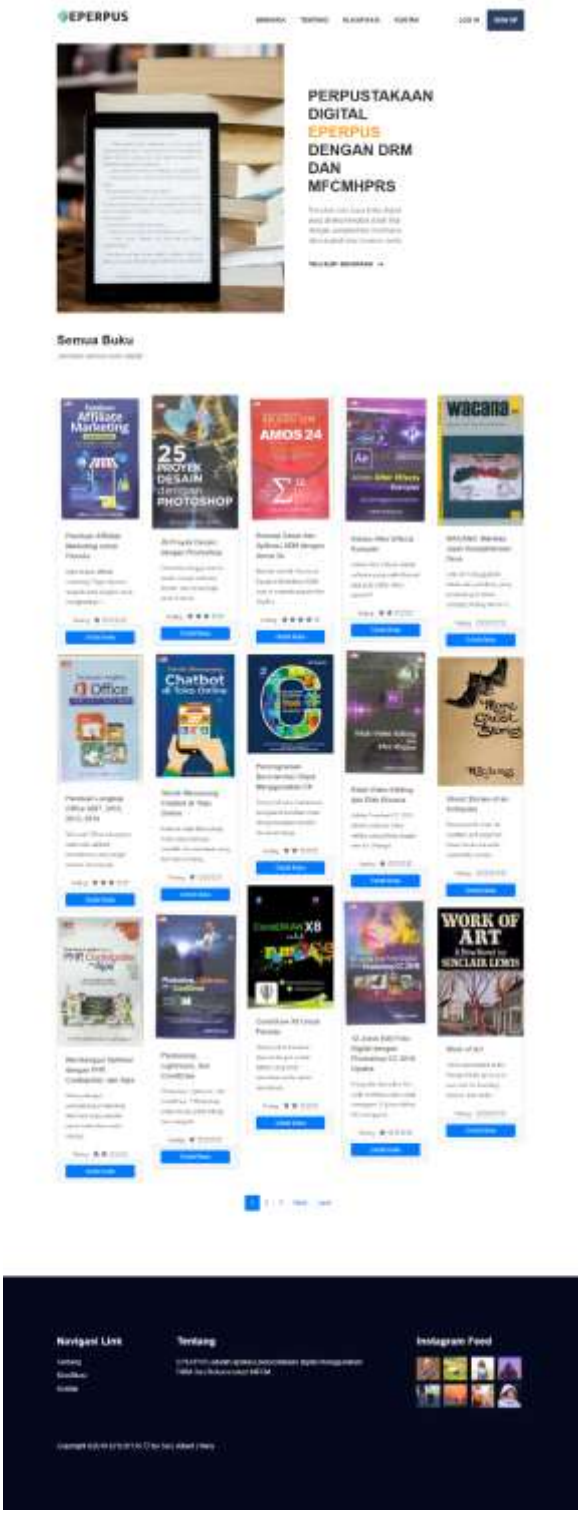
d. Filter dan Pencarian Buku



Gambar 4.4 Filter dan Pencarian

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User*, *Member* dan *Admin* untuk melakukan pencarian buku berdasarkan opsi klasifikasi buku, pengarang atau kata pencarian yang merupakan attribut dari sebuah buku seperti judul, pengarang, tahun terbit, penerti, hingga text bahasa buku.

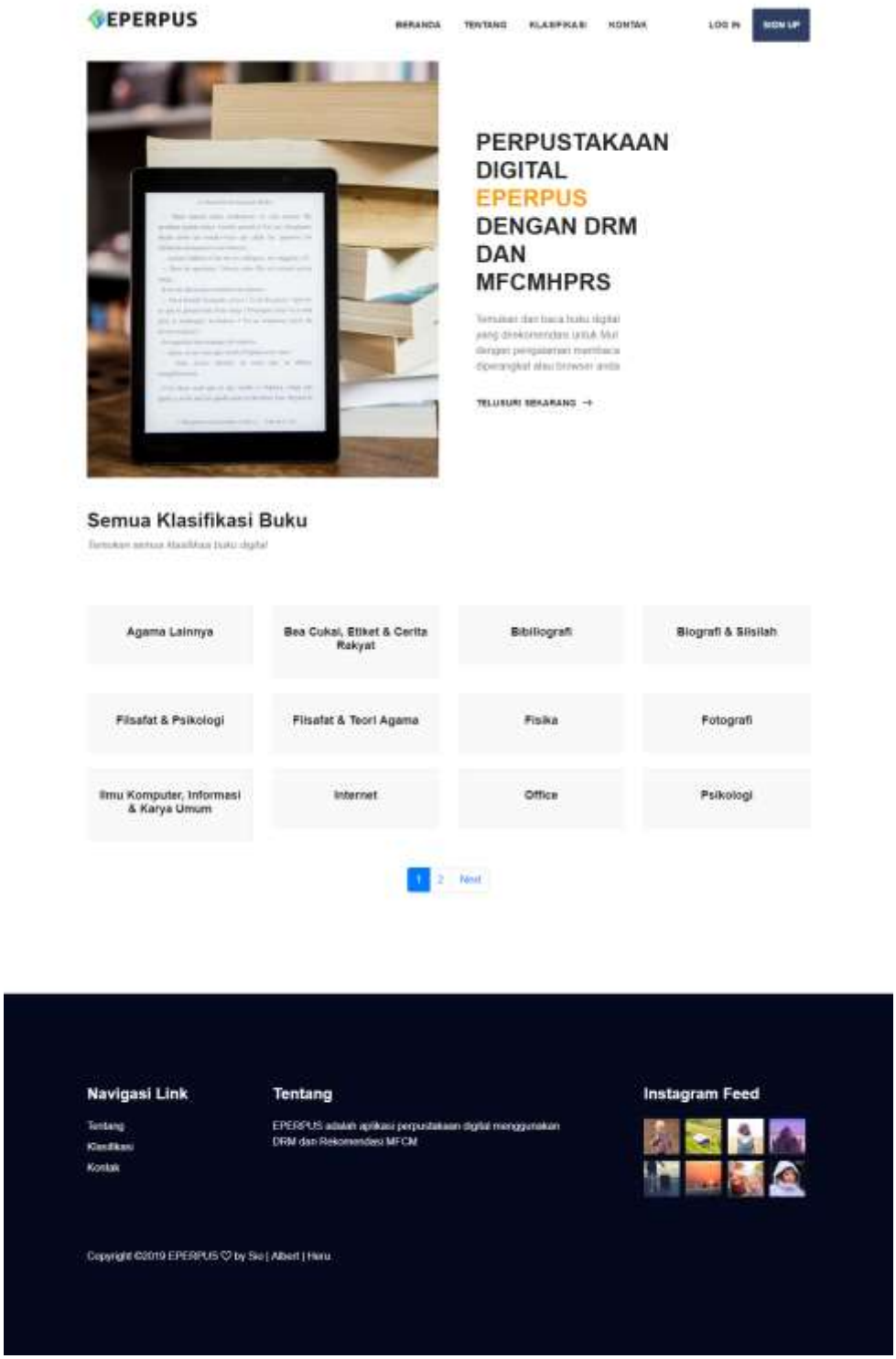
e. Semua Buku



Gambar 4.5 Tampilan Semua Buku Rekomendasi

Merupakan halaman yang menampilkan semua buku pada website yang dibagi dalam beberapa halaman dengan *pagination*.

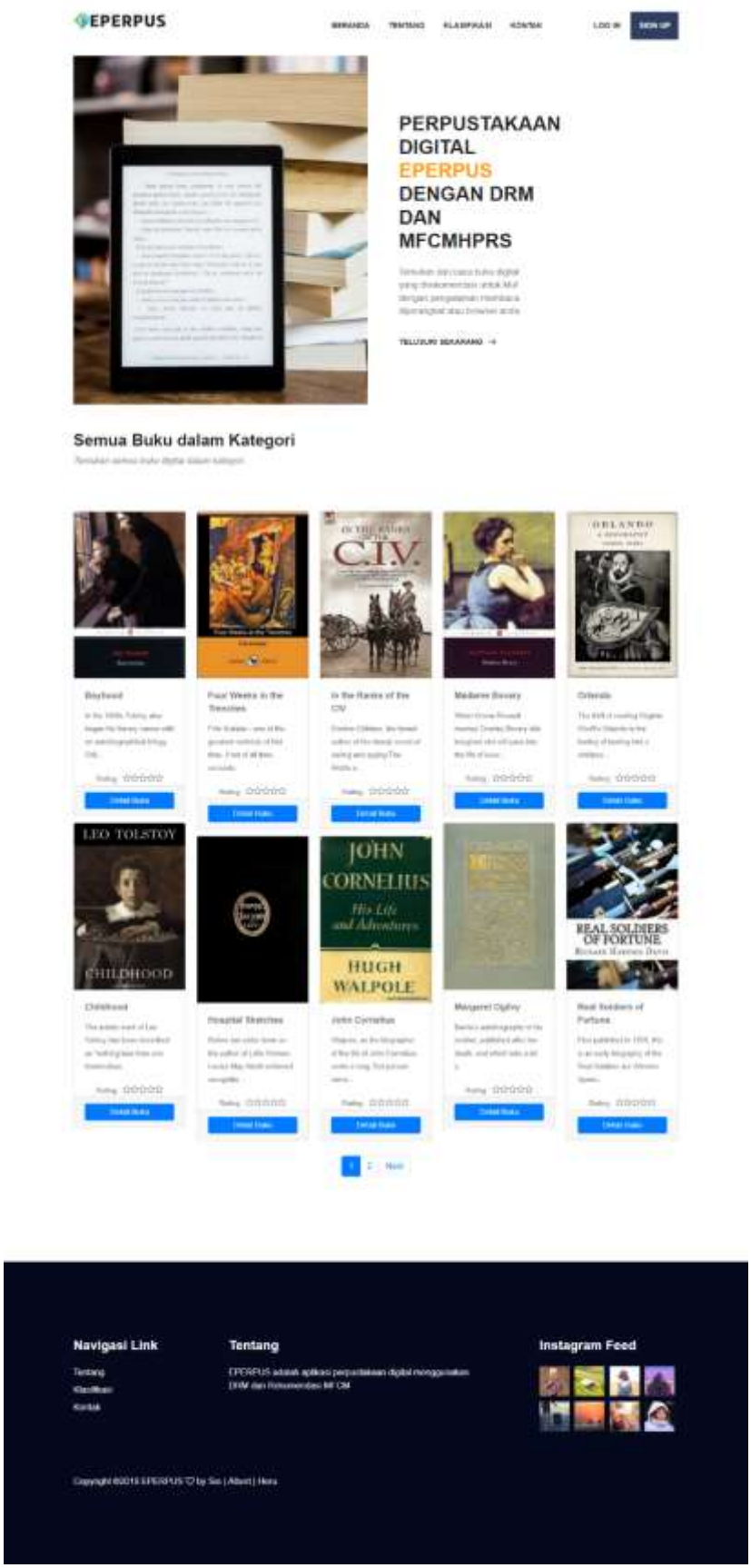
f. Semua Klasifikasi Buku



Gambar 4.6 Tampilan Semua Klasifikasi Buku

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User*, *Member* dan *Admin* untuk melihat daftar klasifikasi buku.

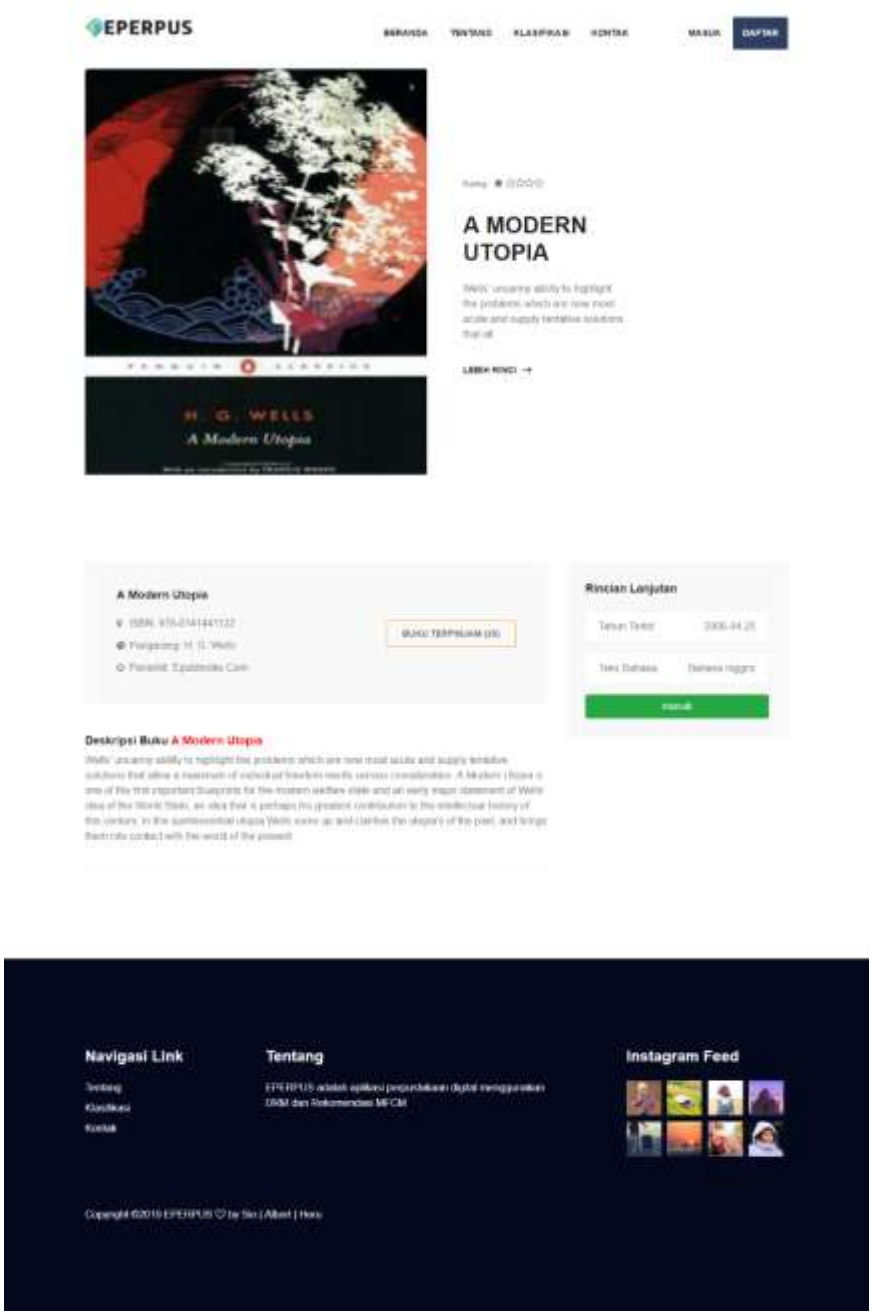
g. Buku dalam Klasifikasi



Gambar 4.7 Tampilan Buku dalam Klasifikasi

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User*, *Member* dan *Admin* untuk melihat daftar buku berdasarkan klasifikasi yang terpilih dari halaman daftar klasifikasi.

h. Rincian Buku

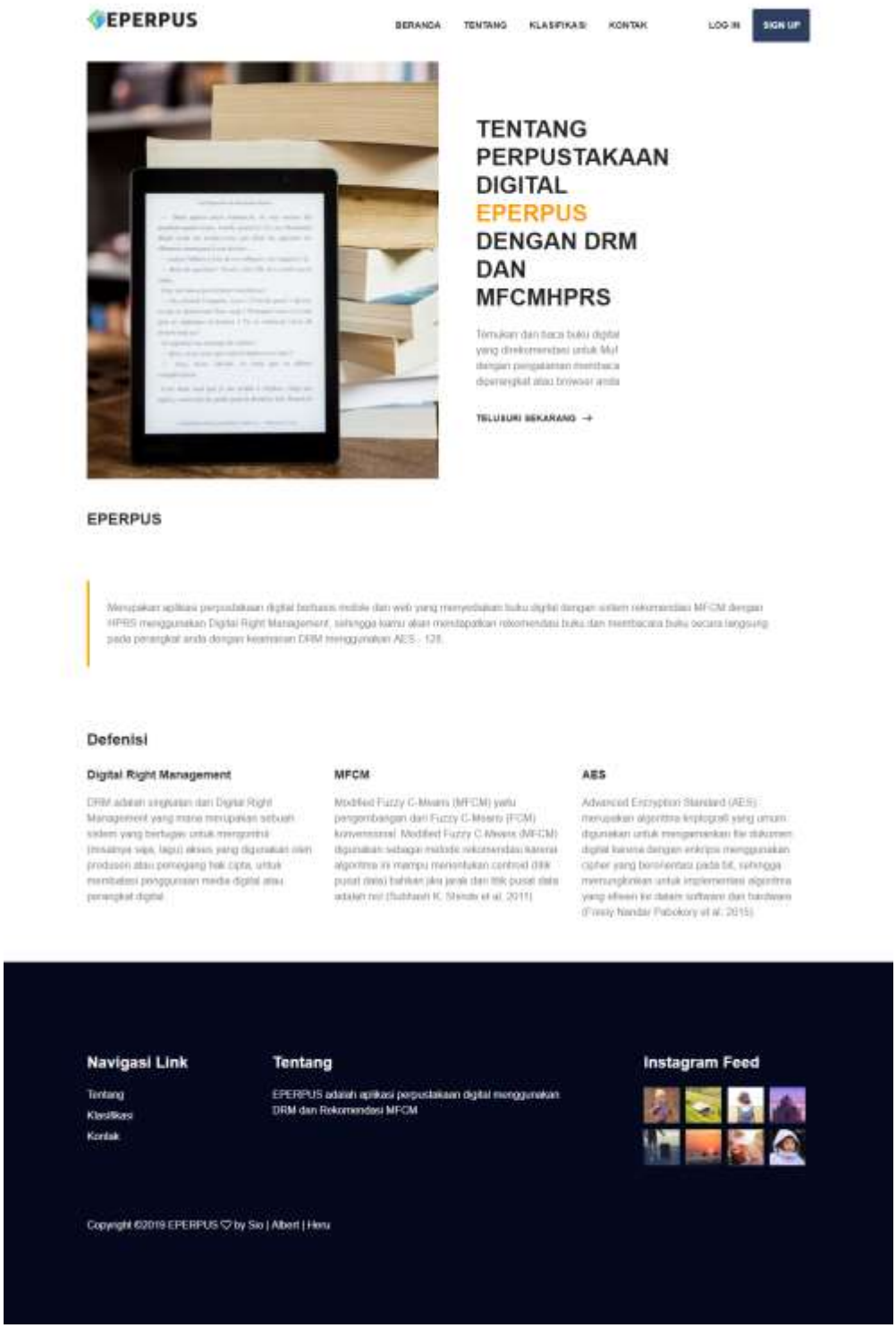


Gambar 4.8 Tampilan Rincian Buku

Merupakan halaman yang berisi informasi rincian buku, sisa buku yang dapat dipinjam, dan Tombol *Pinjam* untuk melakukan peminjaman dengan ketentuan adalah *Member* telah melakukan upload identitas diri, terverifikasi oleh *Admin*, *Member* memiliki buku terpinjam yang aktif < 4 (kurang dari 4) dan jumlah buku masih

tersedia. Sedangkan *User* akan mendapat tombol *Login* yang mengarahkannya pada halaman *Login*

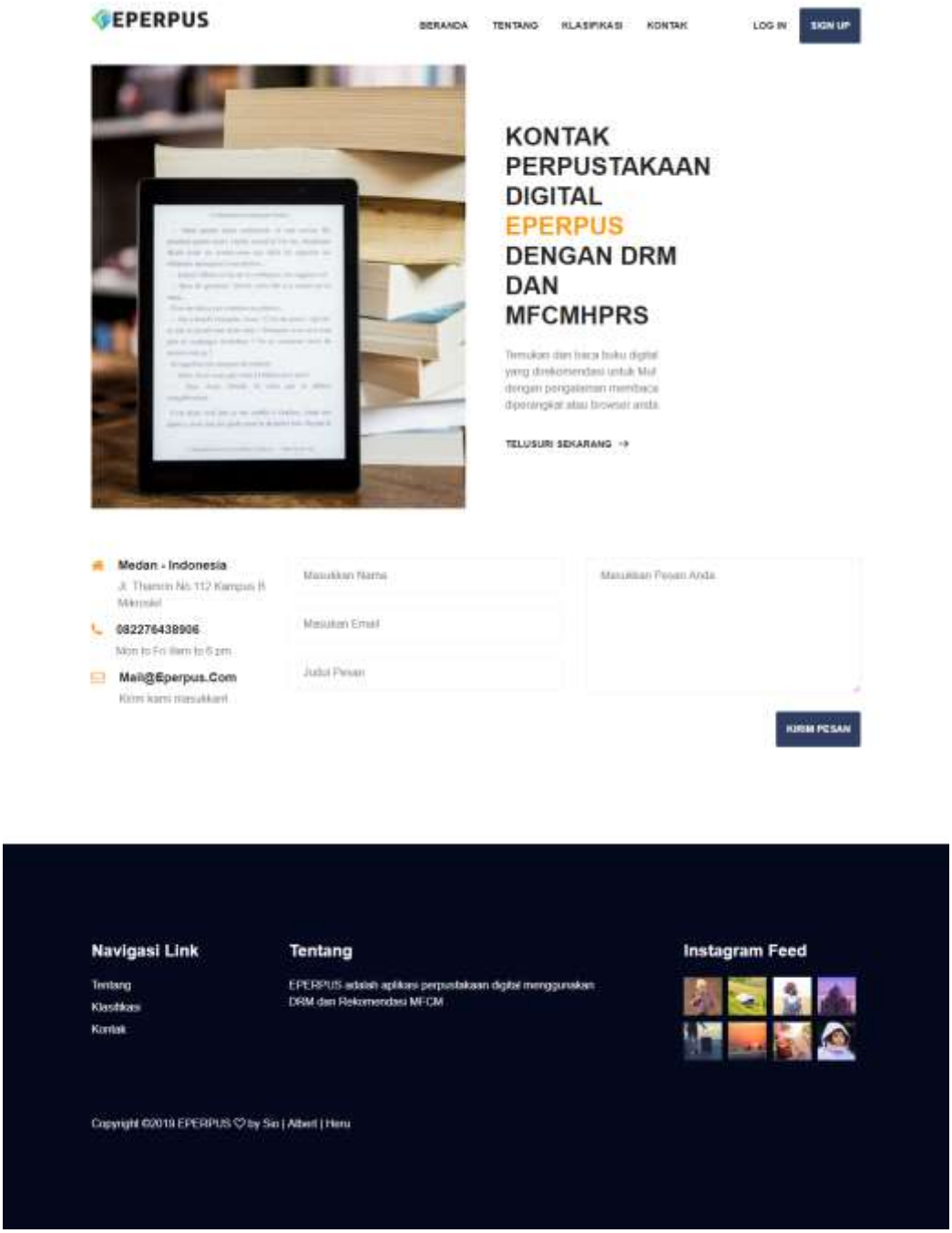
i. Halaman Tentang



Gambar 4.9 Tampilan Halaman Tentang

Merupakan halaman yang digunakan oleh *User* dan *Member* untuk mengetahui informasi tentang website.

j. Kontak

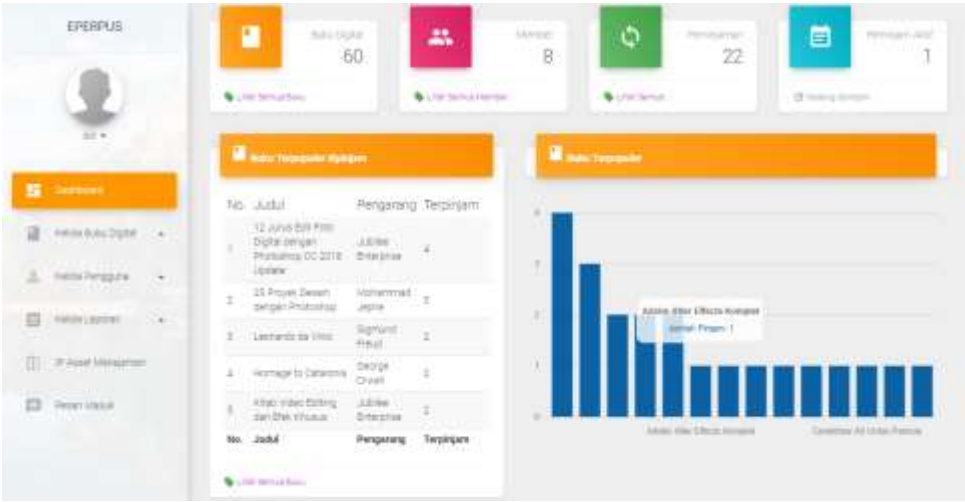


Gambar 4.10 Tampilan Kontak

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User dan Member* untuk mendapat informasi kontak dan mengirim pesan kepada *Admin*.

2. Tampilan untuk *Admin*

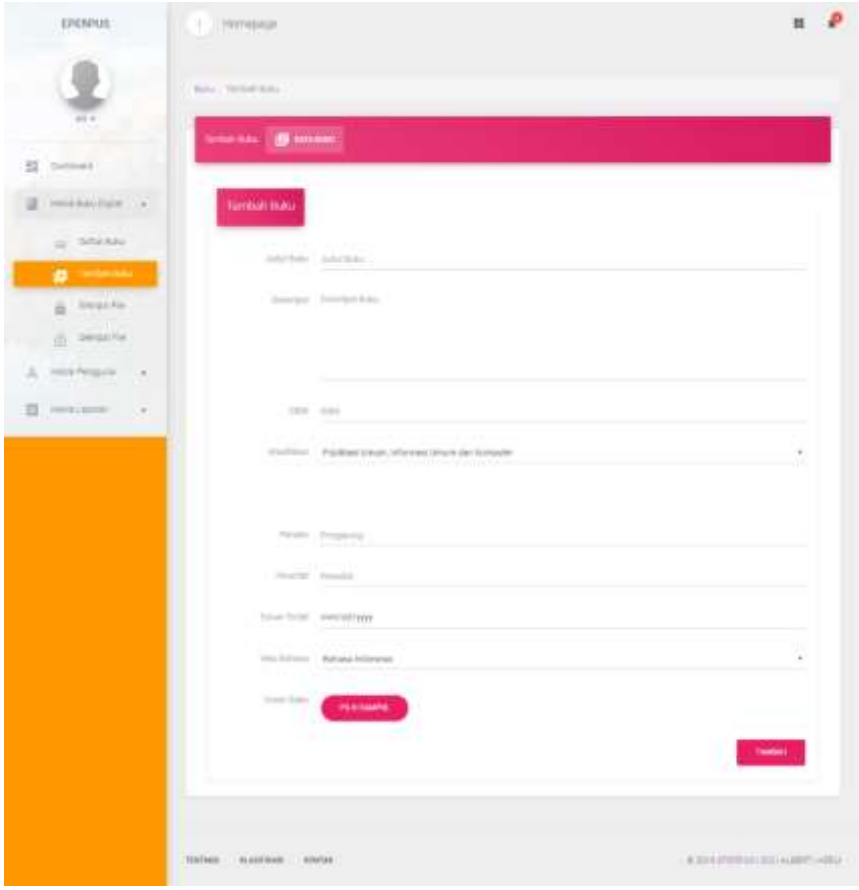
a. *Dashboard*



Gambar 4.11 Tampilan *Dahsboard Admin*

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk melihat informasi umum pada website seperti jumlah buku, *member*, buku paling banyak dipinjam, notifikasi pesan masuk.

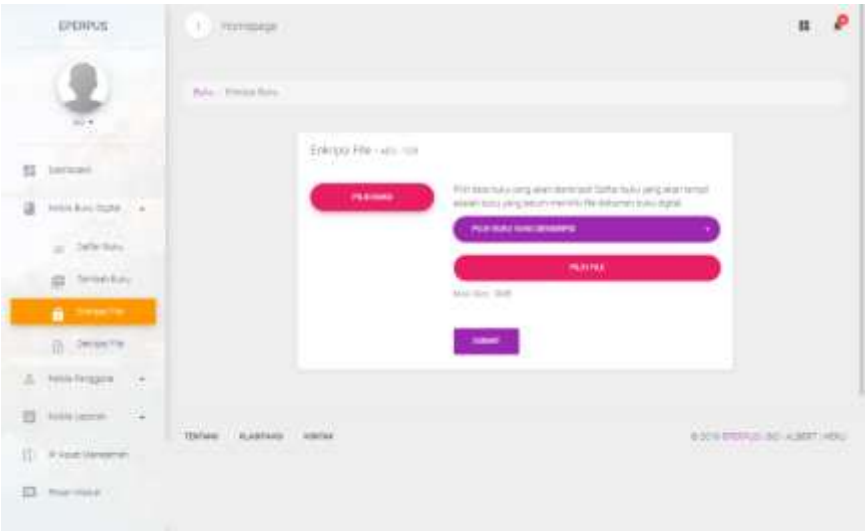
b. Tambah Buku



Gambar 4.12 Tampilan Tambah Buku

Halaman yang digunakan *Admin* untuk menambah buku dengan mengisi *Form Input* atribut dari buku seperti Judul, Deskripsi, ISBN, Penerbit, Pengarang dan sebagainya.

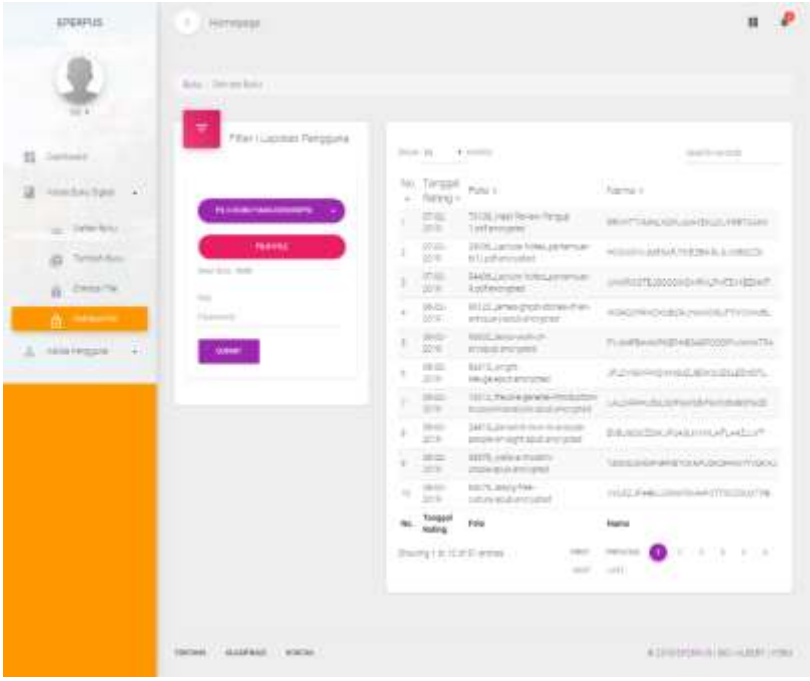
c. Enkripsi *File* Dokumen Buku Digital



Gambar 4.13 Tampilan Enkripsi *File* Dokumen Digital

Halaman yang digunakan oleh *Admin* untuk melakukan Enkripsi *file* dokumen buku digital (*.epub) sesuai buku yang dipilih dan diupload ke dalam sistem. *Key* Enkripsi akan dibuat secara otomatis dalam sistem dengan kombinasi angka dan huruf yang memuat *Intelectual Property* (IP) *Asset* berupa kode *Admin* dan kode buku yang telah diacak.

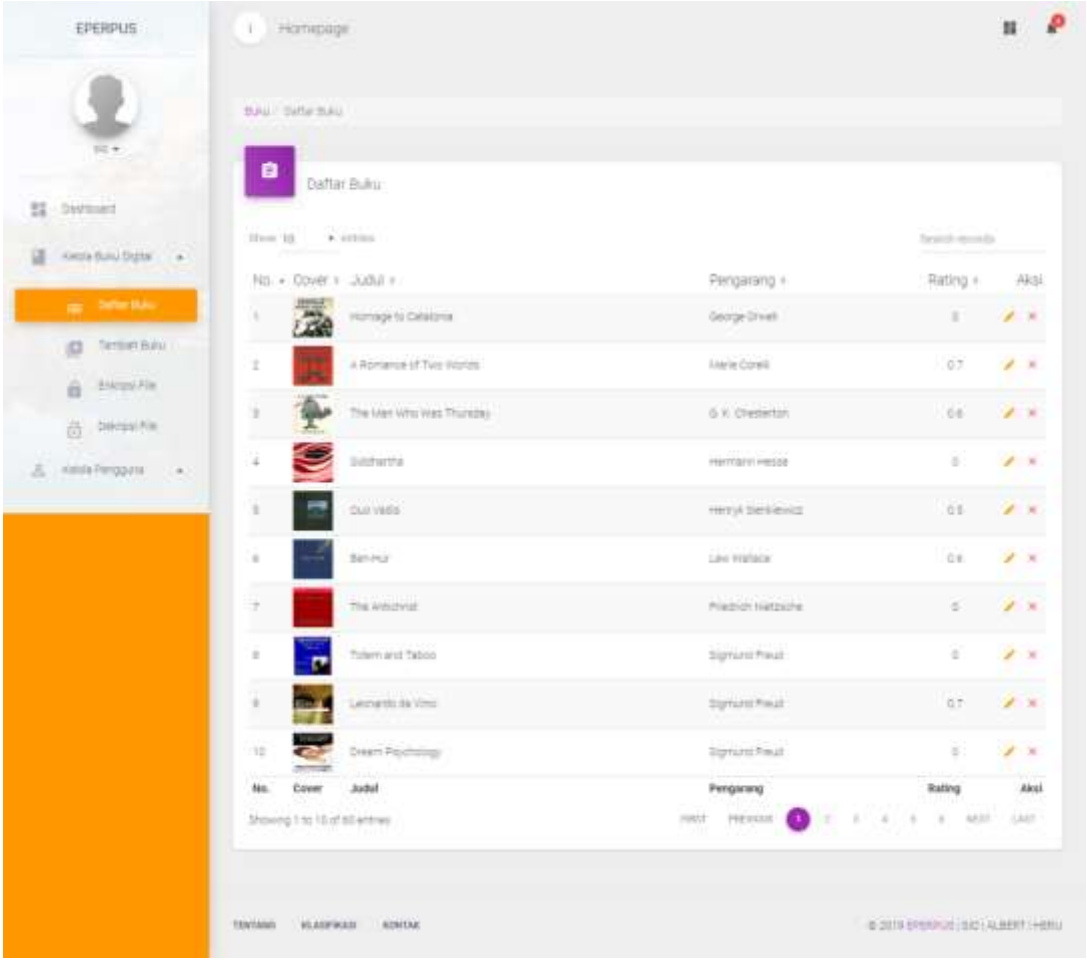
d. Dekripsi *File* Dokumen Buku Digital



Gambar 4.14 Tampilan Dekripsi *File* Dokumen Buku Digital

Merupakan halaman yang digunakan oleh *Admin* untuk melakukan Dekripsi buku secara manual dengan memasukkan *Key* enkripsi yang didapat pada tabel daftar buku yang telah dienkripsi

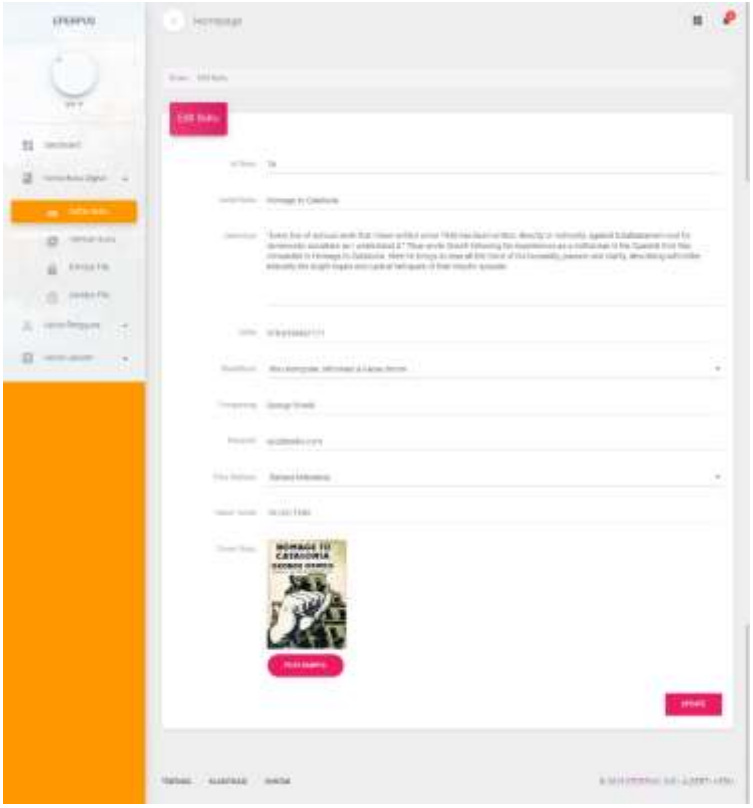
e. Daftar Buku



Gambar 4.15 Tampilan Daftar Buku

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk melihat daftar buku yang telah tersimpan ke dalam sistem. Pada halaman ini *Admin* juga dapat mencari buku berdasarkan judul buku dan menampilkan jumlah buku sesuai kebutuhan, hingga menghapus buku.

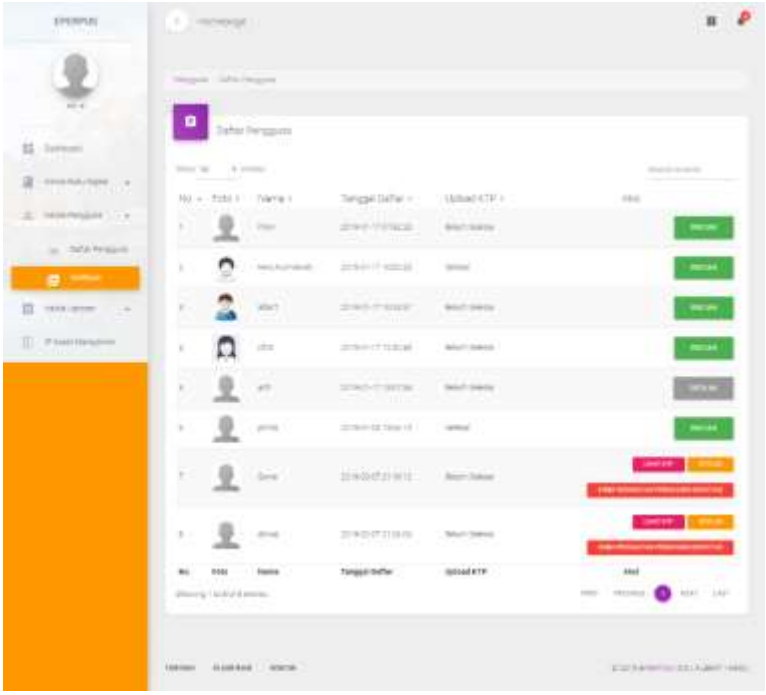
f. Edit Buku



Gambar 4.16 Tampilan Edit Buku

Merupakan halaman yang digunakan oleh *Admin* untuk mengedit informasi buku yang telah tersimpan.

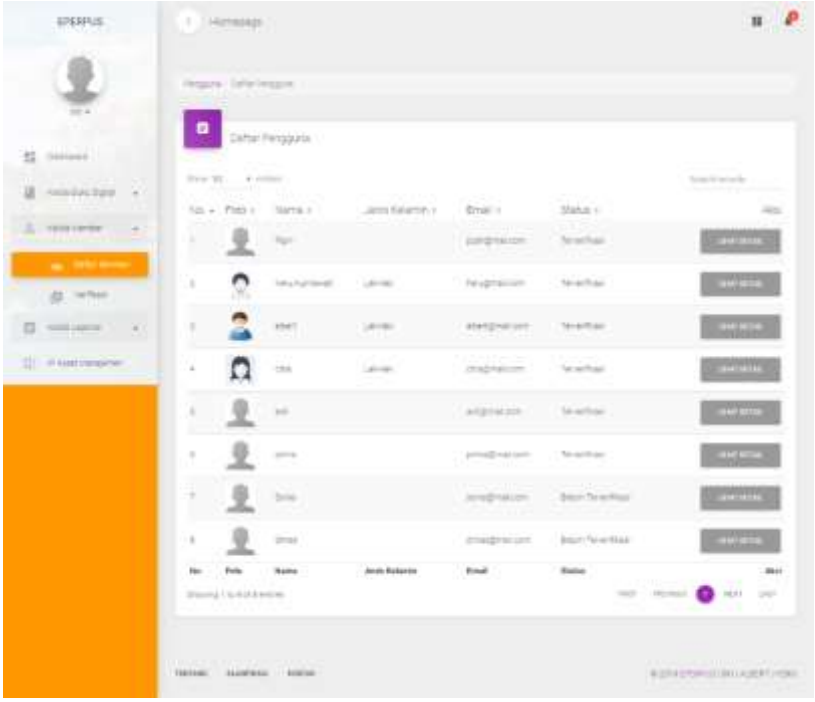
g. Verifikasi *Member*



Gambar 4.17 Tampilan Verifikasi *Member*

Merupakan halaman yang digunakan oleh *Admin* untuk melihat daftar *Member* yang telah mengupload dokumen identitas diri dan melakukan verifikasi *Member* atau kirim peringatan kirim perbaharui identitas diri jika data diri yang diupload tidak sesuai.

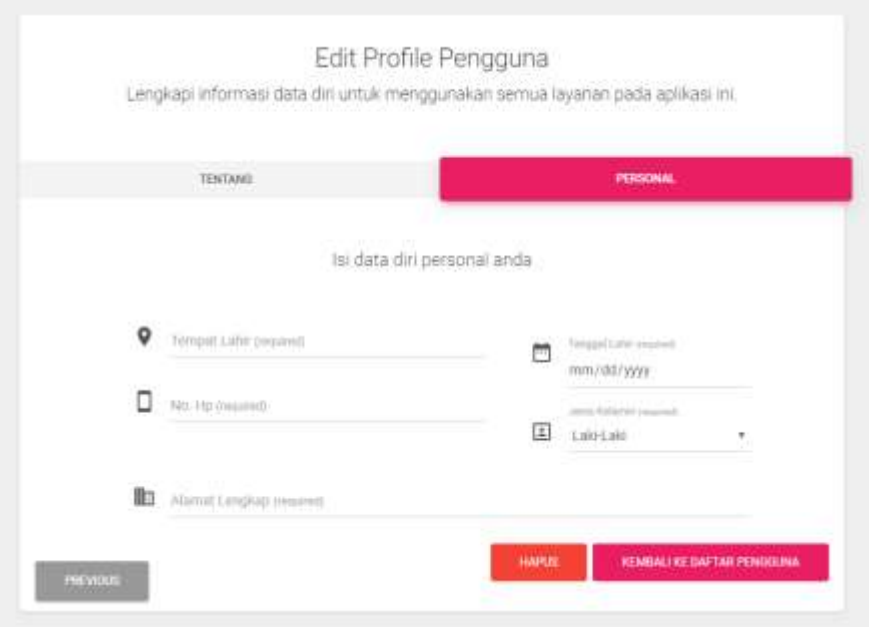
h. Daftar *Member*



Gambar 4.18 Tampilan Daftar *Member*

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk melihat daftar *Member* yang telah terdaftar ke dalam sistem.

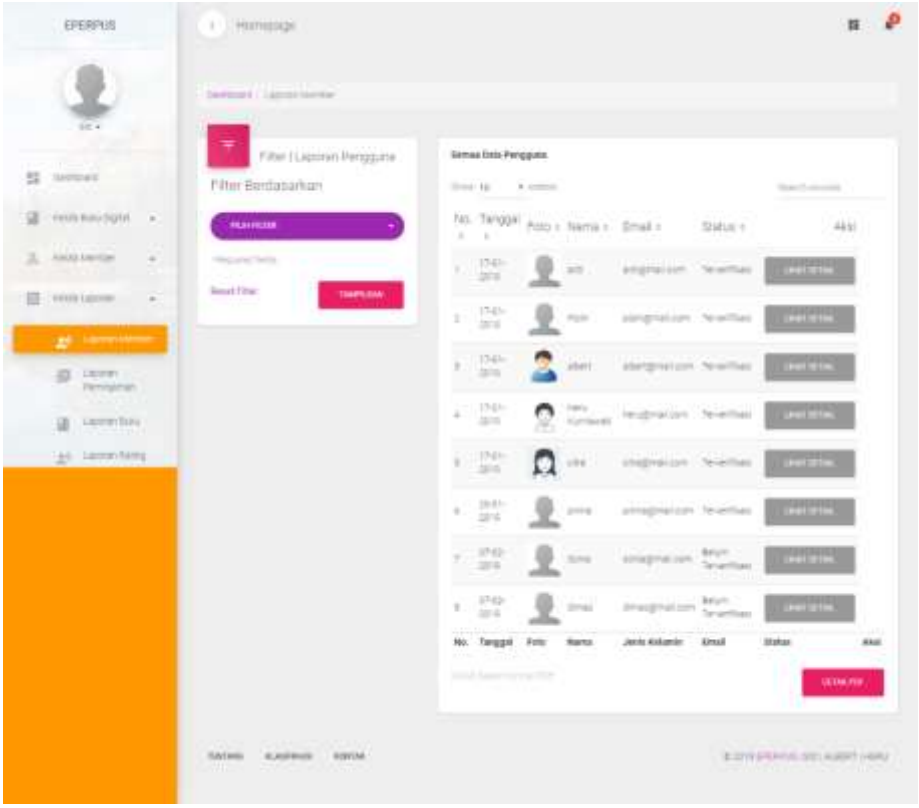
i. Rincian *Member*



Gambar 4.19 Tampilan Rincian *Member*

Merupakan halaman yang digunakan oleh *Admin* untuk melihat informasi rincian profil *Member* dan akses untuk menghapus *Member* dari sistem.

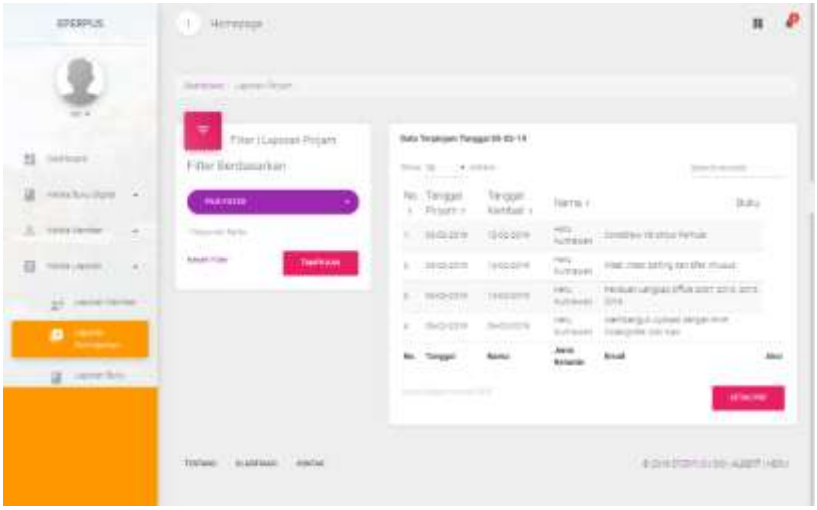
j. Laporan *Member*



Gambar 4.20 Tampilan Laporan *Member*

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk membuat laporan *Member* dalam *file* .pdf berdasarkan 3 (tiga) filter yaitu berdasarkan tanggal, bulan, dan tahun pendaftaran.

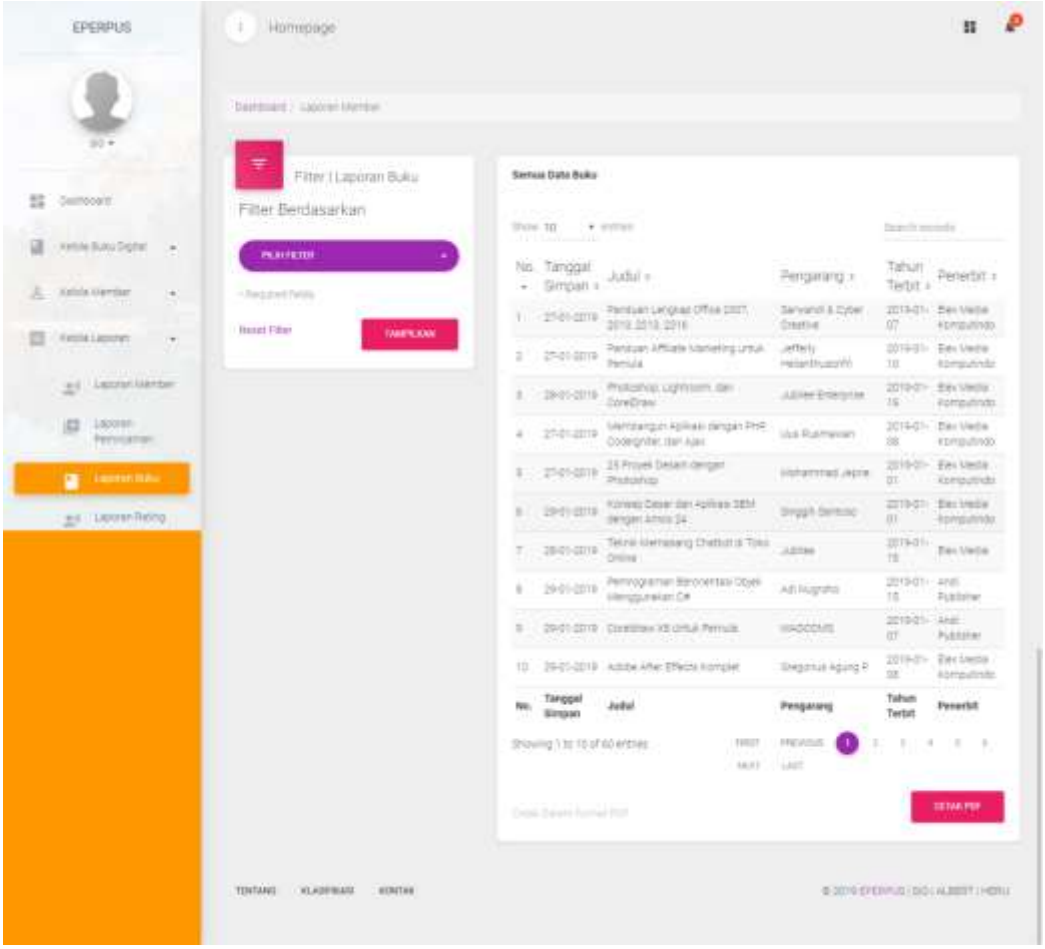
k. Laporan Peminjaman



Gambar 4.21 Tampilan Laporan Peminjaman

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk membuat laporan Peminjaman dalam *file* .pdf berdasarkan 3 (tiga) filter yaitu berdasarkan tanggal, bulan, dan tahun peminjaman.

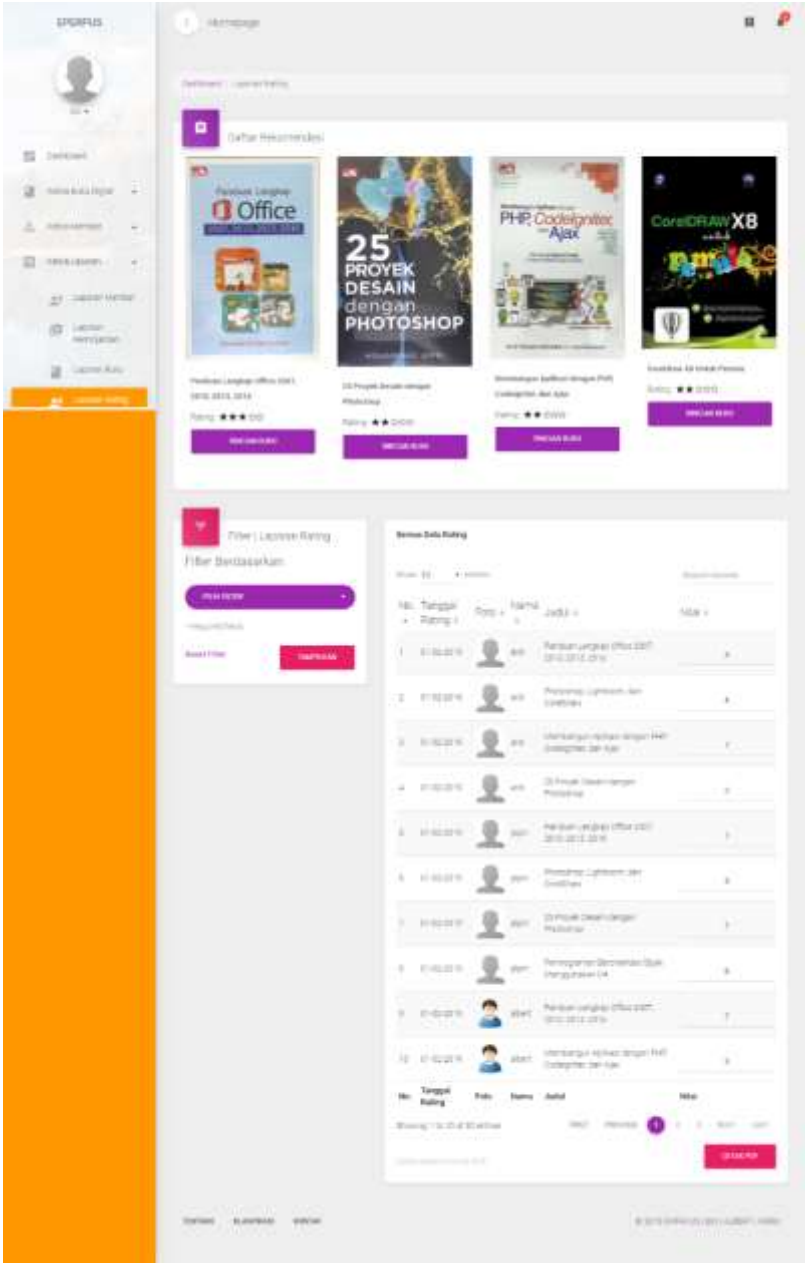
l. Laporan Buku



Gambar 4.22 Tampilan Laporan Peminjaman

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk membuat laporan Buku dalam *file* .pdf berdasarkan 3 (tiga) filter yaitu berdasarkan tanggal, bulan, dan tahun buku disimpan dalam sistem.

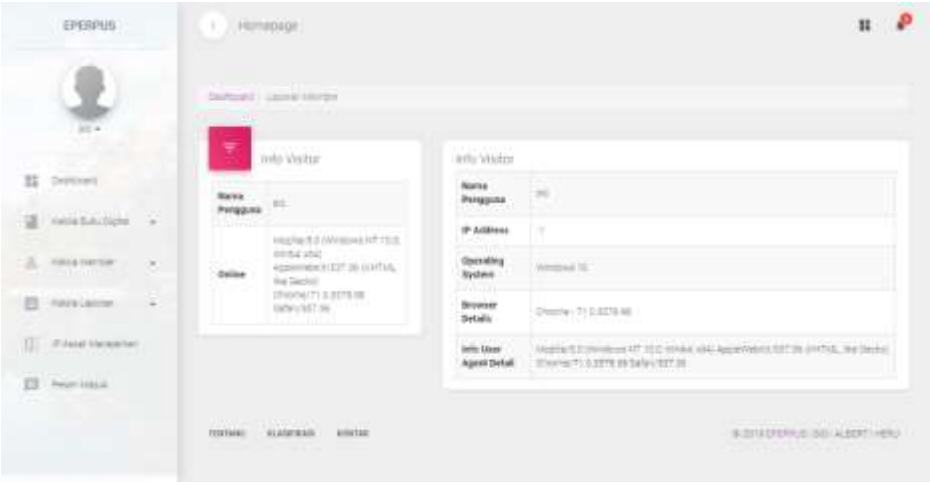
m. Laporan *Rating*



Gambar 4.23 Tampilan Laporan *Rating*

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* untuk membuat laporan *Rating* dalam *file* .pdf berdasarkan 2 (tiga) filter yaitu berdasarkan nama *member* yang memberi *rating*, dan judul buku yang telah dirating.

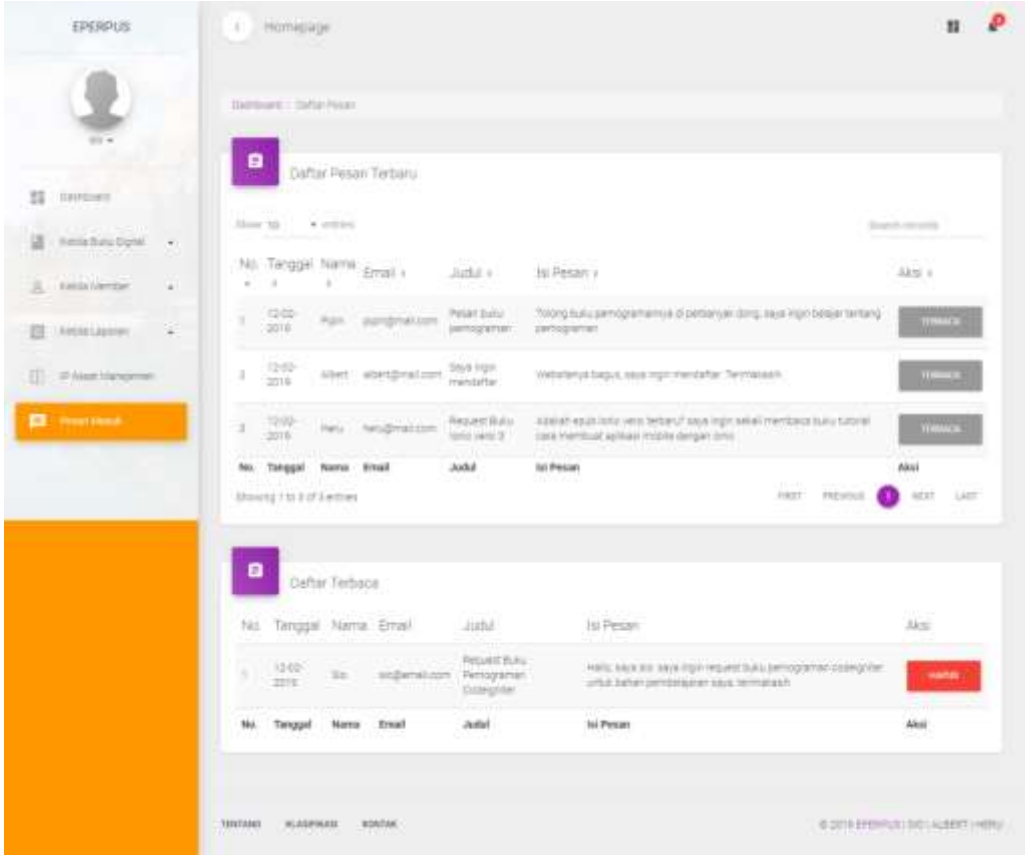
n. IP Asset Manajemen



Gambar 4.24 Tampilan IP Asset Manajemen

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* mengetahui informasi *Member Agent* yang telah *login*.

o. Pesan Masuk

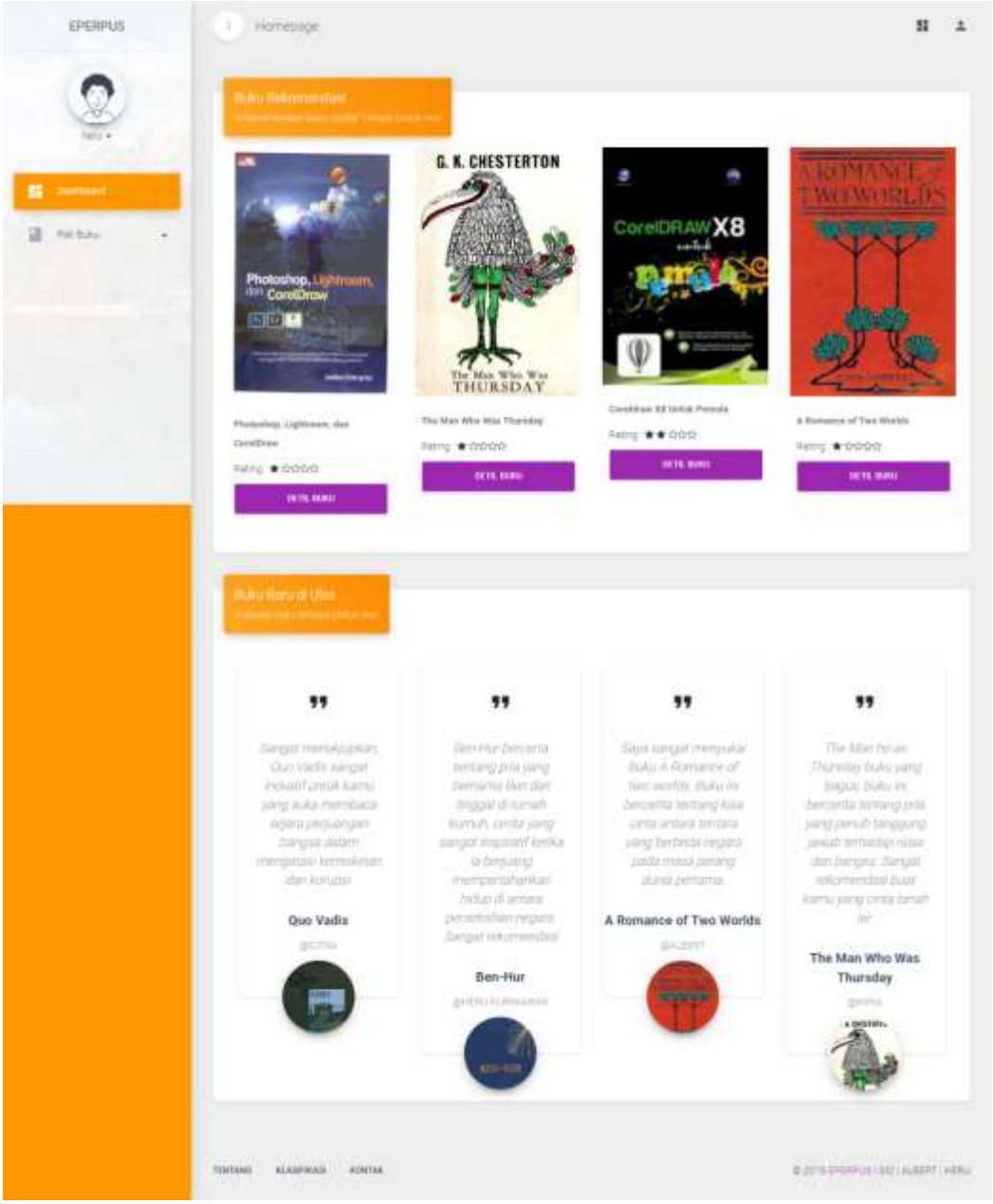


Gambar 4.25 Tampilan Pesan Masuk

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Admin* mengetahui pesan masuk yang dikirim oleh *Member* atau *User* dari halaman Kontak.

3. Tampilan untuk *Member*

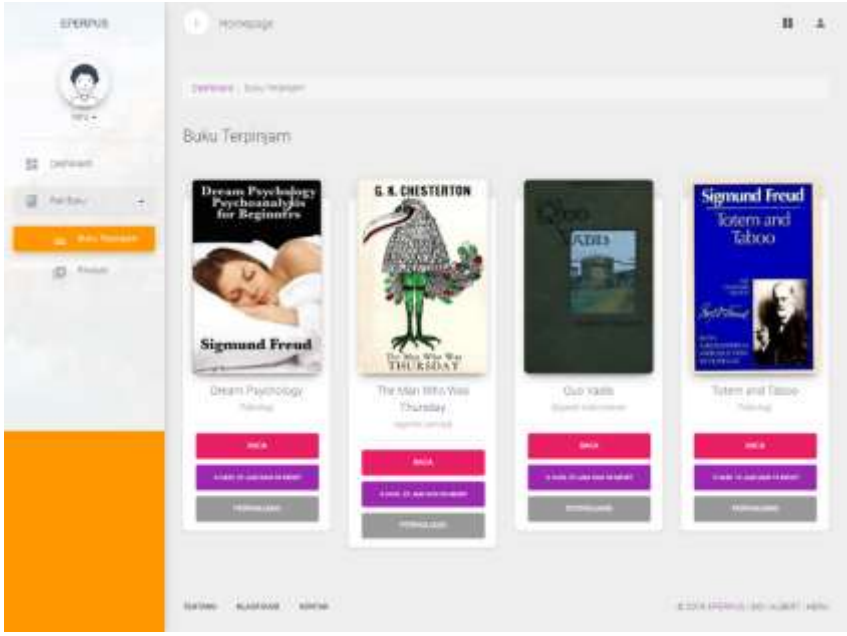
a. *Dashboard Member*



Gambar 4.26 Tampilan *Dashboard Member*

Merupakan halaman pertama yang dijumpai oleh *Member* ketika masuk pada halaman dashboard. Pada halaman ini *member* mendapat 4 (empat) buku rekomendasi terbaik dari MFCMHPRS.

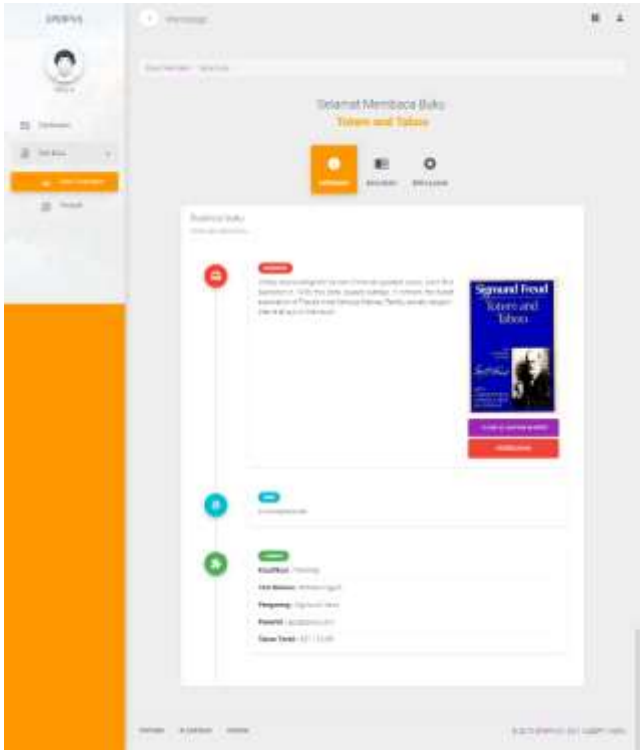
b. Buku Terpinjam



Gambar 4.27 Tampilan Buku Terpinjam

Merupakan halaman yang berisi daftar buku terpinjam oleh *Member* berdasarkan waktu pinjam. Pada halaman ini *Member* dapat masuk pada halaman baca dengan mengklik tombol baca, melihat informasi batas waktu peminjaman, dan memperpanjang peminjaman.

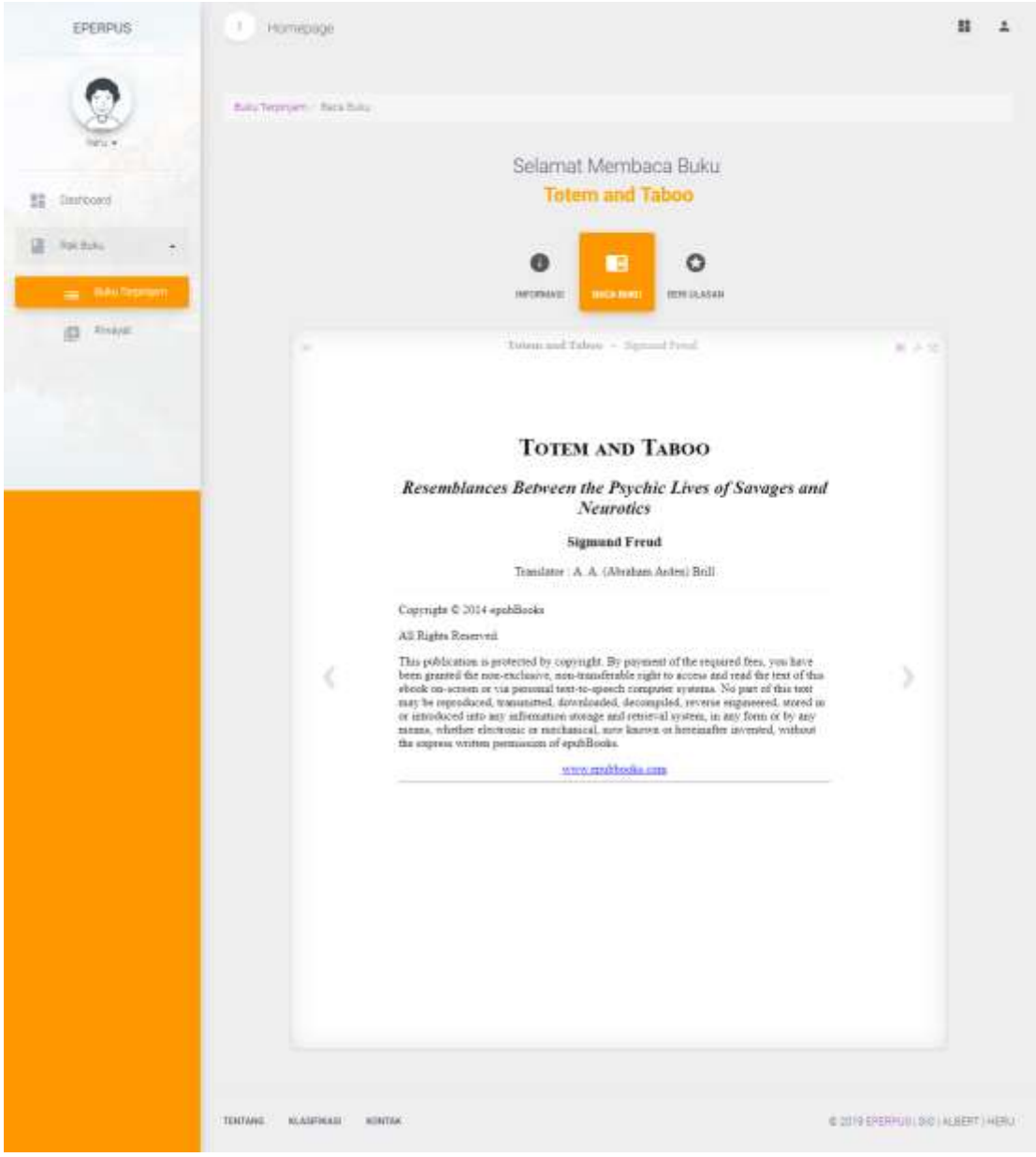
c. Deskripsi Buku



Gambar 4.28 Tampilan Deskripsi Buku

Merupakan halaman yang berisi informasi rincian dari buku yang akan dibaca oleh *Member*.

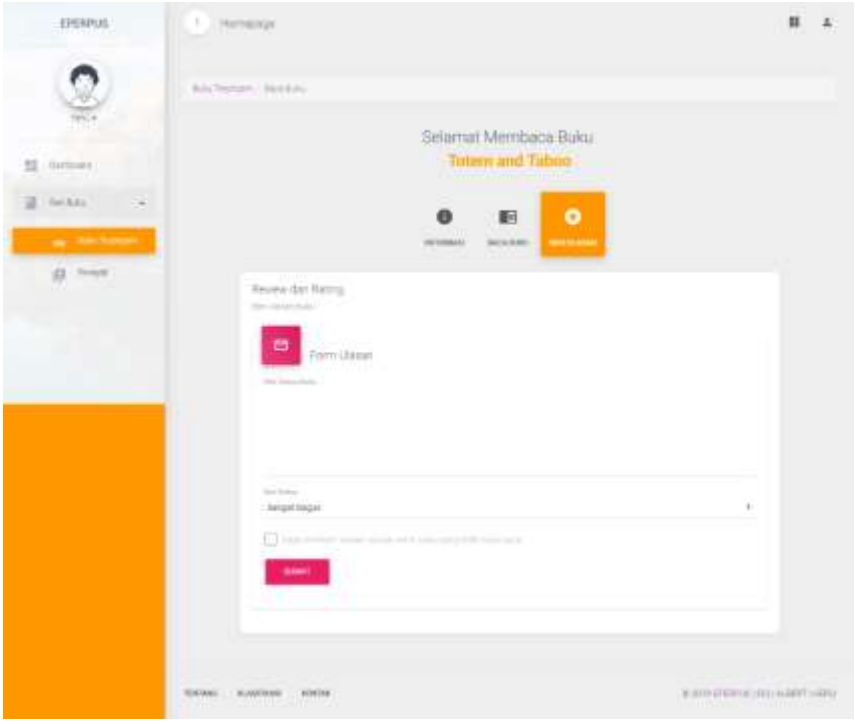
d. Baca Buku Digital



Gambar 4.29 Tampilan Baca Buku Online

Merupakan halaman *E-Reader* buku digital dalam format *epub* yang dapat digunakan oleh *Member* untuk membaca buku digital secara online.

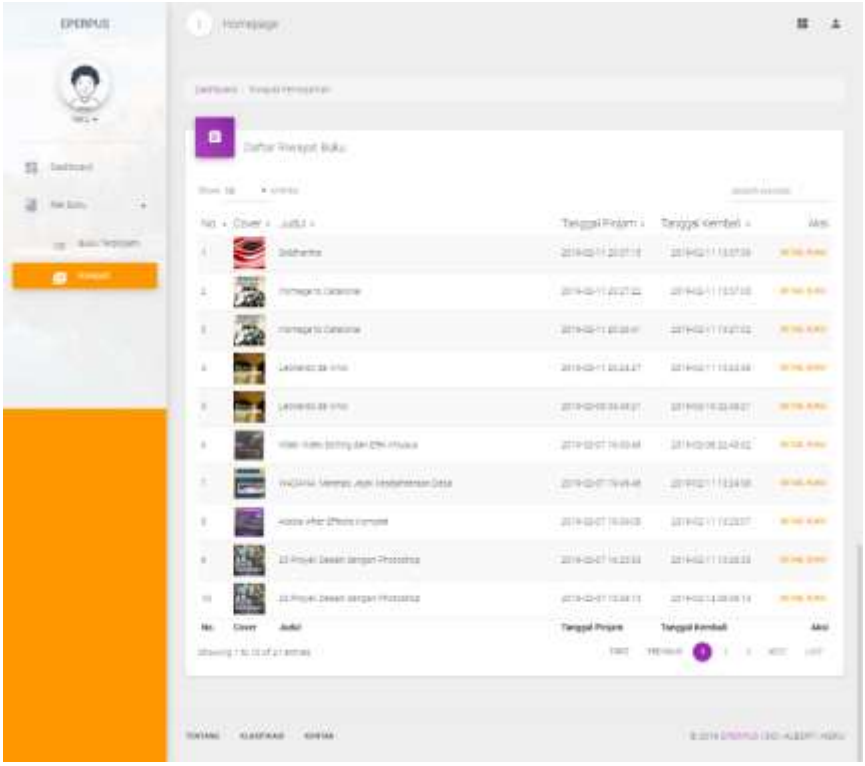
e. *Rating* dan Ulasan



Gambar 4.30 Tampilan *Rating* dan Ulasan

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Member* untuk memberi ulasan dan *rating* buku yang telah dipinjam.

f. Riwayat



Gambar 4.31 Tampilan Riwayat Peminjaman

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Member* untuk melihat riwayat peminjaman buku.

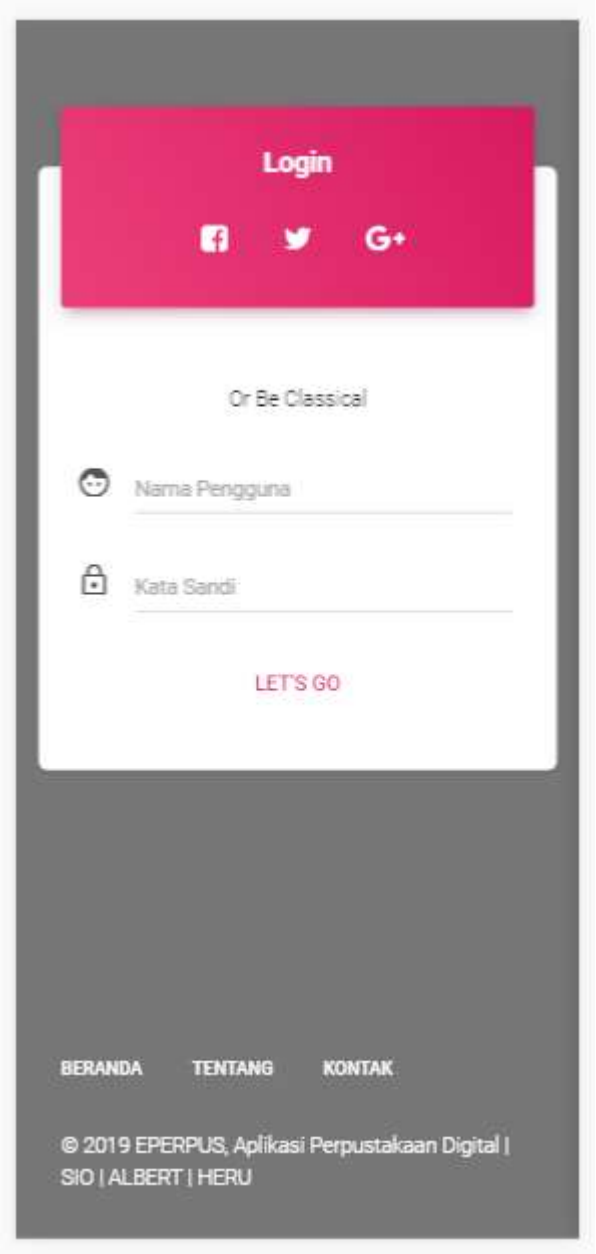
4.1.2 Mobile

1. *Homepage*

Gambar 4.32 Tampilan *Homepage Mobile*

Merupakan halaman pertama ketika aplikasi pertama dibuka. Pada halaman ini, *User* dan *Member* akan melihat informasi seputar daftar buku yang direkomendasikan, buku terbaru hingga informasi website.

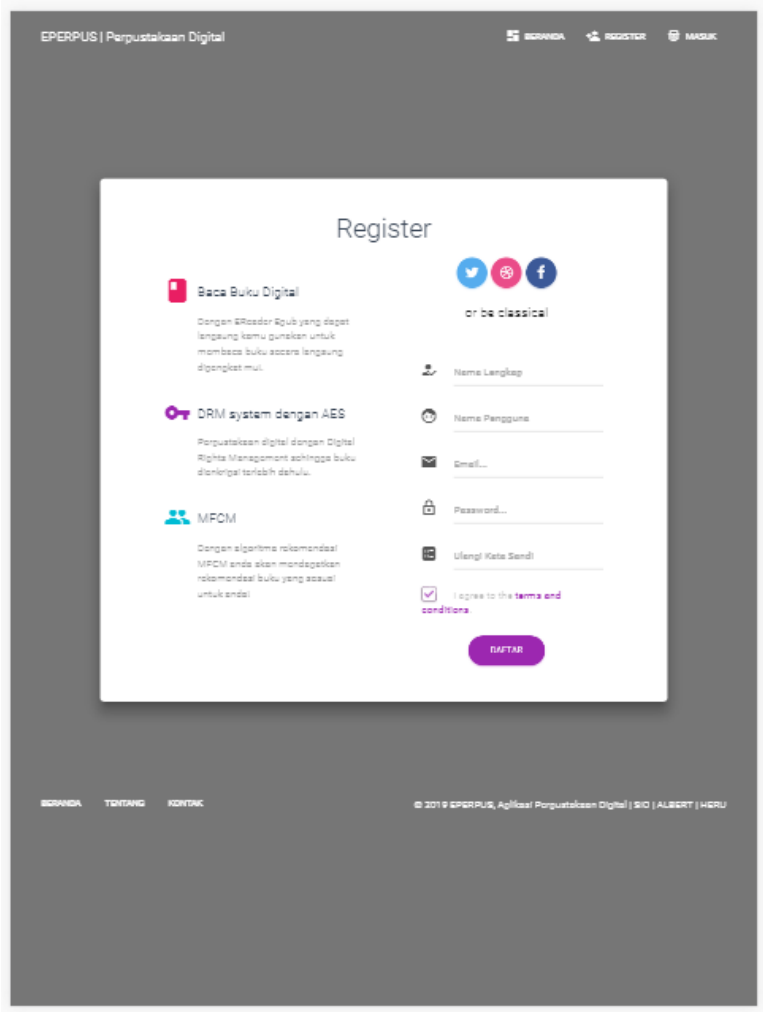
2. *Login*



Gambar 4.33 Tampilan *Login*

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *Member* untuk masuk ke dalam sistem dengan mengisi *form input* nama *user* dan kata sandi.

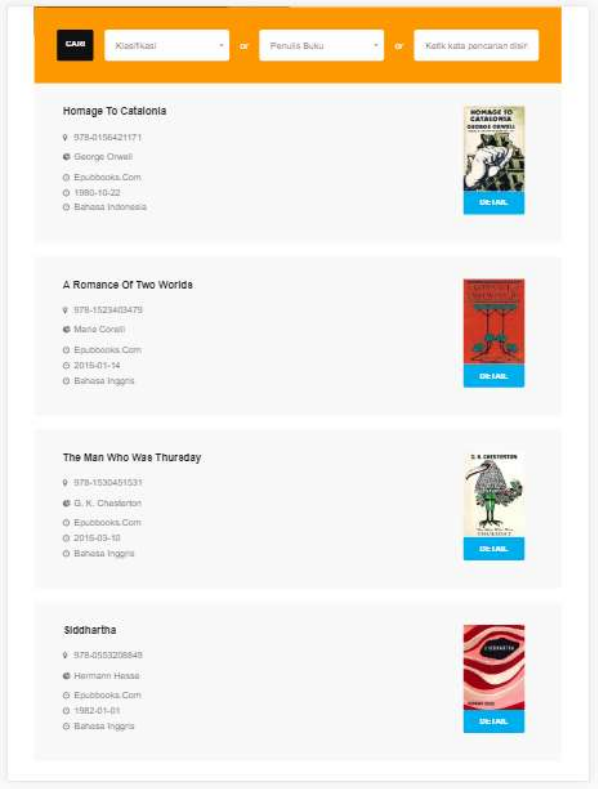
3. Registrasi



Gambar 4.34 Tampilan Registrasi

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* untuk mendaftar ke dalam sistem dengan mengisi *form input* yang dibutuhkan.

4. Filter dan Pencarian



Gambar 4.35 Tampilan *Filter* dan Pencarian

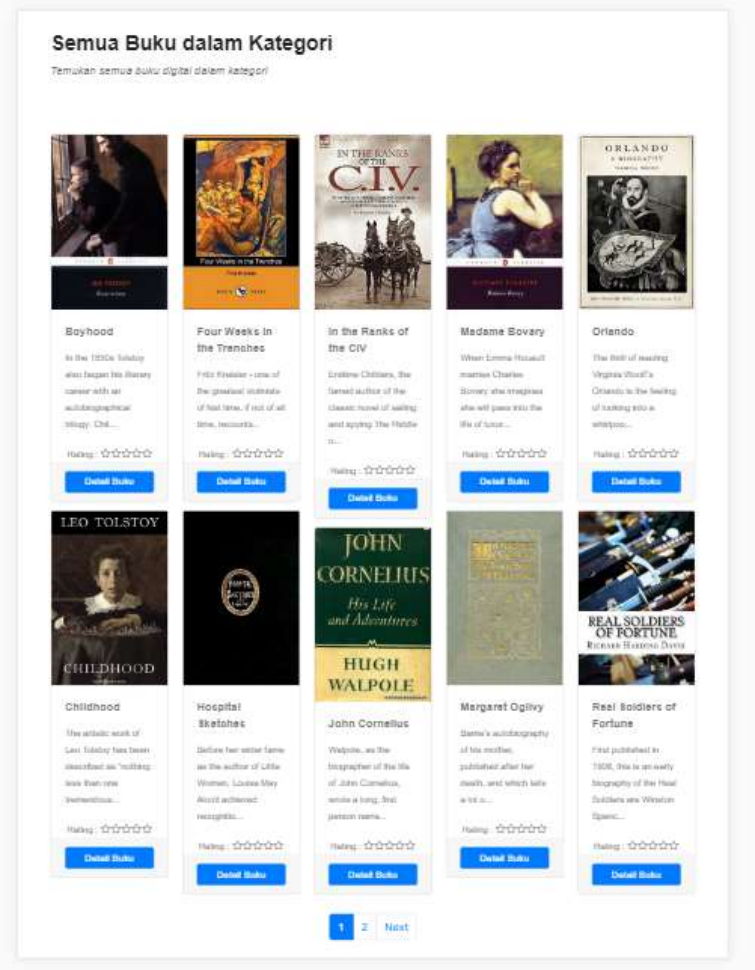
Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* dan *Member* untuk melakukan pencarian buku berdasarkan filter atau kata pencarian yang dimasukkan.

5. Semua Klasifikasi

Gambar 4.36 Tampilan Klasifikasi Buku

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* dan *Member* untuk mengetahui semua klasifikasi buku pada aplikasi.

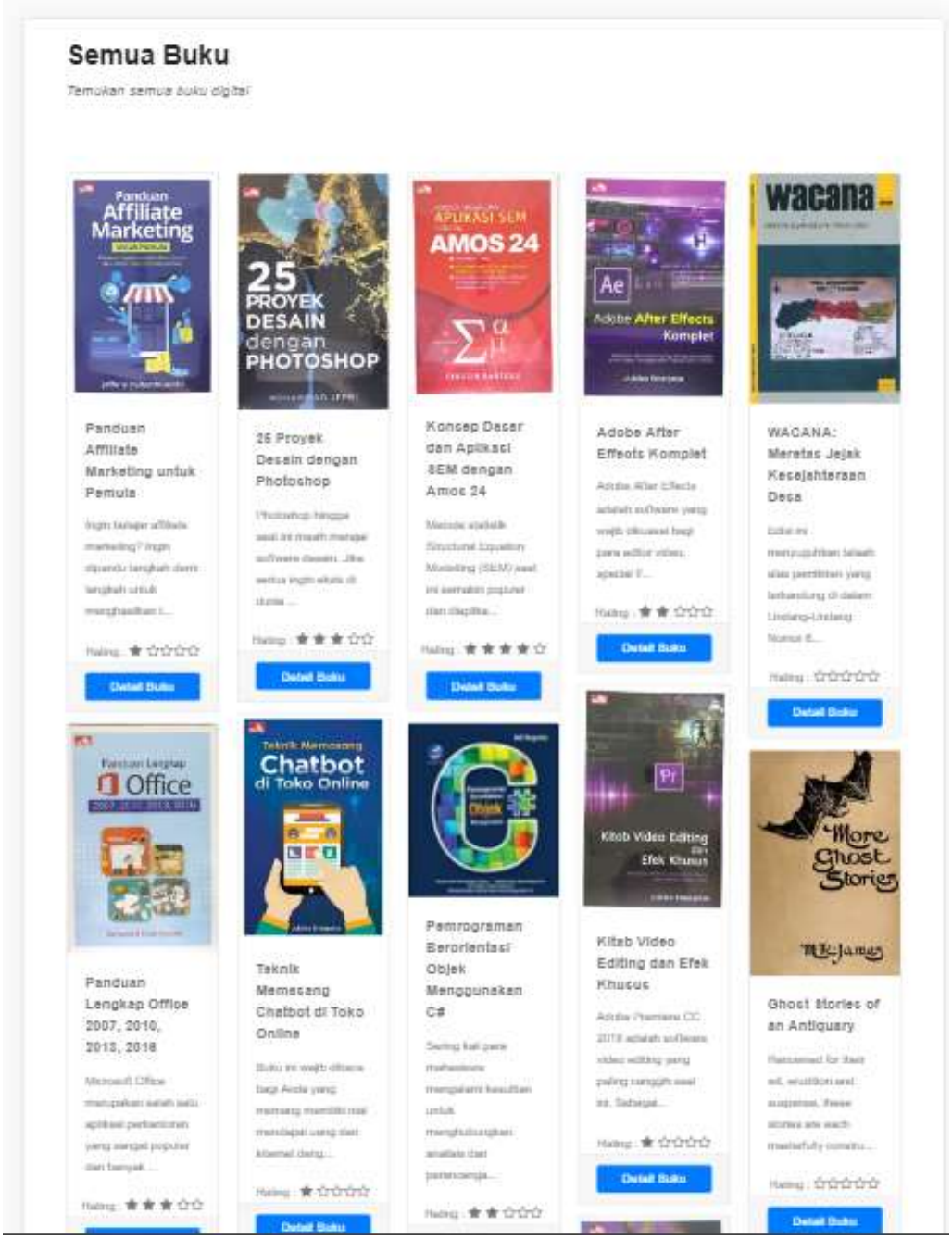
6. Buku dalam Klasifikasi



Gambar 4.37 Tampilan Buku dalam Klasifikasi

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* dan *Member* untuk mengetahui semua buku berdasarkan klasifikasi terpilih dari halaman semua klasifikasi.

7. Semua Buku



Gambar 4.38 Tampilan Semua Buku

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* dan *Member* untuk mengetahui semua buku pada aplikasi.

8. Tentang

Gambar 4.39 Tampilan Halaman Tentang

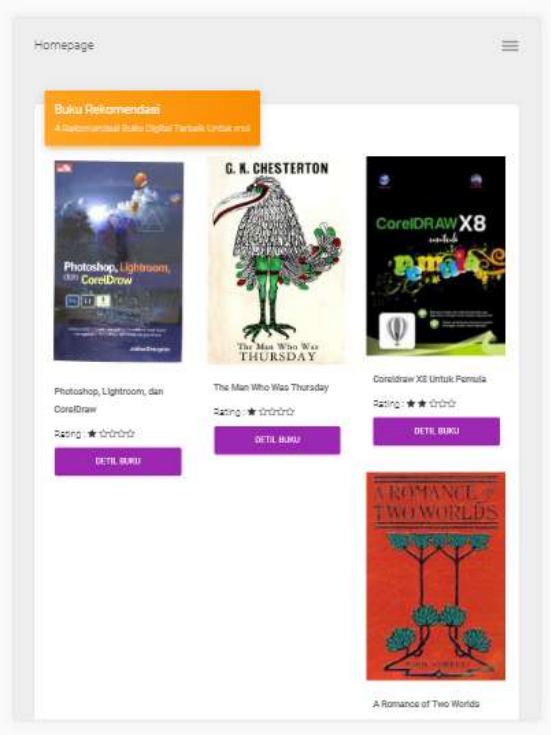
Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* dan *Member* untuk mendapat informasi tentang aplikasi.

9. Halaman Kontak

Gambar 4.40 Tampilan Halaman Kontak

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *User* dan *Member* untuk mengirim pesan kepada *Admin*.

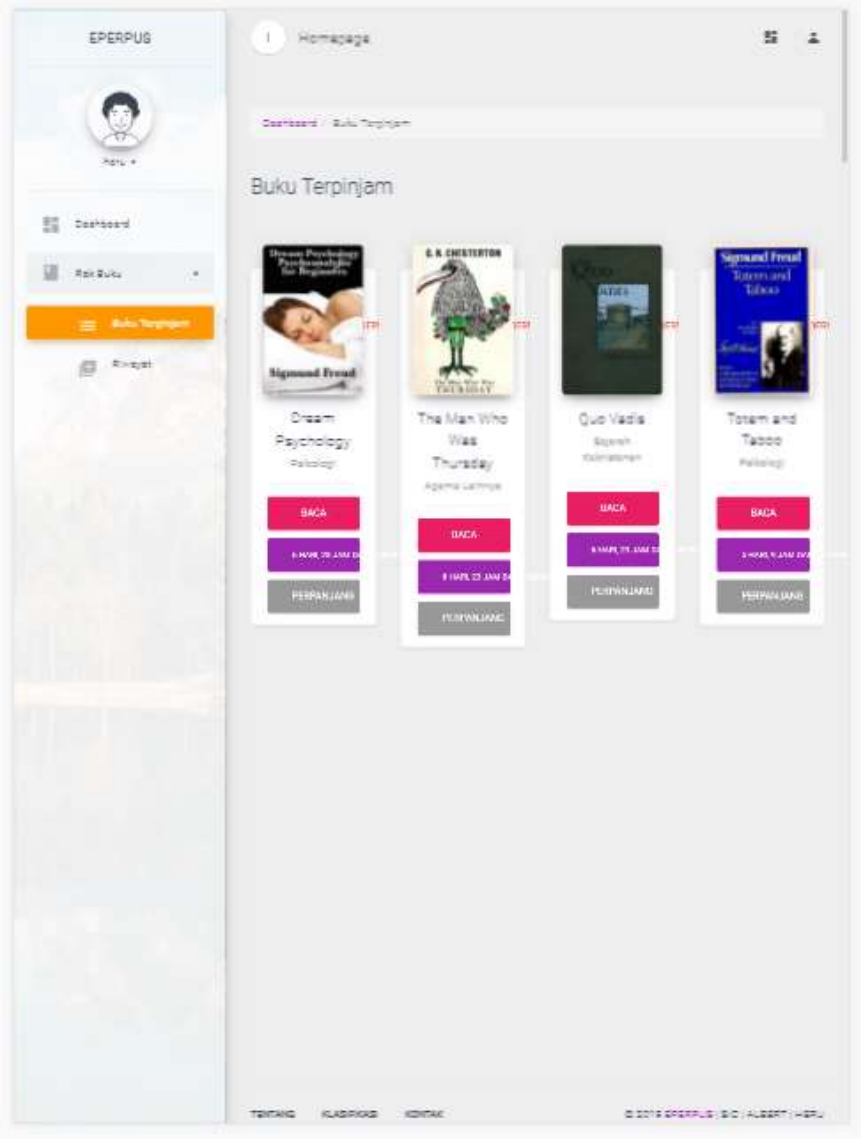
10. *Dashboard Member*



Gambar 4.41 Tampilan *Dashboard*

Merupakan halaman pertama ketika *member* masuk pada halaman dashboard yang menampilkan 4 (empat) buku rekomendasi dan ulasan terbaru.

11. Buku Terpinjam



Gambar 4.42 Tampilan Buku Terpinjam

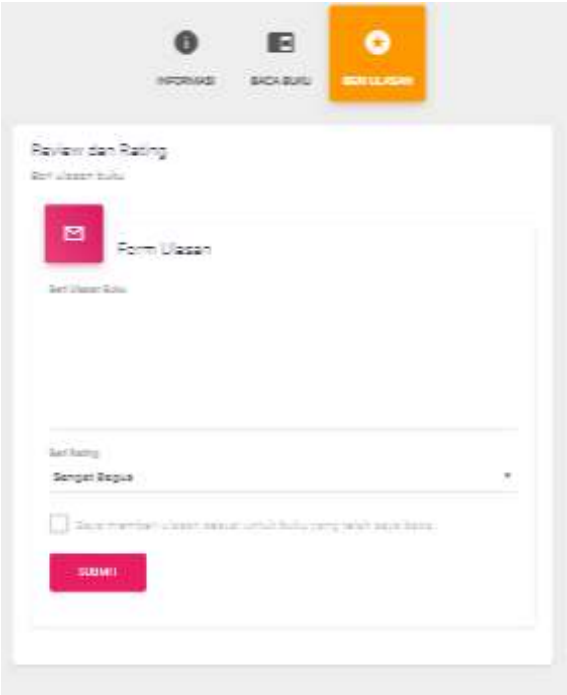
Merupakan halaman yang menampilkan daftar buku yang sedang dipinjam oleh *Member*.

12. Baca Buku

Gambar 4.43 Tampilan Baca Buku

Merupakan halaman E-Reader untuk baca buku digital secara online melalui aplikasi.

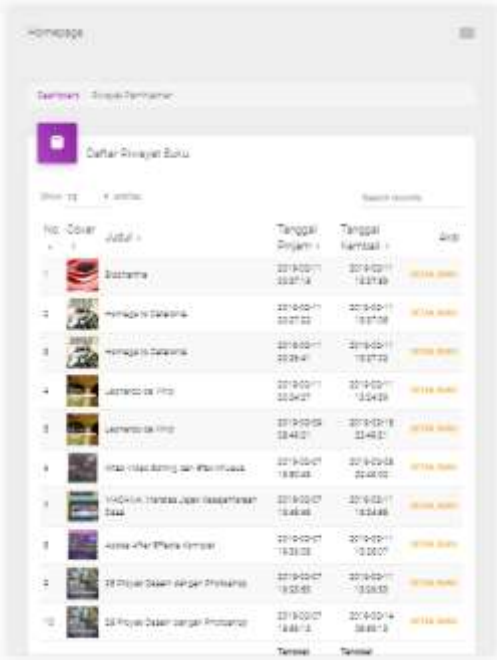
13. *Rating* dan Ulasan



Gambar 4.44 Tampilan *Rating* dan Ulasan

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *member* untuk memberikan *Rating* dan Ulasan terhadap buku yang telah dipinjam.

14. Riwayat Buku Terpinjam



Gambar 4.45 Tampilan *Rating* dan Ulasan

Merupakan halaman yang dapat digunakan oleh *member* untuk melihat riwayat peminjaman.

4.2 Pengujian

Untuk melihat hasil dari aplikasi yang telah dibangun, maka dilakukan pengujian yang terdiri atas 3 (dua) bagian, yaitu pengujian keakuratan hasil rekomendasi, pengujian enkripsi dan dekripsi dengan AES 128, dan pengujian perangkat lunak dengan *Black Box Testing*.

4.2.1 Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi

Rekomendasi yang diberikan oleh sistem dipengaruhi oleh nilai rating yang diberikan seluruh user terhadap sebuah item dan dikolaborasikan dengan rating dari user lain dengan tingkat kemiripan tertinggi. Untuk dapat melihat sejauh mana keakuratan rekomendasi yang diberikan, maka perlu dilakukan pengujian terhadap nilai prediksi yang dihasilkan. Pengujian menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE) untuk menghitung rata-rata error dari nilai prediksi yang dihasilkan. Pengujian dilakukan terhadap 20 *Member (U)* dengan 15 *item* (P) yang memiliki data awal yaitu sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data awal pengujian 10 *member* terhadap 30 *item*

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
U1	0.52	0.02	0.72	0.62	0.92	0.02	0.12	0.13	0.02	0.02	0.12	0.12	0.02	0.22	0.42
U2	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.10	0.39	0.01	0.21	0.02
U3	0.52	0.62	0.92	0.02	0.02	0.92	0.92	0.72	0.52	0.02	0.02	0.18	0.02	0.34	0.92
U4	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.09	0.03	0.02	0.01
U5	0.02	0.92	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.23	0.02	0.02
U6	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.82	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.12
U7	0.52	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.19	0.01	0.01
U8	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.35	0.01	0.02	0.02	0.02
U9	0.72	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.21	0.02	0.02	0.02	0.02
U10	0.01	0.01	0.01	0.52	0.01	0.01	0.01	0.52	0.01	0.52	0.11	0.01	0.01	0.52	0.01
U11	0.02	0.22	0.02	0.88	0.13	0.02	0.12	0.53	0.12	0.06	0.02	0.42	0.12	0.12	0.12
U12	0.27	0.10	0.02	0.23	0.22	0.03	0.31	0.51	0.45	0.02	0.32	0.32	0.31	0.11	0.16
U13	0.13	0.29	0.92	0.72	0.12	0.63	0.52	0.01	0.42	0.42	0.55	0.12	0.22	0.92	0.72
U14	0.62	0.02	0.31	0.22	0.23	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	0.64	0.01	0.51	0.12	0.12
U15	0.02	0.01	0.12	0.04	0.77	0.76	0.05	0.04	0.02	0.03	0.23	0.02	0.02	0.72	0.82
U16	0.01	0.06	0.32	0.05	0.53	0.94	0.02	0.02	0.04	0.82	0.02	0.12	0.72	0.02	0.12
U17	0.01	0.02	0.11	0.09	0.01	0.01	0.24	0.01	0.01	0.01	0.13	0.01	0.11	0.12	0.72
U18	0.09	0.08	0.01	0.11	0.02	0.05	0.73	0.27	0.02	0.76	0.02	0.34	0.32	0.42	0.11
U19	0.04	0.02	0.02	0.51	0.03	0.07	0.13	0.05	0.86	0.01	0.02	0.74	0.12	0.21	0.62
U20	0.31	0.05	0.01	0.22	0.04	0.03	0.52	0.93	0.12	0.03	0.01	0.01	0.75	0.01	0.21

Perhitungan nilai *Mean Absolute Error* (MAE) dapat dilakukan dengan menjumlahkan nilai aktual dan nilai hasil perhitungan setiap produk kemudian membagikannya dengan jumlah seluruh produk yaitu sebagai berikut.

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| d_i - \widehat{d_i} \right|}{n}$$

Dimana,

d_i = nilai akktual produk *i*

$\widehat{d_i}$ = nilai prediksi

n = jumlah produk

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-1 (U1) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 1 (U1)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.12	0.1457	0.0257
P2	0.02	0.1207	0.1007
P3	0.72	0.8180	0.0980
P4	0.62	0.7149	0.0949
P5	0.92	0.9422	0.0222
P6	0.02	0.1205	0.1005
P7	0.12	0.1426	0.0226
P8	0.13	0.1650	0.0350
P9	0.02	0.0889	0.0689
P10	0.02	0.1206	0.1006
P11	0.12	0.3453	0.2253
P12	0.12	0.3352	0.2152
P13	0.02	0.1389	0.1189
P14	0.22	0.2348	0.0148
P15	0.42	0.9962	0.5762
		Total :	1.8195

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left| d_i - \widehat{d_i} \right|}{n} = \frac{1.8195}{15} = \mathbf{0.1213}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-2 (U2) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 2 (U2)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.02	0.1351	0.1151
P2	0.01	0.1635	0.1535
P3	0.02	0.0375	0.0175
P4	0.01	0.1097	0.0997
P5	0.02	0.0303	0.0103
P6	0.02	0.1200	0.1000
P7	0.01	0.1000	0.0900
P8	0.02	0.3038	0.2838
P9	0.02	0.1635	0.1435
P10	0.02	0.1029	0.0829
P11	0.1	0.9241	0.8241
P12	0.39	0.3917	0.0017
P13	0.01	0.0124	0.0024
P14	0.21	0.6700	0.4600
P15	0.02	0.0287	0.0087
		Total :	2.3933

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d}_i\right|}{n} = \frac{2.3933}{15} = \mathbf{0.1596}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-3 (U3) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 3 (U3)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.52	0.5341	0.0141
P2	0.62	0.7126	0.0926
P3	0.92	0.9964	0.0764
P4	0.02	0.1624	0.1424
P5	0.02	0.1422	0.1222
P6	0.92	0.9362	0.0162
P7	0.92	0.9946	0.0746
P8	0.72	0.7646	0.0446
P9	0.52	0.6017	0.0817
P10	0.02	0.0869	0.0669
P11	0.02	0.0533	0.0333
P12	0.18	0.8852	0.7052
P13	0.02	0.1326	0.1126
P14	0.34	0.7309	0.3909
P15	0.92	0.9599	0.0399
		Total :	2.0135

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{2.0135}{15} = \mathbf{0.1342}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-4 (U4) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 4 (U4)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.01	0.0657	0.0557
P2	0.02	0.0748	0.0548
P3	0.02	0.0924	0.0724
P4	0.02	0.1139	0.0939
P5	0.02	0.1631	0.1431
P6	0.01	0.0466	0.0366
P7	0.02	0.1414	0.1214
P8	0.01	0.0472	0.0372
P9	0.02	0.0254	0.0054
P10	0.01	0.0766	0.0666
P11	0.01	0.1224	0.1124
P12	0.09	0.3401	0.2501
P13	0.03	0.0491	0.0191
P14	0.02	0.9121	0.8921
P15	0.01	0.1402	0.1302
		Total :	2.0910

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{2.0910}{15} = \mathbf{0.1394}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-5 (U5) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 5 (U5)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.02	0.1589	0.1389
P2	0.92	0.9880	0.0680
P3	0.02	0.1678	0.1478
P4	0.02	0.0492	0.0292
P5	0.02	0.0450	0.0250
P6	0.02	0.0977	0.0777
P7	0.02	0.0430	0.0230
P8	0.02	0.0313	0.0113
P9	0.01	0.1061	0.0961
P10	0.02	0.1553	0.1353
P11	0.02	0.0600	0.0400

P12	0.01	0.0116	0.0016
P13	0.23	0.9932	0.7632
P14	0.02	0.0543	0.0343
P15	0.02	0.0776	0.0576
		Total :	1.6492

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.6492}{15} = \mathbf{0.1099}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-6 (U6) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 6 (U6)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.02	0.1310	0.1110
P2	0.02	0.1493	0.1293
P3	0.02	0.0886	0.0686
P4	0.01	0.0187	0.0087
P5	0.01	0.1700	0.1600
P6	0.82	0.9357	0.1157
P7	0.02	0.0596	0.0396
P8	0.02	0.0823	0.0623
P9	0.02	0.0895	0.0695
P10	0.02	0.1108	0.0908
P11	0.01	0.0966	0.0866
P12	0.01	0.1260	0.1160
P13	0.02	0.1455	0.1255
P14	0.01	0.1433	0.1333
P15	0.12	0.1436	0.0236
		Total :	1.3404

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.3404}{15} = \mathbf{0.0894}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-7 (U7) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 7 (U7)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.52	0.8700	0.3500
P2	0.02	0.0320	0.0120
P3	0.02	0.0355	0.0155
P4	0.01	0.0106	0.0006
P5	0.02	0.1339	0.1139

P6	0.01	0.0921	0.0821
P7	0.02	0.1321	0.1121
P8	0.01	0.0153	0.0053
P9	0.02	0.1194	0.0994
P10	0.02	0.0880	0.0680
P11	0.01	0.1537	0.1437
P12	0.02	0.1482	0.1282
P13	0.19	0.9291	0.7391
P14	0.01	0.1237	0.1137
P15	0.01	0.0472	0.0372
		Total :	2.0208

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{2.0208}{15} = \mathbf{0.1347}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-8 (U8) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 8 (U8)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.02	0.0947	0.0747
P2	0.02	0.1143	0.0943
P3	0.01	0.0263	0.0163
P4	0.02	0.0950	0.0750
P5	0.01	0.0286	0.0186
P6	0.02	0.0561	0.0361
P7	0.02	0.0229	0.0029
P8	0.02	0.0311	0.0111
P9	0.02	0.1411	0.1211
P10	0.01	0.0485	0.0385
P11	0.35	0.8822	0.5322
P12	0.01	0.0288	0.0188
P13	0.02	0.1462	0.1262
P14	0.02	0.1287	0.1087
P15	0.02	0.0362	0.0162
		Total :	1.2909

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.2909}{15} = \mathbf{0.0861}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-9 (U9) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 9 (U9)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.72	0.7996	0.0796
P2	0.02	0.0470	0.0270
P3	0.02	0.0758	0.0558
P4	0.02	0.1079	0.0879
P5	0.02	0.1032	0.0832
P6	0.02	0.1304	0.1104
P7	0.01	0.0690	0.0590
P8	0.01	0.0302	0.0202
P9	0.01	0.1308	0.1208
P10	0.01	0.0913	0.0813
P11	0.21	0.8481	0.6381
P12	0.02	0.0482	0.0282
P13	0.02	0.0349	0.0149
P14	0.02	0.1690	0.1490
P15	0.02	0.0745	0.0545
		Total :	1.6098

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.6098}{15} = \mathbf{0.1073}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-10 (U10) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 10 (U10)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.01	0.0220	0.0120
P2	0.01	0.1684	0.1584
P3	0.01	0.1059	0.0959
P4	0.52	0.7353	0.2153
P5	0.01	0.1205	0.1105
P6	0.01	0.0377	0.0277
P7	0.01	0.0687	0.0587
P8	0.52	0.7625	0.2425
P9	0.01	0.0443	0.0343
P10	0.52	0.5554	0.0354
P11	0.11	0.1116	0.0016
P12	0.01	0.1152	0.1052
P13	0.01	0.0194	0.0094
P14	0.52	0.9502	0.4302
P15	0.01	0.1124	0.1024
		Total :	1.6398

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.6398}{15} = \mathbf{0.1093}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-11 (U11) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 11 (U11)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.02	0.0508	0.0308
P2	0.22	0.3170	0.0970
P3	0.02	0.1709	0.1509
P4	0.88	0.9840	0.1040
P5	0.13	0.7173	0.5873
P6	0.02	0.1169	0.0969
P7	0.12	0.1709	0.0509
P8	0.53	0.8847	0.3547
P9	0.12	0.1556	0.0356
P10	0.06	0.1804	0.1204
P11	0.02	0.0383	0.0183
P12	0.42	0.6337	0.2137
P13	0.12	0.4375	0.3175
P14	0.12	0.1609	0.0409
P15	0.12	0.2262	0.1062
		Total :	2.3252

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{2.3252}{15} = \mathbf{0.1550}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-12 (U12) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 12 (U12)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.27	0.8210	0.5510
P2	0.01	0.1104	0.1004
P3	0.02	0.1596	0.1396
P4	0.23	0.5704	0.3404
P5	0.22	0.3032	0.0832
P6	0.03	0.1664	0.1364
P7	0.31	0.6175	0.3075
P8	0.51	0.8676	0.3576
P9	0.45	0.8199	0.3699
P10	0.02	0.4759	0.4559
P11	0.32	0.6929	0.3729

P12	0.32	0.5496	0.2296
P13	0.31	0.9635	0.6535
P14	0.11	0.7521	0.6421
P15	0.16	0.1847	0.0247
		Total :	4.7649

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \hat{d}_i\right|}{n} = \frac{4.7649}{15} = \mathbf{0.3177}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-13 (U13) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 13 (U13)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.13	0.3702	0.2402
P2	0.29	0.9880	0.6980
P3	0.92	0.9962	0.0762
P4	0.72	0.7299	0.0099
P5	0.12	0.1265	0.0065
P6	0.63	0.6393	0.0093
P7	0.52	0.9143	0.3943
P8	0.01	0.1530	0.1430
P9	0.42	0.6854	0.2654
P10	0.42	0.7658	0.3458
P11	0.55	0.6502	0.1002
P12	0.12	0.1567	0.0367
P13	0.22	0.6461	0.4261
P14	0.92	0.9367	0.0167
P15	0.72	0.7407	0.0207
		Total :	2.7890

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \hat{d}_i\right|}{n} = \frac{2.7890}{15} = \mathbf{0.1859}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-14 (U14) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.15 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 14 (U14)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.62	0.7112	0.0912
P2	0.02	0.0574	0.0374
P3	0.31	0.9618	0.6518
P4	0.22	0.2755	0.0555
P5	0.23	0.2489	0.0189

P6	0.07	0.0928	0.0228
P7	0.03	0.0876	0.0576
P8	0.02	0.1087	0.0887
P9	0.02	0.1066	0.0866
P10	0.01	0.0682	0.0582
P11	0.64	0.6702	0.0302
P12	0.01	0.0293	0.0193
P13	0.51	0.7916	0.2816
P14	0.12	0.1551	0.0351
P15	0.12	0.1310	0.0110
		Total :	1.5459

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.5459}{15} = \mathbf{0.1031}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-15 (U15) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 15 (U15)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.02	0.0792	0.0592
P2	0.01	0.0356	0.0256
P3	0.12	0.6413	0.5213
P4	0.04	0.0733	0.0333
P5	0.77	0.8164	0.0464
P6	0.76	0.8176	0.0576
P7	0.05	0.1155	0.0655
P8	0.04	0.0543	0.0143
P9	0.02	0.0677	0.0477
P10	0.03	0.1000	0.0700
P11	0.23	0.3135	0.0835
P12	0.02	0.1570	0.1370
P13	0.02	0.1321	0.1121
P14	0.72	0.8288	0.1088
P15	0.82	0.8767	0.0567
		Total :	1.4390

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.4390}{15} = \mathbf{0.0959}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-16 (U16) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 16 (U16)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.01	0.0286	0.0186
P2	0.06	0.0732	0.0132
P3	0.32	0.5499	0.2299
P4	0.05	0.0823	0.0323
P5	0.53	0.5567	0.0267
P6	0.94	0.9994	0.0594
P7	0.02	0.1455	0.1255
P8	0.02	0.1191	0.0991
P9	0.04	0.1400	0.1000
P10	0.82	0.8882	0.0682
P11	0.02	0.0370	0.0170
P12	0.12	0.2155	0.0955
P13	0.72	0.7308	0.0108
P14	0.02	0.0376	0.0176
P15	0.12	0.5443	0.4243
		Total :	1.3381

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{1.3381}{15} = \mathbf{0.0892}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-17 (U17) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 17 (U17)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.01	0.1589	0.1489
P2	0.02	0.1749	0.1549
P3	0.11	0.1989	0.0889
P4	0.09	0.1038	0.0138
P5	0.01	0.0144	0.0044
P6	0.01	0.1148	0.1048
P7	0.24	0.2703	0.0303
P8	0.01	0.0387	0.0287
P9	0.01	0.1015	0.0915
P10	0.01	0.0394	0.0294
P11	0.13	0.1821	0.0521
P12	0.01	0.1607	0.1507
P13	0.11	0.1421	0.0321
P14	0.12	0.1298	0.0098
P15	0.72	0.7476	0.0276
		Total :	0.9680

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{0.9680}{15} = \mathbf{0.0645}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-18 (U18) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 18 (U18)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.09	0.1428	0.0528
P2	0.08	0.0909	0.0109
P3	0.01	0.1569	0.1469
P4	0.11	0.1560	0.0460
P5	0.02	0.1032	0.0832
P6	0.05	0.1837	0.1337
P7	0.73	0.8163	0.0863
P8	0.27	0.8124	0.5424
P9	0.02	0.0217	0.0017
P10	0.76	0.8668	0.1068
P11	0.02	0.1290	0.1090
P12	0.34	0.4184	0.0784
P13	0.32	0.4156	0.0956
P14	0.42	0.9787	0.5587
P15	0.11	0.1194	0.0094
		Total :	2.0616

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \widehat{d_i}\right|}{n} = \frac{0.9680}{15} = \mathbf{0.1374}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-19 (U19) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 19 (U19)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.04	0.1304	0.0904
P2	0.02	0.1739	0.1539
P3	0.02	0.0699	0.0499
P4	0.51	0.9170	0.4070
P5	0.03	0.1266	0.0966
P6	0.07	0.0893	0.0193
P7	0.13	0.1696	0.0396
P8	0.05	0.1172	0.0672
P9	0.86	0.8988	0.0388
P10	0.01	0.1004	0.0904
P11	0.02	0.1824	0.1624

P12	0.74	0.7811	0.0411
P13	0.12	0.9826	0.8626
P14	0.21	0.2811	0.0711
P15	0.62	0.9929	0.3729
		Total :	2.5634

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \hat{d}_i\right|}{n} = \frac{2.5634}{15} = \mathbf{0.1709}$$

Hasil perhitungan prediksi MAE untuk *member*-20 (U20) untuk mengukur tingkat *error* pada prediksi sistem rekomendasi berdasarkan *rating* adalah sebagai berikut.

Tabel 4.21 Hasil Pengujian Prediksi MAE untuk *member* 20 (U20)

Item	Nilai Aktual	Nilai Prediksi	Hasil (MAE)
P1	0.31	0.8818	0.5718
P2	0.05	0.1593	0.1093
P3	0.01	0.0408	0.0308
P4	0.22	0.2561	0.0361
P5	0.04	0.1360	0.0960
P6	0.03	0.0416	0.0116
P7	0.52	0.5609	0.0409
P8	0.93	0.9685	0.0385
P9	0.12	0.1580	0.0380
P10	0.03	0.1167	0.0867
P11	0.01	0.0302	0.0202
P12	0.01	0.0163	0.0063
P13	0.75	0.7554	0.0054
P14	0.01	0.0750	0.0650
P15	0.21	0.2687	0.0587
		Total :	1.2152

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left|d_i - \hat{d}_i\right|}{n} = \frac{1.2152}{15} = \mathbf{0.0810}$$

Mean MAE =

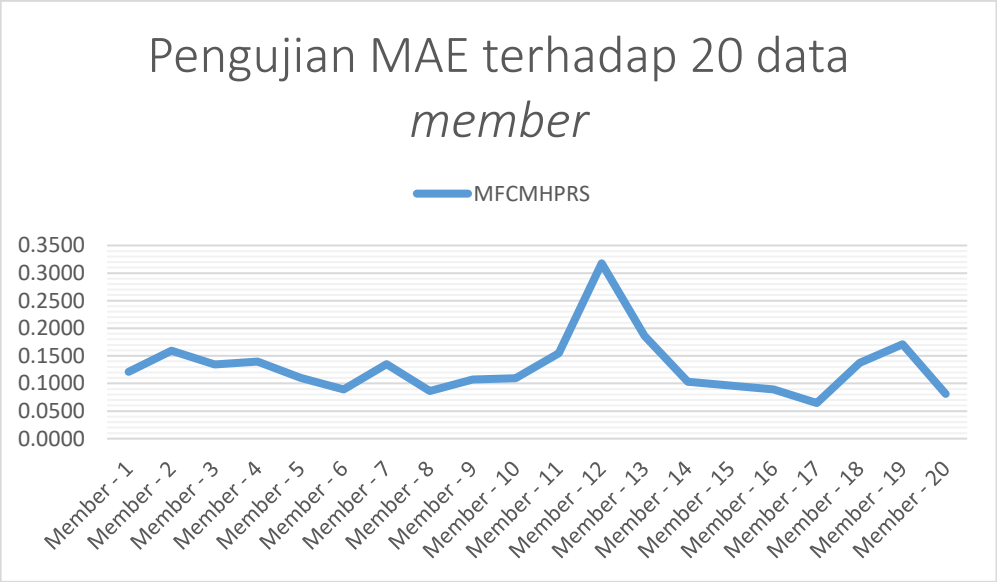
$$\frac{\mathbf{0.1213 + 0.1596 + 0.1342 + 0.1394 + 0.1099 + 0.0894 + 0.1347 + 0.0861 + 0.1073 + 0.1093 + 0.1550 + 0.3177 + 0.1859 + 0.1031 + 0.0959 + 0.0892 + 0.0645 + 0.1374 + 0.1709 + 0.0810}}{\mathbf{15}}$$

$$= \frac{\mathbf{2.4525}}{\mathbf{15}} = \mathbf{0.1635}$$

Nilai *Mean Absolute Error* (MAE) yang didapatkan adalah hasil dari penjumlahan nilai rating aktual seluruh item dikurangi nilai prediksi seluruh item yang didapatkan melalui algoritma MFCMHPRS kemudian dibagikan dengan jumlah seluruh item.

Dari hasil pengujian terhadap 15 *member* menunjukkan bahwa nilai *error* yang didapatkan melalui penggunaan algoritma MFCMHPRS pada 15 *item* menghasilkan nilai rata-rata yang relatif rendah yaitu sebesar 0.1635 pada rentang 0 – 1, dimana jika nilai mendekati nilai 1 maka semakin besar nilai *error* dan akurasi nya semakin rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma MFCMHPRS memiliki keakuratan yang baik.

.



Gambar 4.46 Grafik Hasil Pengujian MAE terhadap 20 data *member*

4.2.2 Pengujian Enkripsi dan Dekripsi dengan AES – 128

Pada tahap ini dilakukan pengujian hasil penerapan Enkripsi dan Dekripsi file dengan AES – 128 untuk membuktikan bahwa file buku digital berhasil dienkripsi dan didekripsi dari *Key* yang diberikan saat proses enkripsi.

Pengujian 1:

Nama file : plaintextAES.txt

Ukuran : 16 *bytes*

Isi : “Encryption128AES” (*Plaintext*)

45 6e 63 72 79 70 74 69 6f 6e 31 32 38 41 45 53 (Hexadesimal)

Key : “YXXSXJADLFJGTHXONZCEZBYSXYVGLLUK”

59 58 58 53 58 4a 41 44 4c 46 4a 47 54 48 58 4f 4e 5a 43 45 5a 42 59 53 58 59 56 47 4c 4c 55 4b (Hexadesimal)

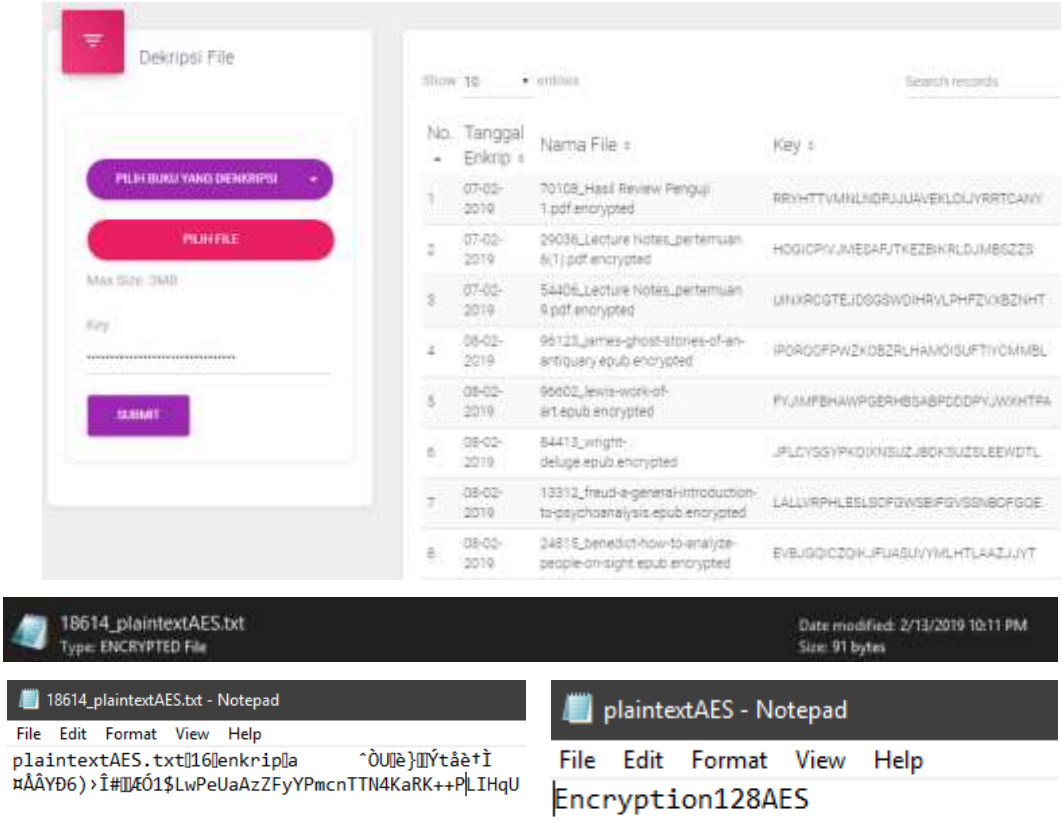
Gambar 4. 47 Enkripsi File

Hasil enkripsi yaitu sebagai berikut.

Nama file : 18614_plaintextAES.txt.encrypted

Ukuran : 91 *bytes*

Isi : 70 6c 61 69 6e 74 65 78 74 41 45 53 2e 74 78 74 01 31 36 01 65 6e 6b 72 69 70 01 61 09 cb 86 c3 92 55 1a c3 a8 7d c2 9d 13 c3 9d 74 c3 a5 c3 a8 e2 80 a0 c3 8c c2 a4 c3 85 c3 82 59 c3 90 36 29 e2 80 ba c3 8e 23 13 13 c3 86 c3 93 31 24 4c 77 50 65 55 61 41 7a 5a 46 79 59 50 6d 63 6e 54 54 4e 34 4b 61 52 4b 2b 2b 50 4c 49 48 71 55



Gambar 4. 48 Hasil Enkripsi dan Dekripsi File

Berdasarkan pengujian di atas aplikasi berhasil dan sesuai tujuan untuk mengamankan file dengan enkripsi menggunakan menggunakan algoritma AES-128 dan aplikasi dapat mengembalikan file yang telah di enkripsi menjadi file *plaintext* seperti semula sehingga dapat dibaca.

4.2.3 Pengujian Perangkat Lunak dengan *Black Box Testing*

1. Pengujian halaman *user*

Tabel 4.22 Pengujian halaman user

No.	Persyaratan yang diuji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	Beranda	Masuk kedalam halaman beranda	Halaman beranda tampil	Sesuai
2.	Tentang	Masuk kedalam halaman tentang	Halaman tentang tampil	Sesuai
3.	Klasifikasi	Masuk kedalam halaman klasifikasi	Halaman klasifikasi tampil	Sesuai
4.	Kontak	Masuk kedalam halaman kontak	Halaman kontak tampil	Sesuai
5.	Masuk *member*	Mengisi halaman dengan nama *member* dan *password* 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman beranda *member* tampil 2. Tampil peringatan pada setiap kesalahan	Sesuai
6.	Lupa *password member*	Mengisi halaman dengan nama *member* dan alamat *e-mail member* 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman identifikasi *member* tampil 2. Tampil peringatan pada setiap kesalahan	Sesuai
7.	Identifikasi *member*	Menampilkan halaman identifikasi	Halaman identifikasi tampil	Sesuai
8.	Kirim *link* identifikasi *member*	Meng-klik *button* "kirim link identifikasi *member*"	Halaman link identifikasi terkirim tampil	Sesuai
9.	*User* meng-klik *link* identifikasi *member* via *e-mail*	Mengklik link identifikasi *member* via *e-mail*	Halaman ubah password tampil	Sesuai
10.	Ubah *password member*	Mengisi halaman ubah password sebanyak dua kali lalu menekan *button* ubah 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman ubah password berhasil tampil 2. Tampil peringatan pada setiap kesalahan	Sesuai

11.	Daftar	Mengisi halaman daftar *member* dengan nama lengkap, nama *member*, *e-mail*, password, ulangi password, menyetujui syarat dan ketentuan serta meng-klik *button* daftar 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman pendaftaran berhasil lalu mengalihkan *user* ke halaman masuk *member* 2. Tampil peringatan pada setiap kesalahan	Sesuai
12.	Cari klasifikasi buku	Memilih klasifikasi buku yang tersedia 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Hasil pencarian buku yang sesuai dengan klasifikasi yang dipilih tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
13.	Cari penulis buku	Memilih penulis buku yang tersedia 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Hasil pencarian buku berdasarkan penulis yang dipilih tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
14.	Cari buku	Mencari buku sesuai dengan kata kunci yang diketikkan 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Buku yang dicari berdasarkan kata kunci tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
15.	Lihat semua buku	Menampilkan semua buku berdasarkan hasil pencarian	Semua buku berdasarkan hasil pencarian tampil	Sesuai
16.	Lihat rincian buku	Menampilkan rincian sebuah buku yang dipilih	Rincian buku yang dipilih tampil	Sesuai
17.	Lihat semua klasifikasi	Menampilkan semua klasifikasi buku yang ada	Semua klasifikasi buku yang ada tampil	Sesuai
18.	Lebih banyak buku	Menampilkan lebih banyak buku yang baru ditambahkan	Lebih banyak buku yang baru ditambahkan tampil	Sesuai

2. Pengujian halaman *member* yang belum memberikan *rating*

Tabel 4.23 Pengujian halaman *member* yang belum memberikan *rating*

No.	Persyaratan yang di uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	Beranda	Masuk kedalam halaman beranda	Halaman beranda tampil	Sesuai
2.	Tentang	Masuk kedalam halaman tentang	Halaman tentang tampil	Sesuai
3.	Klasifikasi	Masuk kedalam halaman klasifikasi	Halaman klasifikasi tampil	Sesuai
4.	Kontak	Masuk kedalam halaman kontak	Halaman kontak tampil	Sesuai
5.	Cari klasifikasi buku	Memilih klasifikasi buku yang tersedia 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Hasil pencarian buku yang sesuai dengan klasifikasi yang dipilih tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
6.	Cari penulis buku	Memilih penulis buku yang tersedia 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Hasil pencarian buku berdasarkan penulis yang dipilih tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
7.	Cari buku	Mencari buku sesuai dengan kata kunci yang diketikkan 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Buku yang dicari berdasarkan kata kunci tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
8.	Lihat semua buku	Menampilkan semua buku berdasarkan hasil pencarian	Semua buku berdasarkan hasil pencarian tampil	Sesuai
9.	Lihat rincian buku	Menampilkan rincian sebuah buku yang dipilih	Rincian buku yang dipilih tampil	Sesuai
10.	Lihat semua klasifikasi	Menampilkan semua klasifikasi buku yang ada	Semua klasifikasi buku yang ada tampil	Sesuai
11.	Lebih banyak buku	Menampilkan buku yang ada berdasarkan buku	Lebih banyak buku yang baru ditambahkan tampil	Sesuai

		yang baru ditambahkan		
12.	Pinjam buku	Melakukan peminjaman buku dengan meng-klik *button* pinjam buku	Buku yang sedang dipinjam tampil didalam daftar buku yang dipinjam	Sesuai
13.	Baca Buku	Menampilkan bacaan buku yang sedang dipinjam	Bacaan buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
14.	Keluar	Menampilkan halaman beranda *user* setelah *member* keluar	Beranda *user* tampil	Sesuai

3. Pengujian halaman *member* yang telah memberikan *rating*

Tabel 4.24 Pengujian halaman *member* yang telah memberikan *rating*

No.	Persyaratan yang di uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	Beranda	Masuk kedalam halaman beranda	Halaman beranda tampil	Sesuai
2.	Tentang	Masuk kedalam halaman tentang	Halaman tentang tampil	Sesuai
3.	Klasifikasi	Masuk kedalam halaman klasifikasi	Halaman klasifikasi tampil	Sesuai
4.	Kontak	Masuk kedalam halaman kontak	Halaman kontak tampil	Sesuai
5.	Cari klasifikasi buku	Memilih klasifikasi buku yang tersedia 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Hasil pencarian buku yang sesuai dengan klasifikasi yang dipilih tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
6.	Cari penulis buku	Memilih penulis buku yang tersedia 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Hasil pencarian buku berdasarkan penulis yang dipilih tampil	Sesuai

			2. Buku tidak tampil	
7.	Cari buku	Mencari buku sesuai dengan kata kunci yang diketikkan 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Buku yang dicari berdasarkan kata kunci tampil 2. Buku tidak tampil	Sesuai
8.	Lihat semua buku	Menampilkan semua buku berdasarkan hasil pencarian	Semua buku berdasarkan hasil pencarian tampil	Sesuai
9.	Lihat rincian buku	Menampilkan rincian sebuah buku yang dipilih	Rincian buku yang dipilih tampil	Sesuai
10.	Lihat semua klasifikasi	Menampilkan semua klasifikasi buku yang ada	Semua klasifikasi buku yang ada tampil	Sesuai
11.	Lebih banyak buku	Menampilkan buku yang ada berdasarkan buku yang baru ditambahkan	Lebih banyak buku yang baru ditambahkan tampil	Sesuai
12.	Pinjam buku	Melakukan peminjaman buku dengan meng-klik *button* pinjam buku	Buku yang sedang dipinjam tampil didalam daftar buku yang dipinjam	Sesuai
13.	Baca Buku	Menampilkan bacaan buku yang sedang dipinjam	Bacaan buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
14.	Keluar	Menampilkan halaman beranda *user* setelah *member* keluar	Beranda *user* tampil	Sesuai

4. Pengujian halaman *board member* yang belum meminjam buku

Tabel 4.25 Pengujian halaman board member yang belum meminjam buku

No.	Persyaratan yang di uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	*Board*	Menampilkan halaman *board member*	Halaman *board member* tampil	Sesuai
2.	Notifikasi	Menampilkan pemberitahuan kepada *member* 1. Jika ada 2. Jika tidak ada	1. Pemberitahuan tampil 2. Pemberitahuan tidak tampil	Sesuai
3.	Profil	Menampilkan dan mengisi halaman profil dengan nama lengkap, nama panggilan dan *e-mail* 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman selanjutnya untuk melakukan pengisian data diri lebih lanjut tampil 2. Halaman tentang profil tidak tampil	Sesuai
4.	Identifikasi	Menampilkan halaman pengunggahan kartu identitas kepada *member*	Halaman pengunggahan kartu identitas *member* tampil	Sesuai
5.	Keluar	Menampilkan halaman beranda *user* setelah *member* keluar	Beranda *user* tampil	Sesuai

5. Pengujian halaman *board member* yang telah meminjam buku namun belum memberikan *rating*

Tabel 4.26 Pengujian halaman board member yang telah meminjam buku namun belum memberikan rating

No.	Persyaratan yang di uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	*Board*	Menampilkan halaman *board member*	Halaman *board member* tampil	Sesuai
2.	Notifikasi	Menampilkan pemberitahuan kepada *member* 1. Jika ada 2. Jika tidak ada	1. Pemberitahuan tampil 2. Pemberitahuan tidak tampil	Sesuai

3.	Buku yang dipinjam	Menampilkan daftar buku yang sedang dipinjam	Daftar buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
4.	Baca buku	Menampilkan bacaan buku yang sedang dipinjam	Bacaan buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
5.	Perpanjang buku	Menampilkan pilihan perpanjangan buku 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman perpanjangan buku berhasil tampil 2. Halaman buku tidak dapat diperpanjang tampil	Sesuai
6.	Informasi buku	Menampilkan halaman informasi buku yang sedang dipinjam	Halaman informasi buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
7.	Beri ulasan buku	Menampilkan halaman ulasan buku	Halaman ulasan buku tampil	Sesuai
8.	Riwayat peminjaman buku	Menampilkan halaman riwayat peminjaman buku	Halaman riwayat peminjaman buku tampil	Sesuai
9.	Profil	Menampilkan dan mengisi halaman profil dengan nama lengkap, nama panggilan dan *e-mail* 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman selanjutnya untuk melakukan pengisian data diri lebih lanjut tampil 2. Halaman tentang profil tidak tampil	Sesuai
10.	Identifikasi	Menampilkan halaman pengunggahan kartu identitas kepada *member*	Halaman pengunggahan kartu identitas *member* tampil	Sesuai
11.	Keluar	Menampilkan halaman beranda *user* setelah *member* keluar	Beranda *user* tampil	Sesuai

6. Pengujian halaman *board member* yang telah meminjam buku dan telah memberikan *rating*

Tabel 4. 27 Pengujian halaman board member yang telah meminjam buku dan telah memberikan rating

No.	Persyaratan yang di uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	*Board*	Menampilkan halaman *board member*	Halaman *board member* tampil	Sesuai

2.	Notifikasi	Menampilkan pemberitahuan kepada *member* 1. Jika ada 2. Jika tidak ada	1. Pemberitahuan tampil 2. Pemberitahuan tidak tampil	Sesuai
3.	Buku yang dipinjam	Menampilkan daftar buku yang sedang dipinjam	Daftar buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
4.	Baca buku	Menampilkan bacaan buku yang sedang dipinjam	Bacaan buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
5.	Perpanjang buku	Menampilkan pilihan perpanjangan buku 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman perpanjangan buku berhasil tampil 2. Halaman buku tidak dapat diperpanjang tampil	Sesuai
6.	Informasi buku	Menampilkan halaman informasi buku yang sedang dipinjam	Halaman informasi buku yang sedang dipinjam tampil	Sesuai
7.	Beri ulasan buku	Menampilkan halaman ulasan buku	Halaman ulasan buku tampil	Sesuai
8.	Riwayat peminjaman buku	Menampilkan halaman riwayat peminjaman buku	Halaman riwayat peminjaman buku tampil	Sesuai
9.	Profil	Menampilkan dan mengisi halaman profil dengan nama lengkap, nama panggilan dan *e-mail* 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman selanjutnya untuk melakukan pengisian data diri lebih lanjut tampil 2. Halaman tentang profil tidak tampil	Sesuai
10.	Identifikasi	Menampilkan halaman pengunggahan kartu identitas kepada *member*	Halaman pengunggahan kartu identitas *member* tampil	Sesuai
11.	Keluar	Menampilkan halaman beranda *user* setelah *member* keluar	Beranda *user* tampil	Sesuai

7. Pengujian *board admin*

Tabel 4. 28 Pengujian board admin

No.	Persyaratan yang di uji	Skenario uji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1.	Masuk *admin*	Mengisi halaman dengan nama *admin* dan *password* 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman beranda *admin* tampil 2. Tampil peringatan pada setiap kesalahan	Sesuai
2.	*Board*	Menampilkan halaman *board member*	Halaman *board member* tampil	Sesuai
3.	Notifikasi	Menampilkan pemberitahuan dari *member* 1. Jika ada 2. Jika tidak ada	1. Pemberitahuan tampil 2. Pemberitahuan tidak tampil	Sesuai
4.	Daftar buku	Menampilkan halaman daftar buku	Halaman daftar buku tampil	Sesuai
5.	Tambah buku	Menampilkan halaman tambah buku	Halaman tambah buku tampil dan data buku ditambahkan kedalam *database*	Sesuai
6.	Ubah data buku	Menampilkan halaman ubah data buku	Halaman ubah data buku tampil dan pengubahan data buku tersimpan di *database*	Sesuai
7.	Hapus data buku	Menampilkan halaman hapus data buku	Halaman hapus data buku tampil dan data buku dihapus dari *database*	Sesuai
8.	Enkripsi buku	Menampilkan halaman enkripsi buku 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	1. Halaman buku telah dienkripsi tampil dan buku ditambah kedalam *database* serta dekripsi key tampil 2. Buku gagal dienkripsi	Sesuai
9.	Dekripsi buku	Menampilkan halaman dekripsi buku dan	1. Halaman dekripsi buku	Sesuai

		melakukan dekripsi dengan memilih judul buku dan key dekripsinya 1. Jika berhasil 2. Jika gagal	berhasil dan sistem mendekripsi buku dari server 2. Buku gagal didekripsi	
10.	Daftar *member*	Menampilkan halaman daftar *member*	Halaman daftar *member* tampil	Sesuai
11.	Lihat rincian *member*	Menampilkan halaman rincian profil *member*	Halaman rincian profil *member* tampil	Sesuai
12.	Hapus *member*	Menampilkan halaman hapus *member*	Halaman hapus *member* tampil dan *member* yang terpilih terhapus dari *database*	Sesuai
13.	Lihat Identitas	Menampilkan halaman identitas *member*	Halaman identitas *member* tampil	Sesuai
14.	Disetujui	Menampilkan halaman persetujuan identitas *member*	Halaman perubahan daftar *member* tampil dan identitas *member* di *database* disetujui	Sesuai
15.	Ditolak	Menampilkan halaman penolakan identitas *member*	Halaman daftar *member* tidak berubah dan pemberitahuan akan dikirim oleh sistem kepada *member* terkait	Sesuai
16.	Laporan *member*	Menampilkan halaman laporan *member*	Halaman laporan *member* tampil	Sesuai
17.	*Filter* laporan *member*	Menampilkan halaman *filter* laporan *member*	Halaman *filter* laporan *member* tampilan	Sesuai
18.	Lihat rincian data *member*	Menampilkan halaman rincian data *member*	Halaman rincian data *member* tampil	Sesuai
19.	Cetak PDF laporan *member*	Mencetak laporan *member*	Laporan *member* tercetak dan dapat diunduh	Sesuai
20.	Laporan peminjaman buku	Menampilkan halaman laporan peminjaman buku	Halaman laporan peminjaman buku tampil	Sesuai
21.	*Filter* laporan peminjaman buku	Menampilkan halaman *filter* laporan peminjaman buku	Halaman *filter* laporan peminjaman buku tampil	Sesuai

22.	Cetak PDF laporan peminjaman buku	Mencetak laporan peminjaman buku	Laporan peminjaman buku dicetak dan dapat diunduh	Sesuai
23.	Laporan buku	Menampilkan halaman laporan buku	Halaman laporan buku tampil	Sesuai
24.	*Filter* laporan buku	Menampilkan halaman *filter* laporan buku	Halaman *filter* laporan buku tampil	Sesuai
25.	Cetak PDF laporan buku	Mencetak laporan buku	Laporan buku dicetak dan dapat diunduh	Sesuai
26.	Laporan *rating* buku	Menampilkan halaman laporan *rating* buku	Halaman laporan *rating* buku tampil	Sesuai
27.	*Filter* laporan *rating*	Menampilkan halaman *filter* laporan *rating*	Halaman *filter* laporan *rating* tampil	Sesuai
28.	Cetak PDF laporan *rating*	Mencetak laporan *rating*	Laporan *rating* dicetak dan dapat diunduh	Sesuai
29.	Daftar *IP user*	Menampilkan halaman daftar *user*	Halaman daftar *user* tampil	Sesuai
30.	Kotak masuk pesan	Menampilkan halaman kotak masuk pesan	Halaman kotak masuk pesan tampil	Sesuai
31.	Keluar	Menampilkan halaman beranda *user* setelah *admin* keluar	Beranda *user* tampil	Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian dengan kasus uji perangkat lunak dengan *Black Box Testing* di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa perangkat lunak secara fungsional mengeluarkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web* diperoleh beberapa kesimpulan:

1. Penggunaan metode *Modified Fuzzy C-Means Hybrid Personalized Recommender System* (MFCMHPRS) dalam menghasilkan rekomendasi, memiliki keakuratan yang baik dengan rata-rata *error* atau nilai MAE sebesar 0.1635 atau 16,35% berdasarkan hasil pengujian.
2. Berdasarkan pengujian enkripsi dan dekripsi AES – 128 pada perangkat lunak, algoritma AES - 128 berhasil untuk mengamankan *file* dengan enkripsi dan perangkat lunak dapat mengembalikan *file* yang telah dienkripsi menjadi *file plaintext* dengan ukuran dan isi yang identik dengan *file* sebelum dienkripsi sehingga dapat dibaca.
3. Berdasarkan hasil pengujian dengan kasus uji perangkat lunak dengan *Black Box Testing* dapat ditarik kesimpulan bahwa perangkat lunak secara fungsional mengeluarkan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

5.2 Saran

Beberapa saran dari penulis untuk pengembangan Implementasi Sistem Rekomendasi *Modified Fuzzy C-Means* (MFCM) pada *E-Library* Menggunakan *Digital Rights Management* (DRM) Berbasis *Mobile* dan *Web* diperoleh beberapa saran yaitu sebagai berikut.

1. Pada format perpustakaan digital dapat diperluas kebeberapa format digital lainnya seperti .pdf dan .mobi dengan ukuran maksimal 1 (satu) file untuk enkripsi AES 128-bit lebih besar dari 3 MB (Megabyte).
2. Perlu dilakukan penggabungan metode kriptografi algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) dan *watermarking* pada teknik enkripsi *Digital Rights Management* (DRM) sehingga dapat meningkatkan keamanan data dalam buku digital.

DAFTAR PUSTAKA

A. Rohim, 2010, Penerapan sistem klasifikasi *national technical information services (NTIS) di badan pengkajian dan penerapan teknologi (BPPT).* [Online] Tersedia pada: http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/4639/1/ABD%20ROHIM-FAH.pdf [Diakses 04 Januari 2019]

B. M. Kim & Q. Li, 2006, *A new approach for combining content-based and collaborative filters". Journal of Intelligent Information Systems.* [Online] Tersedia pada : https://link.springer.com/article/10.1007/s10844-006-8771-2 [Diakses 28 September 2018]

Brian Gladman, 2003, *A Specification for Rijndael, The AES Algorithm*.

Benawi & Imran 2012, Mengenal lebih dekat perpustakaan perguruan tinggi. [Online] Tersedia pada: http://repository.uinsu.ac.id/690/ [Diakses 19 September 2018]

Callister, Paul D., 2003, *Digital Content Licensing. Encyclopedia of Library and Information Science. USA: Marcel Dekker, Inc.* [Online] Tersedia pada: https://www.taylorfrancis.com/books/9781420068030 [Diakses 01 Desember 2018]

Chun Zeng, Xiaohui Zheng, Chunxiao Xing, & Lizhu Zhou, 2002, *Personalized Services for Digital Library*. [Online] Tersedia pada: https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-36227-4_25 [Diakses 25 Oktober 2018]

Dony Ariyus, 2005, *Kriptografi*: Keamanan Data dan Komunikasi, Graha Ilmu.

E. Arsenova., 2008, *Technical aspects of Digital Rights Management.* [Online] Tersedia pada: http://www.hit.bme.hu/~jakab/edu/litr/DRM/old/Techn_Asp_of_DRM.pdf [Diakses 22 September 2018]

Gatot Subrata, 2009, Perpustakaan Digital. [Online] Tersedia pada: http://lib.mic.ac.id/perpus/Makalah/KM%20Perpustakaan-2.pdf [Diakses 19 September 2018]

Harter, S.P., 2001, *What is a Digital Library? Definitions, Content, and Issues.* [Online] Tersedia pada : http://php.indiana.edu/~harter/korea-paper.htm [Diakses 19 Desember 2018]

Hozumi, Tamotsu., 2006, *Asian Copyright Handbook*: Buku Panduan Hak Cipta Asia. Jakarta: Ikatan Penerbit Indonesia.

J. L. Herlocker, J.A. Konstan, L. G. Terveen & J. T. Riedl, 2005, *Evaluating Collaborative Filtering Recommender Systems*. [Online] Tersedia pada: https://dl.acm.org/citation.cfm?id=963772 [Diakses 10 September 2018]

Joko Santoso. 2015., Manajemen Pengembangan Koleksi Digital Perpustakaan. Makalah Seminar Perpustakaan "Perlindungan Hak Kekayaan Intelektual (HKI) dalam Pengembangan Koleksi Digital Perpustakaan". Cinere-Depok: Badan Pengembangan SDM Hukum dan HAM KemenKumham RI.

L. Teran & Andreas Meier, 2010, *A Fuzzy Recommender system for eElections.* [Online] Tersedia pada: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-15172-9_6 [Diakses 25 September 2018]

M. Balabanovic & Y. Sholam, 1997, "*Combining content-based and collaborative recommendation*. [Online] Tersedia pada: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.52.8577&rep=rep1&type=pdf
[Diakses 11 September 2018]

Mahmudin, 2006, Pengantar Ilmu Perpustakaan. [Online] Tersedia pada: http://www.ipi.or.id/unpas/materio-07-06-unpas-rev.doc
[Diakses 07 November 2018]

Michael Buckland, 1998, *What is a "digital document"?*. [Online] Tersedia pada: http://www.marilia.unesp.br/Home/Instituicao/Docentes/EdbertoFerneda/what-is-a-digital-document.pdf
[Diakses 23 September 2018]

Mohd Ehmer Khan, 2011, *Different Approach to Blackbox Testing Technique for Finding Error, International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA), Vol.2.* [Online] Tersedia pada: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.643.5654&rep=rep1&type=pdf
[Diakses 01 November 2018]

NISO., 2007, *A Framework of Guidance for Building Good Digital Collections: a NISO Recommended Practice, Third Edition. United States of America: National Information Standards Organization (NISO).*

NIST. 2001, Advanced Encryption Standard, Federal Information Processing Standards Publication 197.

Perpusnas., 2011, *Istilah Perpustakaan "Digital Library".* [Online] Tersedia pada: http://www.perpusnas.go.id/IstilahPerpustakaanAdd.aspx?id=224
[Diakses 01 November 2018]

Renato Iannella, 2001, *Digital Rights Management (DRM) Architectures.* [Online] Tersedia pada: http://www.dlib.org/dlib/june01/iannella/06iannella.html
[Diakses 22 September 2018]

Sismanto, 2008, Manajemen Perpustakaan Digital. [Online] Tersedia pada: http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/42402/1/Fulltext.pdf
[Diakses 25 September 2018]

Subhash K. Shinde & Uday V. Kulkarni, 2011, *Hybrid Personalized Recommender System Using Modified Fuzzy C-Means Clustering Algorithm*. [Online] Tersedia pada: https://www.cscjournals.org/manuscript/Journals/IJAE/Volume1/Issue4/IJAE-28.pdf
[Diakses 10 September 2018]

Srinivas Nidhra, & Jagruthi Dondeti, 2012, *Blackbox and Whitebox Testing Techniques - A Literature Review, International Journal of Embedded Systems and Applications (IJESA) Vol.2, No.2.* [Online] Tersedia pada: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38077013/Black_Box_and_White_Box_Testing_Techniques_-_A_Literature_Review.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1547225556&Signature=5mpwchyUc3yfmkHhRQseXejlP40%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBLACK_BOX_AND_WHITE_BOX_TESTING_TECHNIQU.pdf
[Diakses 01 November 2018]

Stalling, Wiliams., 2003, *Komputer Security & Cryptography. New Jersey: A Jhon Wiley&Sons, Inc.* [Online]
Tersedia pada:
http://www.cs.miami.edu/home/burt/learning/Csc688.012/rijndael/rijndael_doc_V2.pdf
[Diakses 04 September 2018]

Vincent, Rijmen & Joan Daemen, 2003, *AES Proposal: Rijndael*, Federal Information Processing Standards Publication.

W. Nashihuddin & DR Aulianto, 2015, Pengelolaan Lisensi Untuk Legalitas Layanan Informasi Full Text Perpustakaan Digital.
[Online] Tersedia pada:
https://www.researchgate.net/profile/Wahid_Nashihuddin/publication/316641639_PENGELOLAAN_LISENSI_UNTUK_LEGALITAS_LAYANAN_INFORMASI_FULL_TEXT_PERPUSTAKAAN_DIGITAL/links/59092aec0f7e9b1d0814713e/PENGELOLAAN-LISENSI-UNTUK-LEGALITAS-LAYANAN-INFORMASI-FULL-TEXT-PERPUSTAKAAN-DIGITAL.pdf
[Diakses 23 November 2018]

Wahana Komputer, 2003, Memahami Model Enkripsi & *Security* Data, ANDI OFFSET, Yogyakarta.

Lampiran 1: LISTING PROGRAM

Source Code Web

View_login.php

```
<div class="content">
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-md-4 col-sm-6 col-
md-offset-4 col-sm-offset-3">
<form method="post" action="<?php
echo
base_url().'controller_auth/login'
?>">
<div class="card card-login card-
hidden">
<div class="card-header text-
center" data-background-
color="rose">
<h4 class="card-title">Login</h4>
<div class="social-line">
<a href="#btn" class="btn btn-
just-icon btn-simple">
<i class="fa fa-facebook-
square"></i>
</a>
<a href="#pablo" class="btn btn-
just-icon btn-simple">
<i class="fa fa-twitter"></i>
</a>
<a href="#eugen" class="btn btn-
just-icon btn-simple">
<i class="fa fa-google-plus"></i>
</a>
</div>
</div>
<p class="category text-center">
<?php  echo $this->session-
>flashdata('msg');
?>
<br>
<div class="text-center">
Or Be Classical
</div>
</p>
<div class="card-content">
<div class="input-group">
<span class="input-group-addon">
<i class="material-icons">face</i>
</span>
<div class="form-group label-
floating">
<label class="control-label">Nama
Pengguna</label>
<input type="text"
id="nama_pengguna"
name="nama_pengguna" class="form-
control">
<span
class="text-danger"><?php echo
form_error('nama_pengguna');
?></span>
</div>
</div>
<div class="input-group">
<span class="input-group-addon">
<i class="material-
icons">lock_outline</i>
</span>
<div class="form-group label-
floating">
<label class="control-label">Kata
Sandi</label>
<input type="password"
id="kata_sandi" name="kata_sandi"
class="form-control">
<span
class="text-danger"><?php echo
form_error('kata_sandi');
?></span>
</div>
</div>
</div>
<div class="footer text-center">
<button type="submit" class="btn
btn-rose btn-simple btn-wd btn-
lg">Let's go</button>
</div>
</div>
</form>
</div>
</div>
</div>
</div>
```

Controller_auth.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');
class Controller_auth extends
CI_Controller
{
public function __construct()
{
parent::__construct();
// untuk load database
```

```
// $this->load->database();
// load model
$this->load->model('model_auth');
$this->load-
>model('model_landing');
$this->load->model('model_buku');
}
public function index()
{
redirect('controller_auth/login');
}
public function login()
{
if ($this->model_auth-
>logged_id()) {
redirect('Controller_landing/index
');
} else {
$this->form_validation-
>set_rules('nama_pengguna', 'Nama
Pengguna',
'trim|required|min_length[3]|max_l
ength[20]');
$this->form_validation-
>set_rules('kata_sandi', 'Kata
Sandi',
'trim|required|min_length[4]|max_l
ength[20]');
if ($this->form_validation->run()
== true) {
$nama_pengguna = htmlspecialchars(
$this->input-
>post('nama_pengguna', true),
ENT_QUOTES
);
$kata_sandi = htmlspecialchars(
$this->input->post('kata_sandi',
true),
ENT_QUOTES
);
$cek_admin = $this->model_auth-
>adminMdl($nama_pengguna,
$kata_sandi);
if ($cek_admin->num_rows() > 0) {
$data = $cek_admin->row_array();
if ($data['a_level'] == '1') {
$admin_data = array(
'akses' => '1',
'ses_id' => $data['a_id'],
'ses_nama' =>
$data['a_namapengguna'],
'ses_foto' =>
$data['a_fotoprofil'],
'masuk' => true,
);
$this->session-
>set_userdata($admin_data);
redirect('controller_auth');
} else {
$demo_data = array(
'akses' => '0',
'ses_id' => $data['a_id'],
'ses_nama' =>
$data['a_namapengguna'],
'masuk' => true,
);
$this->session-
>set_userdata($demo_data);
redirect('controller_auth');
}
} else {
$cek_pengguna = $this->model_auth-
>penggunaMdl($nama_pengguna,
$kata_sandi);
if ($cek_pengguna->num_rows() > 0)
{
$data = $cek_pengguna-
>row_array();
$pengguna_data = array(
'akses' => '3',
'ses_id' => $data['p_id'],
'ses_nama' =>
$data['p_namapengguna'],
'ses_foto' =>
$data['p_fotoprofil'],
'masuk' => true,
);
$this->session-
>set_userdata($pengguna_data);
redirect('controller_auth');
} else { // jika username dan
password tidak ditemukan atau
salah

echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-danger text-
center" role="alert">Username Atau
Password Salah!!</div>');
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
}
}
} else {
// untuk direct ke halaman login
langsung
$data['view'] =
'admin/auth/view_login';
$this->load-
>view('layouts/layout_auth/templat
e_login', $data);
}
}
}
public function registration()
{
$this->form_validation-
>set_rules('nama', 'Nama Lengkap',
'trim|required|min_length[3]|max_l
ength[20]');
$this->form_validation-
>set_rules('nama_pengguna', 'Nama
```

```
Pengguna',
'trim|required|min_length[3]|max_l
ength[20]');
$this->form_validation-
>set_rules('email', 'Email',
'required|valid_email|is_unique[tb
l_pengguna.p_email]');
$this->form_validation-
>set_rules('kata_sandi', 'Kata
sandi',
'required|min_length[6]|max_length
[20]');
$this->form_validation-
>set_rules('konfirmasi_kata_sandi'
, 'Konfirmasi kata sandi',
'required|matches[kata_sandi]');
if ($this->form_validation->run()
== false) {
$data['view'] =
'admin/auth/view_register';
$this->load-
>view('layouts/layout_auth/templat
e_register', $data);
} else {
$nama = $this->input-
>post('nama');
$nama_pengguna = $this->input-
>post('nama_pengguna');
$email = $this->input-
>post('email');
$kata_sandi = $this->input-
>post('kata_sandi');
$passhash = hash('md5',
$kata_sandi);
$saltid = md5($email);
$status = 0;
$data = array(
'p_nama' => $nama,
'p_namapengguna' =>
$nama_pengguna,
'p_email' => $email,
'p_katasandi' => $passhash,
'p_status' => $status,
);
if ($this->model_auth-
>insertuser($data)) {
if ($this->sendemail($email,
$saltid)) {
// successfully sent mail to user
email
echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-success text-
center" role="alert">Silahkan
konfirmasi pendaftaran anda di
email untuk melengkapi
pendaftaran!!</div>');
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
} else {
echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-danger text-
center" role="alert">Silahkan Coba
Lagi!!</div>');
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
}
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
} else {
$this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-danger text-
center">Something Wrong. Please
try again ...</div>');
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
}
}
}
public function sendemail($email,
$saltid)
{
// configure the email setting
$config['protocol'] = 'smtp';
$config['smtp_host'] =
'smtp.mailtrap.io'; //smtp host
name
$config['smtp_port'] = 2525;
//smtp port number
$config['smtp_user'] =
'2e2a4c9602d592';
$config['smtp_pass'] =
'd8938f3f8d9a38'; //$from_email
password
$config['crlf'] = "\r\n";
$config['newline'] = "\r\n";
$config['mailtype'] = 'html';
$config['charset'] = 'iso-8859-1';
$config['wordwrap'] = true;
$this->email->initialize($config);
$url = base_url() .
"controller_auth/confirmation/" .
$saltid;
$this->email-
>from('TAperpus@gmail.com',
'CodesQuery');
$this->email->to($email);
$this->email->subject('Please
Verify Your Email Address');
$message =
"<html><head><head></head><body><p
>Hallo,</p><p>Terimakasih telah
mendaftar pada sistem
EPERPUS.</p><p>Silahkan menuju
link dibawah ini untuk melengkapi
pendaftaran anda.</p>" . $url .
"<br/><p>Sincerely,</p><p>EPERPUS
| SIO | ALBERT |
HERU</p></body></html>";
```

```
$this->email->message($message);
return $this->email->send();
}
public function confirmation($key)
{
if ($this->model_auth-
>verifyemail($key)) {
echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-success text-
center" role="alert">Alamat email
mu telah berhasil di konfirmasi,
terima kasih!!</div>');
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
} else {
echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-success"
role="alert">Verifikasi email
salah, silahkan ulangi
kembali!!</div>');
redirect('controller_auth/login/',
'refresh');
}}
// fungsi logout
public function logout()
{
$this->session->sess_destroy();
$url = base_url('');
redirect($url);
}}
```

Model_auth.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');
class model_auth extends CI_Model
{
// fungsi cek session
function logged_id()
{
return $this->session-
>userdata('masuk');
}
// untuk tambah pengguna di
database
public function insertuser($data)
{
return $this->db-
>insert('tbl_pengguna', $data);
}
// untuk verifikasi email
public function verifyemail($key)
{
$data = array('p_status' => 1);
$this->db->where('md5(p_email)',
$key);
return $this->db-
>update('tbl_pengguna', $data);
}
//cek username dan password admin
function adminMdl($nama_pengguna,
$kata_sandi)
{
$query = $this->db->query("SELECT
* FROM tbl_admin WHERE
a_namapengguna='$nama_pengguna'
AND a_katasandi=MD5('$kata_sandi')
LIMIT 1" );
return $query;
}
//cek username dan password member
function
penggunaMdl($nama_pengguna,$kata_s
andi){
$query=$this->db->query("SELECT *
FROM tbl_pengguna WHERE
p_namapengguna='$nama_pengguna'
AND p_katasandi=MD5('$kata_sandi')
LIMIT 1");
return $query;
}}
```

Bagian Homepage/Beranda
View_homepage.php

```
<!-- Banner Area Starts -->
<section class="banner-area">
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-lg-6 col-md-6 col-
xl-6">
<div class="banner-bg"></div>
</div>
<div class="col-lg-6 col-md-3 col-
xl-6 align-self-center">
<div class="banner-text">
<h1>Perpustakaan Digital
<span>EPERPUS</span> dengan DRM
dan MFCMHPRS</h1>
<p class="py-3">Temukan dan baca
buku digital yang direkomendasi
untuk Mu! dengan pengalaman
membaca
diperangkat atau browser anda.</p>
<a href="#kategori"
class="secondary-btn">Telusuri
sekarang<span class="flaticon-
next"></span></a>
</div>
</div>
</div>
</div>
</section>
<!-- Banner Area End -->
<!-- Search Area Starts -->
<div class="search-area">
<div class="search-bg">
<div class="container">
```

```
<div class="row">
<div class="col-lg-12 col-md-12
col-sm-12 col-xs-12">
<form action="#" class="d-md-flex
justify-content-between">
<a class="template-btn">Cari</a>
<select id="search_option"><option
value="">Klasifikasi</option>
<?php foreach ($optklasifikasi as
$row): ?>
<option value="<?php echo $row-
>b_klasifikasi ?>"><?php echo
$row->b_klasifikasi ?></option>
<?php endforeach; ?>
</select>
<span class="align-self-center"
style="color:white">or</span>
<select id="search_option2">
<option value="">Penulis
Buku</option>
<?php foreach ($optpenulis as
$row): ?>
<option value="<?php echo $row-
>b_pengarang ?>"><?php echo $row-
>b_pengarang ?></option>
<?php endforeach; ?>
</select>
<span class="align-self-center"
style="color:white">or</span>
<input type="text"
placeholder="Ketik kata pencarian
disini" id="search_text"
onfocus="this.placeholder = ''"
onblur="this.placeholder = 'Ketik
kata pencarian disini'"
required></form></div></div>
<!-- Hasil Pencarian Buku -->
<div class="row">
<div class="col-lg-12 col-md-12
col-xl-12">
<div id="result"></div></div>
<div class="more-job-btn mt-5
text-center">
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/semua
buku') ?>" class="template-
btn">Lihat Semua Buku</a>
</div></div></div></div>
<!-- Search Area End -->
<!-- Feature Area Starts -->
<section class="feature-area
section-padding2">
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-lg-4 col-md-4 col-
sm-3 col-xs-1">
<div class="single-feature mb-4
mb-lg-0">
<h4>DRM System</h4>
<p class="py-3">Dengan DRM
(Digital Right Manager) buku
digital dapat mengatasi
pelanggaran terhadap
hak cipta buku</p>
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/tenta
ng') ?>" class="secondary-
btn">Cari tahu
tentang DRM<span class="flaticon-
next"></span></a></div></div>
<div class="col-lg-4 col-md-4 col-
sm-3 col-xs-1">
<div class="single-feature mb-4
mb-lg-0">
<h4>MFCMHPRS</h4>
<p class="py-3">Merupakan
Algoritma untuk rekomendasi buku.
Dengan fitur ini anda akan
mendapat
rekomendasi buku sesuai!</p>
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/tenta
ng') ?>" class="secondary-
btn">Cari tahu
tentang MFCMHPRS<span
class="flaticon-next"></span></a>
</div></div>
<div class="col-lg-4 col-md-4 col-
sm-3 col-xs-1">
<div class="single-feature">
<h4>AES</h4>
<p class="py-3">Dengan AES - 128
buku digital akan dienkripsi dan
didekripsi terlebih dahulu sebelum
dibaca.</p>
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/tenta
ng') ?>" class="secondary-
btn">Cari tahu
tentang AES<span class="flaticon-
next"></span></a></div></div></div
>
</div></section>
<!-- Feature Area End -->
<!-- Bagian Rekomendasi -->
<!--packages start-->
<section id="pack"
class="packages">
<div class="container">
<div class="gallary-header text-
center">
<h2>Buku Rekomendasi</h2><p>
Rekomendasi buku dengan algoritma
MFCM</p></div>
<!--/.gallery-header-->
<div class="packages-content">
<div class="row">
<?php
$lim=0;
foreach($mfcm as $row) {
$lim++;
if($lim<=8){
```

```
?>
<div class="col-lg-3 col-md-3 col-
sm-3 col-xs-3">
<div class="single-package-item">
<img src="<?php echo
base_url('assets/img/buku/'.$row['
b_sampul']);?>" alt="package-
place">
<div class="single-package-item-
txt">
<h5><small><b><?php echo
$row['b_judul'];?></b></small></h5
>
<div class="packages-para"><p>
<span>
<i class="fa fa-address-card-
o"></i> <?php echo
$row['b_pengarang'];?>
</span></p><p><span>
<i class="fa fa-bars"></i> <?php
echo $row['b_klasifikasi'];?>
</span></p></div>
<!--/.packages-para-->
<div class="packages-review">
<p><?php
$rate = $row['b_rating'];
$nilai = substr($rate,0,3);
echo "Rating : ";
for ($i=0; $i < 5; $i++){
if($i<$nilai)
echo "<i class='fa fa-star' aria-
hidden='true'></i>
";
else echo "<i class='fa fa-star-o'
aria-hidden='true'></i>";
} ?>
</p>
</div>
<!--/.packages-review-->
<a href="<?php echo
site_url('controller_landing/detai
lBuku/'.$row['b_idbuku']) ?>"
style="color:black;">

<div class="col-md-12">
<div class="about-btn">
<button class="about-view
packages-btn">
Detail Buku
</button>
</div>
</div>
</a>
<!--/.about-btn-->
</div>
<!--/.single-package-item-txt-->
</div>
<!--/.single-package-item-->
</div>
<?php }} ?>
<!--/.col-->
</div>
<!-- <div class="more-job-btn mt-5
text-center">
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/semua
Rekomendasi') ?>" class="template-
btn">Lihat Semua Rekomendasi</a>
</div> -->

<!--/.row-->
</div>
<!--/.packages-content-->
</div>
<!--/.container-->

</section>
<!--/.packages-->
<!--packages end-->

<!-- Category Area Starts -->
<section class="category-area
section-padding">
<a name="kategori"></a>
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-lg-12 col-md-12
col-xl-12">
<div class="section-top text-
center">
<h2>Klasifikasi Buku</h2>
<p>Temukan Klasifikasi Buku
Pilihan mu!</p>
</div>
</div>
</div>
<div class="row">
<div class="col-lg-3 col-md-3 col-
xl-3">
<div class="single-category text-
center mb-4">
<img src="<?php echo base_url();
?>assets/landing/images/cat1.png"
alt="category">
<h4><?php echo
$rekayasa['b_klasifikasi'];
?></h4>
</div></div>
<div class="col-lg-3 col-md-3 col-
xl-3">
<div class="single-category text-
center mb-4">
<img src="<?php echo base_url();
?>assets/landing/images/cat2.png"
alt="category">
<h4><?php echo
$ilmukomputer['b_klasifikasi'];
?></h4></div></div>
<div class="col-lg-3 col-md-3 col-
xl-3">
<div class="single-category text-
center mb-4">
```

```
<img src="<?php echo base_url();
?>assets/landing/images/cat3.png"
alt="category">
<h4><?php echo
$internet['b_klasifikasi'];
?></h4>
</div></div>
<div class="col-lg-3 col-md-3 col-
xl-3">
<div class="single-category text-
center mb-4">
<img src="<?php echo base_url();
?>assets/landing/images/cat4.png"
alt="category">
<h4><?php echo
$office['b_klasifikasi']; ?></h4>
</div></div>
<div class="col-lg-12 col-md-12
col-xl-12">
<div class="more-job-btn mt-5
text-center">
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/semua
kategori') ?>" class="template-
btn">Lihat
Semua Klasifikasi</a>
</div></div></div></div></section>
<!-- Category Area End -->
<!-- News Area Starts -->
<section id="blog" class="news-
area section-padding3">
<div class="container">
<div class="row">
<div class="col-lg-12 col-md-12
col-xl-12">
<div class="section-top text-
center">
<h2>Buku yang Baru ditambah</h2>
<p>Temukan buku digital yang baru
ditambahkan </p>
</div>
</div>
</div>
<div class="row">
<?php
$cekcount = 0;
foreach($terbaru->result() as
$row) {
$cekcount++;
if($cekcount > 2){
break;
}
?>
<div class="kartu-columns">
<?php
$cekcount = 0;
foreach($terbaru->result() as
$row) {
$kalimat = "$row->b_deskripsi";
$jumlahkarakter=90;
$cetak = substr($kalimat, 0,
$jumlahkarakter);
$cekcount++;

if($cekcount > 10){
break;
}
?>
<a href="<?php echo
site_url('controller_landing/detai
lBuku/'.$row->b_idbuku) ?>"
style="color:black;">
<div class="card">
<img src="<?php echo
base_url('assets/img/buku/'.$row-
>b_sampul);?>" class="card-img-
top"
alt="cover">
<div class="card-body">
<p class="card-
title"><strong><?php echo $row-
>b_judul;?></strong></p>
<p class="card-text"><small><?php
echo $cetak;?>...</small></p>
</div>
<ul class="list-group list-group-
flush text-center">
<?php
$nilai = "$row->b_rating";

echo "<span> <small>Rating
:</small> ";
for ($i=0; $i < 5; $i++){
if($i<$nilai)
echo "<i class='fa fa-star' aria-
hidden='true'></i>
";
else echo "<i class='fa fa-star-o'
aria-hidden='true'></i>";
} echo "</span>"; ?>
</ul>
<div class="card-footer">
<a href="<?php echo
site_url('controller_landing/detai
lBuku/'.$row->b_idbuku) ?>"
class="btn btn-primary btn-lg btn-
block btn-sm">Rincian Buku
</a></div></div></a><br><br>
<?php } ?>
</div>
<?php } ?>
</div>
<div class="more-job-btn mt-5
text-center">
<a href="<?php echo
base_url('controller_landing/semua
buku') ?>" class="template-
btn">Lebih banyak buku</a>
</div></div></div></section>
<!-- News Area End -->
<!-- Download Area Starts -->
```

```
<section class="download-area
section-padding">
<div class="container-fluid">
<div class="row">
<div class="col-lg-6 col-md-6 col-
xl-6">
<div class="download-text">
<h2>Unduh Aplikasi EPERPUS
diperangkat Mobile mu
Sekarang!</h2>
<p class="py-3">Baca Buku Digital
diperangkat mobile lebih mudah dan
nyaman dengan edocument
reader ! Baca Sekarang</p>
<div class="download-button d-sm-
flex flex-row justify-content-
start">
<div class="download-btn mb-3 mb-
sm-0 flex-row d-flex">
<i class="fa fa-apple" aria-
hidden="true"></i>
<a href="#"><p>
<span>Tersedia </span> <br>
di App Store</p></a></div>
<div class="download-btn dark
flex-row d-flex">
<i class="fa fa-android" aria-
hidden="true"></i>
<a href="#"><p>
<span>Tersedia </span> <br>
di Play Store</p></a>
</div></div></div></div>
<div class="col-lg-6 col-md-6 col-
xl-6 pr-0">
<div class="download-img"></div>
</div></div></div></section>
<!-- Download Area End -->
```

Controller_landing.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');
class controller_landing extends
CI_Controller{
public function __construct(){
parent::__construct();
// load model
$this->load->model('model_auth');
$this->load-
>model('model_landing');
$this->load->model('model_buku');
}
public function index(){
// untuk direct ke halaman
Homepage langsung
$data['terbaru'] = $this-
>model_landing->bukuTerbaru();
$data['rekayasa'] = $this-
>model_landing-
>cekKategorirekayasa()-
>row_array();
$data['ilmukomputer'] = $this-
>model_landing-
>cekKategoriilmukom()-
>row_array();
$data['internet'] = $this-
>model_landing-
>cekKategoriinternet()-
>row_array();
$data['office'] = $this-
>model_landing-
>cekKategorioffice()->row_array();
// untuk direct ke halaman
HomePage
$data['terbaru'] = $this-
>model_landing->bukuTerbaru();
$data['optpenulis'] = $this-
>model_landing->getPengarang()-
>result();
$data['optklasifikasi'] = $this-
>model_landing->getKlasifikasi()-
>result();
//Algoritma MFCM
if (!(isset($_SESSION['ses_id'])))
{
$data['mfcm'] = $this->model_buku-
>getMfcm(0);
} else {
$idUser = $_SESSION['ses_id'];
$mysqli = new mysqli("localhost",
"root", "", "db_perpus");
$query = $mysqli->query("SELECT *
FROM tbl_rating where r_iduser = "
. $idUser);
$jlh = mysqli_num_rows($query);
//echo "<script
type='text/javascript'>
alert('Jumlahnya : ".$jlh." |
".$idUser."')</script>";
if ($jlh == 0) {
$data['mfcm'] = $this->model_buku-
>getMfcm(0);
} else {
$data['mfcm'] = $this->model_buku-
>getMfcm($idUser);}}
$data['view'] =
'landing/view_homepage.php';
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage', $data);}
public function detailBuku(){
$idbuku = $this->uri->segment(3);
$data['edit'] = $this-
>model_landing->cekBuku($idbuku)-
>row_array();
$data['view'] =
('landing/view_detailbuku.php');
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage.php', $data);}
// Tampilkan buku berdasarkan
klasifikasi
```

```
public function bukuKlasifikasi(){
//ini default hasil
// $data['klasifikasi'] = $this-
>model_landing-
>cekKlasifikasi($klasifikasi)-
>row_array();
// Tampilkan semua buku pada
homepage dengan pagination
$config = array();
$config["base_url"] = base_url() .
"controller_landing/bukuklasifikas
i";
$klasifikasi = $this->uri-
>segment(3);
//Konversi nama buku remove
$klasifikasi2 = "";
for ($i = 0; $i <
strlen($klasifikasi); $i++) {
if ($klasifikasi[$i] != "%" ||
$klasifikasi[$i] != '%') {
$klasifikasi2 .= $klasifikasi[$i];
} else { $i += 2;
$klasifikasi2 .= ' ';}}
$klasifikasi = $klasifikasi2;
$config["total_rows"] = $this-
>model_landing-
>hitungBukuKlasifikasi($klasifikas
i);
$config["per_page"] = 10;
$config["uri_segment"] = 3;
//ubah paginatio dengan bootsrap
$config['first_link'] = 'First';
$config['last_link'] = 'Last';
$config['next_link'] = 'Next';
$config['prev_link'] = 'Prev';
$config['full_tag_open'] = '<div
class="pagging text-
center"><nav><ul class="pagination
justify-content-center">';
$config['full_tag_close'] =
'</ul></nav></div>';
$config['num_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['num_tag_close'] =
'</span></li>';
$config['cur_tag_open'] = '<li
class="page-item active"><span
class="page-link">';
$config['cur_tag_close'] = '<span
class="sr-only">(current)</span>
</span></li>';
$config['next_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['next_tagl_close'] =
'<span aria-
hidden="true">&raquo;</span></span
></li>';
$config['prev_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['prev_tagl_close'] =
'</span>Next</li>';
$config['first_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['first_tagl_close'] =
'</span></li>';
$config['last_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['last_tagl_close'] =
'</span></li>';
$this->pagination-
>initialize($config);
$page = ($this->uri->segment(3)) ?
$this->uri->segment(3) : 0;
$data["results"] = $this-
>model_landing->
tampilBukuKlasifikasi($config["per
_page"], $page, $klasifikasi);
$data["links"] = $this-
>pagination->create_links();
$data['view'] =
('landing/view_bukuklasifikasi.php
');
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage.php', $data);}
// Cari buku dengan ajax di
landing page
public function cariBuku(){
//Pencarian buku dengan ajax
$output = '';
$query = '';
$this->load-
>model('model_landing');
if ($this->input->post('query')) {
$query = $this->input-
>post('query');}
$data = $this->model_landing-
>telusuri($query);
if ($data->num_rows() > 0) {
$cekcount = 0;
foreach ($data->result() as $row)
{
$cekcount++;
if ($cekcount > 4) {
break;}
$output .= '
<div class="tab-content"
id="myTabContent">
<div class="tab-pane fade show
active" id="recent"
role="tabpanel" aria-
labelledby="home-tab">
<div class="single-job mb-4 d-lg-
flex justify-content-between">
<div class="job-text">
```

```
<h4>' . $row->b_judul . '</h4>
<ul class="mt-4">
<li class="mb-3">
<h5><i class="fa fa-map-
marker"></i>' . $row->b_isbn .
'</h5></li><li class="mb-3">
<h5><i class="fa fa-pie-
chart"></i>' . $row->b_pengarang .
'</h5></li><li>
<h5><i class="fa fa-clock-o"></i>'
. $row->b_penerbit . '</h5>
</li><li>
<h5><i class="fa fa-clock-o"></i>'
. $row->b_tahunterbit . '</h5>
</li><li>
<h5><i class="fa fa-clock-o"></i>'
. $row->b_bahasa . '</h5>
</li></ul></div>
<div class="job-btn col-md-2 col-
xs-2 col-sm-2 align-self-center">
<img src="' .
base_url('assets/img/buku/' .
$row->b_sampul) . '" style="width:
100%;height: 150px;background-
repeat: no-repeat;background-
position: center;background-size:
cover" alt="job">
<a href="' .
site_url('controller_landing/detai
lBuku/' . $row->b_idbuku) . '"
class="third-btn job-
btn1">Detail</a>
</div></div></div></div>';}
} else {$output .= '
<div class="tab-content"
id="myTabContent">
<div class="tab-pane fade show
active" id="recent"
role="tabpanel" aria-
labelledby="home-tab">
<div class="single-job mb-4 d-lg-
flex justify-content-between">
<div class="text-center">
<h4> Buku Tidak Ditemukan,
Silahkan periksa kata pencarian
anda! </h4>
</div></div></div></div>';}
echo $output;}
public function semuabuku(){
// Tampilkan semua buku pada
homepage dengan pagination
$config = array();
$config["base_url"] = base_url() .
"controller_landing/semuabuku";
$config["total_rows"] = $this-
>model_landing->hitungBuku();
$config["per_page"] = 15;
$config["uri_segment"] = 3;
//ubah paginatio dengan bootsrap
$config['first_link'] = 'First';
$config['last_link'] = 'Last';
$config['next_link'] = 'Next';
$config['prev_link'] = 'Prev';
$config['full_tag_open'] = '<div
class="pagging text-
center"><nav><ul class="pagination
justify-content-center">';
$config['full_tag_close'] =
'</ul></nav></div>';
$config['num_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['num_tag_close'] =
'</span></li>';
$config['cur_tag_open'] = '<li
class="page-item active"><span
class="page-link">';
$config['cur_tag_close'] = '<span
class="sr-
only">(current)</span></span></li>
';
$config['next_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['next_tagl_close'] =
'<span aria-
hidden="true">&raquo;</span></span
></li>';
$config['prev_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['prev_tagl_close'] =
'</span>Next</li>';
$config['first_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['first_tagl_close'] =
'</span></li>';
$config['last_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['last_tagl_close'] =
'</span></li>';
$this->pagination-
>initialize($config);
$page = ($this->uri->segment(3)) ?
$this->uri->segment(3) : 0;
$data["results"] = $this-
>model_landing->
tampilBuku($config["per_page"],
$page);
$data["links"] = $this-
>pagination->create_links();
$data['view'] =
'landing/view_semuabuku';
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage', $data);}
public function
semuaRekomendasi(){
// Tampilkan semua buku pada
homepage dengan pagination
```

```
$config = array();
$config["base_url"] = base_url() .
"controller_landing/semuabuku";
$config["total_rows"] = 12;
//$this->model_landing-
>hitungBuku();
$config["per_page"] = 8;
$config["uri_segment"] = 3;
//ubah paginatio dengan bootsrap
$config['first_link'] = 'First';
$config['last_link'] = 'Last';
$config['next_link'] = 'Next';
$config['prev_link'] = 'Prev';
$config['full_tag_open'] = '<div
class="pagging text-
center"><nav><ul class="pagination
justify-content-center">';
$config['full_tag_close'] =
'</ul></nav></div>';
$config['num_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['num_tag_close'] =
'</span></li>';
$config['cur_tag_open'] = '<li
class="page-item active"><span
class="page-link">';
$config['cur_tag_close'] = '<span
class="sr-
only">(current)</span></span></li>
';
$config['next_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['next_tagl_close'] =
'<span aria-
hidden="true">&raquo;</span></span
></li>';
$config['prev_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['prev_tagl_close'] =
'</span>Next</li>';
$config['first_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['first_tagl_close'] =
'</span></li>';
$config['last_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['last_tagl_close'] =
'</span></li>';
$this->pagination-
>initialize($config);
$page = ($this->uri->segment(3)) ?
$this->uri->segment(3) : 0;
$idUser = $_SESSION['ses_id'];
if (strlen($idUser) < 1) {
$data['mfcm'] = $this->model_buku-
>getMfcm(0);
} else {
$mysqli = new mysqli("localhost",
"root", "", "db_perpus");
$query = $mysqli->query("SELECT *
FROM tbl_rating where r_iduser = "
. $idUser);
$jlh = mysqli_num_rows($query);
//echo "<script
type='text/javascript'>
alert('Jumlahnya : ".$jlh." |
".$idUser."')</script>";
if ($jlh == 0) {
$data['mfcm'] = $this->model_buku-
>getMfcm(0);
} else {
$data['mfcm'] = $this->model_buku-
>getMfcm($idUser);}}
$data["links"] = $this-
>pagination->create_links();
$data['view'] =
'landing/view_semuaRekomendasi';
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage', $data);}
public function semuakategori(){
// Tampilkan semua buku pada
homepage dengan pagination
$config = array();
$config["base_url"] = base_url() .
"controller_landing/semuakategori"
;
$config["total_rows"] = $this-
>model_landing->hitungKategori();
$config["per_page"] = 12;
$config["uri_segment"] = 3;
//ubah paginatio dengan bootsrap
$config['first_link'] = 'First';
$config['last_link'] = 'Last';
$config['next_link'] = 'Next';
$config['prev_link'] = 'Prev';
$config['full_tag_open'] = '<div
class="pagging text-
center"><nav><ul class="pagination
justify-content-center">';
$config['full_tag_close'] =
'</ul></nav></div>';
$config['num_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['num_tag_close'] =
'</span></li>';
$config['cur_tag_open'] = '<li
class="page-item active"><span
class="page-link">';
$config['cur_tag_close'] = '<span
class="sr-
only">(current)</span></span></li>
';
$config['next_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
```

```
$config['next_tagl_close'] =
'<span aria-
hidden="true">&raquo;</span></span
></li>';
$config['prev_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['prev_tagl_close'] =
'</span>Next</li>';
$config['first_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['first_tagl_close'] =
'</span></li>';
$config['last_tag_open'] = '<li
class="page-item"><span
class="page-link">';
$config['last_tagl_close'] =
'</span></li>';
$this->pagination-
>initialize($config);
$page = ($this->uri->segment(3)) ?
$this->uri->segment(3) : 0;
$data["results"] = $this-
>model_landing->
tampilKlasifikasi($config["per_pag
e"], $page);
$data["links"] = $this-
>pagination->create_links();
$data['view'] =
'landing/view_semuakategori';
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage', $data);}
public function tentang(){
$data['view'] =
('landing/view_tentang.php');
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage.php', $data);}
public function kontak(){
$data['view'] =
('landing/view_kontak.php');
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage.php', $data);}
public function pesan(){
$this->form_validation-
>set_rules('vnama', 'Nama',
'required');
$this->form_validation-
>set_rules('vemail', 'Nama',
'required');
$this->form_validation-
>set_rules('vjudul', 'Nama',
'required');
$this->form_validation-
>set_rules('vpesan', 'Nama',
'required');
if ($this->form_validation->run()
== FALSE) {
echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-danger"
role="alert">Terjadi kesalahan
input, silahkan cek masukkan anda
!</div>');
} else {
$nama = $this->input-
>post('vnama');
$email = $this->input-
>post('vemail');
$judul = $this->input-
>post('vjudul');
$pesan = $this->input-
>post('vpesan');
$data = array(
'pe_nama' => $nama,
'pe_email' => $email,
'pe_judul' => $judul,
'pe_isi' => $pesan);
$this->model_landing-
>insertPesan("tbl_pesan", $data);
echo $this->session-
>set_flashdata('msg', '<div
class="alert alert-success"
role="alert">Pesan Anda Berhasil
dikirim, terima kasih !</div>');
$data['view'] =
('landing/view_kontak.php');
$this->load-
>view('landing/layout/template_hom
epage.php', $data);}}}
```

Model_landing.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');
class model_landing extends
CI_Model{
public function bukuTerbaru(){
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_tanggalsimpa
n desc');
return $this->db->get('tbl_buku');
}
public function cekBuku($idbuku){
$this->db->where("b_idbuku",
$idbuku);
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function telusuri($query){
$this->db->select("*");
$this->db->from("tbl_buku");
if ($query != '') {
$this->db->like('b_judul',
$query);
$this->db->or_like('b_pengarang',
$query);
$this->db->or_like('b_penerbit',
$query);
```

```
$this->db-
>or_like('b_tahunterbit', $query);
$this->db->or_like('b_bahasa',
$query);
$this->db-
>or_like('b_klasifikasi',
$query);}
$this->db->order_by('b_idbuku',
'DESC');return $this->db->get();}
public function getKlasifikasi(){
$this->db-
>group_by('b_klasifikasi');
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_klasifikasi
asc');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function getPengarang(){
$this->db-
>group_by('b_pengarang');
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_pengarang
asc');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
// Tampilkan semua buku dengan
pagination
public function hitungBuku(){
return $this->db-
>count_all("tbl_buku");}
public function hitungKategori(){
$mysqli = new mysqli("localhost",
"root", "", "db_perpus");
$query2 = $mysqli->query("SELECT *
from tbl_buku");
$klasifikasi = array();
while($data = $query2-
>fetch_assoc()){
$tmp = $data['b_klasifikasi'];
$indeks =
array_search($tmp,$klasifikasi);
if($indeks===false){
array_push($klasifikasi, $tmp);}}
$count = sizeof($klasifikasi);
return $count;}
public function tampilBuku($limit,
$start){
$this->db->limit($limit, $start);
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_tanggalsimpa
n asc');
$query = $this->db-
>get("tbl_buku");
if ($query->num_rows() > 0) {
foreach ($query->result() as $row)
$data[] = $row;}
return $data;}
return false;}

//tampilkan semua kategori
public function
tampilKlasifikasi($limit, $start){
$this->db->limit($limit, $start);
$this->db-
>group_by('b_klasifikasi');
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_klasifikasi
asc');
$query = $this->db-
>get("tbl_buku");
if ($query->num_rows() > 0) {
foreach ($query->result() as
$row){
$data[] = $row;}
return $data;}
return false;}
// Tampilkan semua buku dengan
pagination
public function
hitungBukuklasifikasi($klasifikasi
){
$this->db-
>select('b_klasifikasi');
$this->db->where('b_klasifikasi',
$klasifikasi);
$q = $this->db->get('tbl_buku');
$count = $q->result();
return count($count);}
public function
tampilBukuklasifikasi($limit,
$start, $klasifikasi){
$this->db->limit($limit, $start);
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_judul asc');
$this->db->where("b_klasifikasi",
$klasifikasi);
$query = $this->db-
>get("tbl_buku");
if ($query->num_rows() > 0) {
foreach ($query->result() as
$row){
$data[] = $row;}
return $data;}
return false;}
public function
cekKategorirekayasa(){
$this->db->where("b_klasifikasi",
'rekayasa');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function
cekKategoriilmukom(){
$this->db-
>select('b_klasifikasi');
$this->db->like("b_klasifikasi",
'Ilmu Komputer');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function
cekKategoriinternet(){
```

```
$this->db-
>select('b_klasifikasi');
$this->db->like("b_klasifikasi",
'internet');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function
cekKategorioffice(){
$this->db-
>select('b_klasifikasi');
$this->db->like("b_klasifikasi",
'office');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function
insertPesan($tabel, $data){$insert
= $this->db->insert($tabel,
$data);
return $insert;}
public function pesan(){
$q = $this->db->query("SELECT *
FROM tbl_pesan WHERE pe_status= 0
ORDER BY pe_tanggal DESC");
return $q;}
public function hitungpesan(){
$q = $this->db->query("SELECT
COUNT(pe_id) AS jumlah FROM
tbl_pesan WHERE pe_status = 0");
return $q;}}
/* End of file model_landing.php
*/
```

Model_buku.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');
class model_buku extends CI_Model{
public function hitungbuku(){
$q = $this->db->query("select
count(b_idbuku) as jumlah from
tbl_buku");return $q;}
public function hitungmember(){
$q = $this->db->query("select
count(p_id) as jumlah from
tbl_pengguna");return $q;}
public function hitungtransaksi(){
$q = $this->db->query("select
count(t_idtransaksi) as jumlah
from tbl_transaksi");
return $q;}
public function
hitungtransaksiaktif(){
$q = $this->db->query("SELECT
COUNT(t_idtransaksi) as jumlah
FROM `tbl_transaksi` WHERE
t_status = 'Y'");return $q;}
function get_data(){
$q = $this->db->query("SELECT
tbl_buku.b_judul,
tbl_buku.b_tanggalsimpan,
tbl_buku.b_pengarang,
COUNT(tbl_buku.b_idbuku) AS jumlah
FROM `tbl_transaksi`
LEFT JOIN tbl_buku
ON tbl_transaksi.t_idbuku =
tbl_buku.b_idbuku
GROUP BY tbl_buku.b_idbuku
ORDER BY jumlah DESC");
return $q;}
public function cekBuku($idbuku){
$this->db->where("b_idbuku",
$idbuku);
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function insertBuku($tabel,
$data){
$insert = $this->db-
>insert($tabel, $data);return
$insert;}
public function getAll(){
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_idbuku
desc');
return $this->db-
>get('tbl_buku');}
public function bukupopuler(){
$q = $this->db->query("SELECT
tbl_buku.b_judul,
tbl_buku.b_tanggalsimpan,
tbl_buku.b_pengarang,
COUNT(tbl_buku.b_idbuku) AS jumlah
FROM `tbl_transaksi`
LEFT JOIN tbl_buku
ON tbl_transaksi.t_idbuku =
tbl_buku.b_idbuku
GROUP BY tbl_buku.b_idbuku
ORDER BY jumlah DESC");
return $q;}
public function
getGambar($idbuku){
$this->db->select('b_idbuku');
$this->db->from('tbl_buku');
$this->db->where('b_idbuku',
$idbuku);
return $this->db->get();}
public function
updateBuku($idbuku, $data){
$this->db->where('b_idbuku',
$idbuku);
$this->db->update('tbl_buku',
$data);}
public function
deleteBuku($idbuku){
$this->db->where('b_idbuku',
$idbuku);
$this->db->delete('tbl_buku');}
public function getjudul(){
$this->db-
>where('b_statusdokumen', '0');
$this->db-
>order_by('tbl_buku.b_judul asc');
```

```
return $this->db->get('tbl_buku');
}

public function getdok(){
$query = $this->db->query("SELECT
* FROM tbl_buku, tbl_dokumen WHERE
tbl_buku.b_idbuku =
tbl_dokumen.d_idbuku");
return $query;}
public function
bukuDokumen($idBuku){
$query = $this->db->query("SELECT
* FROM tbl_dokumen WHERE d_idbuku
= " . $idBuku);
return $query;}
public function hitungMfcm(){
return $this->db-
>count_all("tbl_buku");}
public function
getMfcm($valueMFCM){
$mysqli = new mysqli("localhost",
"root", "", "db_perpus");
$query2 = $mysqli->query("SELECT *
FROM tbl_rating ORDER BY r_iduser
ASC");
$_R = 0;
$temp = -1;
$ListMember = array();
$ListTotalR = array();
$ListBuku = array();
$ListRating = array();
$NilaiRatingBuku = array();
$jumlahRating = array();
$ListBukuRating = array();
$Centroid = array();
$MatriksRating;
$c = 0;
while ($data = $query2-
>fetch_assoc()) {
$idMember = $data['r_iduser'];
if ($idMember != $temp) {
array_push($ListMember,
$idMember);
if (sizeof($ListMember) > 1) {
array_push($ListTotalR, $_R);}
$temp = $idMember;
$_R = $data['r_rating'];
$ListBukuRating[$c] = array('buku'
=> array(), 'rating' => array());
$c++;
} else {
$_R = $_R + $data['r_rating'];}
$b =
rray_search($data['r_idbuku'],
$ListBuku);
if ($b === false) {
array_push($ListBuku,
$data['r_idbuku']);
array_push($NilaiRatingBuku, 0);
array_push($jumlahRating, 0);}
array_push($ListBukuRating[array_s
earch($data['r_iduser'],
$ListMember)]['buku'],
$data['r_idbuku']);
array_push($ListBukuRating[array_s
earch($data['r_iduser'],
$ListMember)]['rating'],
$data['r_rating']);
$tmpRating = array("user" =>
$data['r_iduser'], "buku" =>
$data['r_idbuku'], "rating" =>
$data['r_rating']);
array_push($ListRating,
$tmpRating);}
//end of init ListMember,
ListBuku, ListRating
array_push($ListTotalR, $_R);
//Inisialisasi Matriks
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListMember); $i++) {
for ($j = 0; $j <
sizeof($ListBuku); $j++) {
$temu =
array_search($ListBuku[$j],
$ListBukuRating[$i]['buku']);
if (!($temu === false)) {
$MatriksRating[$i][$j] =
$ListBukuRating[$i]['rating'][$tem
u];
} else {
$MatriksRating[$i][$j] = 0;}
$NilaiRatingBuku[$j] =
$NilaiRatingBuku[$j] +
$MatriksRating[$i][$j];
$jumlahRating[$j] =
$jumlahRating[$j] + 1;}}
//end of matriks fill
$Cluster = array();
$clusterLength = (int)
sqrt(sizeof($ListMember));
$clusterMaxItem = (int)
(sizeof($ListMember) /
$clusterLength);
$indeksPakai = array();
if (sizeof($ListMember) %
$clusterMaxItem > 0) {
$clusterLength++;}
//Clustering
for ($c = 0, $i = 0; $c <
sizeof($MatriksRating) && $i <
$clusterLength; $c++) {
if ($c == $clusterMaxItem * ($i +
1)) {$i++;}
if ($c % $clusterMaxItem == 0) {
$Cluster[$i] = array();}
$Cluster[$i][$c % $clusterMaxItem]
= $MatriksRating[$c];}
$ListD = array();
$msg = "";
for ($c = 0; $c <
sizeof($Cluster); $c++) {
```

```
$ClusterTmp = $Cluster[$c];
$ListD[$c] = array();
$msg = $msg . "Cluster-" . ($c +
1) . "| ";
for ($i = 0; $i <
sizeof($ClusterTmp); $i++) {
$d = 0;
$userI = $ClusterTmp[$i];
for ($j = 0; $j <
sizeof($ClusterTmp); $j++) {
$userJ = $ClusterTmp[$j];
if ($i != $j) {
for ($k = 0; $k <
sizeof($ListBuku); $k++) {
if (abs($userI[$k] - $userJ[$k])
<= 5 && $userI[$k] > 0) {
$d++;}}}}
$ListD[$c][$i] = $d;
$msg = $msg . $d . " | ";}}
for ($c = 0; $c <
sizeof($Cluster); $c++) {
$maks = 0;
$maksI = 0;
$Dtmp = $ListD[$c];
for ($i = 0; $i < sizeof($Dtmp);
$i++) {
if ($Dtmp[$i] > $maks) {
$maks = $Dtmp[$i];
$maksI = $i;}}
array_push($Centroid,
$Cluster[$c][$maksI]);}
$SkorBuku = array();
$aduh = 0;
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
$SkorBuku[$i] = 0;}
for ($i = 0; $i <
sizeof($Centroid); $i++) {
for ($j = 0; $j <
sizeof($ListBuku); $j++) {
if ($Centroid[$i][$j] > 0) {
$SkorBuku[$j] += 1;}}}
$ListBuku2 = array();
$msg2 = "";
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
$ListBuku2[$i]['id'] =
$ListBuku[$i];
$ListBuku2[$i]['score'] =
$NilaiRatingBuku[$i];
$ListBuku2[$i]['mean'] = ((float)
$NilaiRatingBuku[$i] / (float)
$jumlahRating[$i]) / 2;
$ListBuku2[$i]['count'] =
$SkorBuku[$i];
//$msg2 = $msg2."R-
".($i+1).":".$NilaiRatingBuku[$i].
" | ";
$msg2 = $msg2 . "R-" . ($i + 1) .
":" . $ListBuku2[$i]['id'] . "|" .
$ListBuku2[$i]['score'] . "|" .
$ListBuku2[$i]['count'] . "| ";}
$msg3 = "id : ";
$msg4 = "score : ";
$msg5 = "count : ";
//urutkan Hasil perhitungan
prediksi
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku2) - 1; $i++) {
for ($j = $i + 1; $j <
sizeof($ListBuku2); $j++) {
$skorI = (int)
$ListBuku2[$i]['score'];
$skorJ = (int)
$ListBuku2[$j]['score'];
$countI = (int)
$ListBuku2[$i]['count'];
$countJ = (int)
$ListBuku2[$j]['count'];
if ($countJ >= $countI && $skorJ >
$skorI) {
$temp = $ListBuku2[$i];
$ListBuku2[$i] = $ListBuku2[$j];
$ListBuku2[$j] = $temp;}}}
$MFCM = array();
$BukuMFCM = array();
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
$id = $ListBuku2[$i]['id'];
$mean = $ListBuku2[$i]['mean'];
$quer3 = $mysqli->query("UPDATE
tbl_buku SET b_rating = " . $mean
. " where b_idbuku = " . $id);
$quer3 = $mysqli->query("SELECT *
FROM `tbl_buku` WHERE b_idbuku = "
. $id);
$msg3 = $msg3 .
$ListBuku2[$i]['id'] . " | ";
$msg4 = $msg4 .
$ListBuku2[$i]['score'] . " | ";
$msg5 = $msg5 .
$ListBuku2[$i]['count'] . " | ";
$buku = $quer3->fetch_assoc();
array_push($MFCM, $buku);
array_push($BukuMFCM, $id);
}
//echo "<script
type='text/javascript'>
alert('".$msg3.$msg4.$msg5."')</sc
ript>";

if ($valueMFCM == 0) { // Jika
User belum pernah melakukan rating
return $MFCM;
}
else {  // Jika user pernah
melakukan rating
// ================================
H P R S
================================
if($valueMFCM == -1){
```

```
$idUserAktif = 15;
}
else{
$idUserAktif = $valueMFCM;
}
$indeksAktif =
array_search($idUserAktif,
$ListMember);
$_K = array();
$_sim = array();
$msgK = "";
$U1 = array('matriks' =>
$MatriksRating[$indeksAktif], 'id'
=> $ListMember[$indeksAktif]);
//Menghitung Kesamaan User
for ($i = 0; $i <
sizeof($Centroid); $i++) {
$c = 0;
$c2 = 0;
for ($j = 0; $j <
sizeof($ListBuku); $j++) {
if ($U1['matriks'][$j] > 0 &&
$Centroid[$i][$j] > 0) {
$c++;
$c2++;
} elseif ($U1['matriks'][$j] > 0
|| $Centroid[$i][$j] > 0) {
$c2++;}
}
array_push($_K, (float) ($c /
$c2));
}

for ($i = 0; $i <
sizeof($Centroid); $i++) {
$_U1Bar = 0;
$_CUBar = 0;
$_U1Bar2 = 0;
$_CUBar2 = 0;
for ($j = 0; $j <
sizeof($ListBuku); $j++) {
$_U1Bar += $U1['matriks'][$j];
$_CUBar += $Centroid[$i][$j];
$_U1Bar2 += (float)
pow($U1['matriks'][$j], 2);
$_CUBar2 += (float)
pow($Centroid[$i][$j], 2);
}
$_U1Bar = (float) $_U1Bar /
sizeof($ListBuku);
$_CUBar = (float) $_CUBar /
sizeof($ListBuku);
$_U1Bar2 = (float) pow($_U1Bar2,
0.5);
$_CUBar2 = (float) pow($_CUBar2,
0.5);
$simTmp = (float) (($_U1Bar *
$_CUBar) / ($_U1Bar2 * $_CUBar2))
* $_K[$i];
$_sim[$i] = $simTmp;
}
$TopIndeks = 0;
$simK = array();
$sigmaSim = (float) 0;
for ($i = 0; $i < sizeof($_K);
$i++) {
$simK[$i] = $_sim[$i] * $_K[$i];
$sigmaSim += (float) $_sim[$i];
}
//Tentuan user lain dengan
kemiripan tertinggi
for ($i = 0; $i < sizeof($_K);
$i++) {
if ($simK[$i] > $simK[$TopIndeks])
{
$TopIndeks = $i;
}}
$msgPU = "";
// Hitung nilai Prediksi
$_PU = array();
$ListBuku3 = array();
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
$_PU[$i] = $_U1Bar +
($_sim[$TopIndeks] *
($ListBuku2[$i]['mean'] * 2 -
$U1['matriks'][$i])) / $sigmaSim;
$msgPU = $msgPU . " | PU-" . ($i +
1) . ":" . $_PU[$i];
$ListBuku3[$i]['PU'] = $_PU[$i];
$ListBuku3[$i]['id'] =
$ListBuku[$i];
}
$_BukuPrediksi = $ListBuku3;
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku) - 1; $i++) {
for ($j = $i + 1; $j <
sizeof($ListBuku); $j++) {
$PUI = $ListBuku3[$i]['PU'];
$PUJ = $ListBuku3[$j]['PU'];
if ($PUJ > $PUI) {
$tmp = $ListBuku3[$i];
$ListBuku3[$i] = $ListBuku3[$j];
$ListBuku3[$j] = $tmp;
}
}
}
$BukuHPRS = array();
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
$id = $ListBuku3[$i]['id'];
array_push($BukuHPRS, $id);
}
//========================= Hybrid
==================================
======
$range = sizeof($Centroid);
$ListBuku4 = array();
$msgMFCM = "";
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
```

```
$indeksMFCM =
array_search($BukuHPRS[$i],
$BukuMFCM);
if (abs($i - $indeksMFCM) <
$range) { //Masukkan buku teratas
MFCM dan HPRS dengan jarak urutan
< jumlah cluster atau "range"
array_push($ListBuku4,
$BukuHPRS[$i]);
$msgMFCM = $msgMFCM . "| hyb : " .
$BukuHPRS[$i];
}
}
//Masukkan sisah buku dengan jarak
urutan berbeda jauh kedalam
BukuMFCM
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
$tmp = array_search($BukuMFCM[$i],
$ListBuku4);
if ($tmp === false) {
array_push($ListBuku4,
$BukuMFCM[$i]);
}}
// MFCMHPRS
$MFCMHPRS = array();
for ($i = 0; $i <
sizeof($ListBuku); $i++) {
//$id = $ListBuku4[$i];
$id = $ListBuku3[$i]['id'];
$quer3 = $mysqli->query("SELECT *
FROM `tbl_buku` WHERE b_idbuku = "
. $id);
$buku = $quer3->fetch_assoc();
array_push($MFCMHPRS, $buku);}
if($valueMFCM >0 ){
return $MFCMHPRS;}
else{
$Produk = array();
$totalJarak =0;
for ($i = 0; $i <
sizeof($_BukuPrediksi); $i++) {
$queryBuku = $mysqli-
>query("SELECT * FROM tbl_buku
WHERE
b_idbuku=".$_BukuPrediksi[$i]['id'
]);
$queryRating = $mysqli-
>query("SELECT * FROM tbl_rating
WHERE
r_idbuku=".$_BukuPrediksi[$i]['id'
]." AND r_iduser=15");
$dataBuku = $queryBuku-
>fetch_assoc();
$dataRating = $queryRating-
>fetch_assoc();
$tmpTest = array();
$tmpTest['nama'] =
$dataBuku['b_judul'];
$tmpTest['prediksi'] =
$_BukuPrediksi[$i]['PU'];
$tmpTest['rating'] =
$dataRating['r_rating'];
$tmpTest['jarak'] =
abs($tmpTest['prediksi'] -
$tmpTest['rating']);
$tmpTest['idrating'] =
$dataRating['r_id'];
$totalJarak += $tmpTest['jarak'];
array_push ($Produk, $tmpTest);
}
$DataTest = array();
$DataTest['produk'] = $Produk;
$DataTest['total'] = $totalJarak;
return $DataTest;
}}
//return $this->db-
>get('tbl_buku');
}
public function
insertPeminjaman($tbl, $data)
{
$this->db->insert($tbl, $data);
$idBuku = $data['t_idbuku'];
$mysqli = new mysqli("localhost",
"root", "", "db_perpus");
$query2 = $mysqli->query("UPDATE
`tbl_buku` SET b_jumlah =
b_jumlah-1 where b_idbuku = " .
$idBuku);
}
public function bukuTerpinjam($id)
{
$query = $this->db->query("SELECT
* FROM tbl_pengguna LEFT JOIN
tbl_transaksi ON tbl_pengguna.p_id
= tbl_transaksi.t_idpengguna LEFT
JOIN tbl_buku ON tbl_buku.b_idbuku
= tbl_transaksi.t_idbuku where
tbl_pengguna.p_id = '$id' AND
tbl_transaksi.t_status = 'Y' ORDER
BY t_tanggalpinjam DESC");
return $query;
}
public function
detailBuku($idbuku)
{
$q = $this->db->query("SELECT *
FROM tbl_buku where b_idbuku =
'$idbuku'");
return $q;
}
public function
insertRating($type, $data){
$iduser = $data['r_iduser'];
$idbuku = $data['r_idbuku'];
$rating = $data['r_rating'];
$ulasan = $data['r_ulasan'];
if ($type == "INSERT") {
$que = $this->db->query("INSERT
INTO tbl_rating(r_iduser,
r_idbuku, r_rating, r_ulasan)
```

```
VALUES (" . $iduser . "," .
$idbuku . "," . $rating . ",'" .
$ulasan . "')");
} else {
$que = $this->db->query("UPDATE
tbl_rating SET r_rating= " .
$rating . " , r_ulasan='" .
$ulasan . "' WHERE r_iduser = " .
$iduser . " AND r_idbuku = " .
$idbuku);
}}
public function cekUlas($idbuku,
$iduser)
{
$que = $this->db->query("SELECT *
FROM tbl_rating WHERE r_iduser =
'$iduser' AND r_idbuku = '$idbuku'
");
return $que;
}
public function
cekUlasanmember($idbuku, $iduser)
{
$que = $this->db->query("SELECT *
FROM tbl_rating WHERE r_iduser =
'$iduser' AND r_idbuku = '$idbuku'
");
return $que;
}
public function
updateRating($idrating, $data)
{
$this->db->where('r_id',
$idrating);
$this->db->update('tbl_rating',
$data);
}
public function
updateTransaksi($idtransaksi,
$data)
{
$this->db->where('t_idtransaksi',
$idtransaksi);
$this->db->update('tbl_transaksi',
$data);
}
public function riwayat($id)
{
$query = $this->db->query("SELECT
* FROM tbl_pengguna LEFT JOIN
tbl_transaksi ON tbl_pengguna.p_id
= tbl_transaksi.t_idpengguna LEFT
JOIN tbl_buku ON tbl_buku.b_idbuku
= tbl_transaksi.t_idbuku where
tbl_pengguna.p_id = '$id' AND
tbl_transaksi.t_status = 'N' ORDER
BY t_tanggalpinjam DESC");
return $query;
}
public function filedek3()
{
echo "<script
type='text/javascript'>alert('test
ing');</script>";
}
public function filedek2($id)
{
$mysqli = new mysqli("localhost",
"root", "", "db_perpus");
$query2 = $mysqli->query("SELECT *
FROM tbl_dokumen WHERE d_idbuku="
. $id);
$data = $query2->fetch_assoc();
//$data['optjudul'] = $this-
>model_buku->getdok()->result();
$password = $data['d_key'];
$namefile = $data['d_namaenkrip'];
$iduser = $_SESSION['ses_id'];
$idbuku = $id;
echo "<script
type='text/javascript'>
alert('Check =".$id.")</script>";
$uploadURL =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT'] .
"/TAPerpus/uploads/";
//$password = "sio";
$jlh = mysqli_num_rows($query2);
$namaDekrip =
$data['d_namadekrip'];
$query3 = $mysqli->query("SELECT *
FROM tbl_transaksi WHERE
t_idbuku=" . $idbuku . " AND
t_idpengguna=" . $iduser. " ORDER
BY t_idtransaksi DESC LIMIT 1");
$data2 = $query3->fetch_assoc();
$tglAkhir =
$data2['t_tanggalkembali'];
$found =
file_exists($_SERVER['DOCUMENT_ROO
T'] .
"/TAPerpus/uploads/tempFile.tmp");
if($found){
unlink($namefile) or die("Couldn't
delete file");}
$dateNow = array(date('Y'),
date('n'), date('j'), date('H'),
date('i'), date('s'));
$thn = (int) substr($tglAkhir, 0,
4);
$bln = (int) substr($tglAkhir, 5,
2);
$tgl = (int) substr($tglAkhir, 8,
2);
$jam = (int) substr($tglAkhir, 11,
2);
$min = (int) substr($tglAkhir, 14,
2);
$det = (int) substr($tglAkhir, 17,
2);
$dateLim = array($thn, $bln, $tgl,
$jam, $min, $det);
$check = 0;
```

```
$aktif = 0;
while ($check < 6) {
if ($dateNow[$check] <=
$dateLim[$check] || $aktif == 1) {
$check++;
if ($dateNow[$check] <
$dateLim[$check]) {
$aktif = 1;
break;
}
} else { $aktif = 0;
break;}
}
// echo "<script
type='text/javascript'>
alert('Check =".$check."|aktif =
".$aktif."')</script>";
if ($aktif == 0) {
$fileDekrip =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT'] .
"/TAPerpus/decrypt/" .
$namaDekrip;
$found = file_exists($fileDekrip);
if($found){
unlink($fileDekrip) or
die("Couldn't delete file");}
$mysqli->query("UPDATE `tbl_buku`
SET b_jumlah = b_jumlah+1 WHERE
b_idbuku =".$idbuku);
$mysqli->query("UPDATE
tbl_transaksi SET t_status='N'
WHERE t_idbuku=" . $idbuku. " AND
t_idpengguna = ".$iduser." AND
t_status = 'Y' ");
echo "<script
type='text/javascript'>
alert('Waktu Peminjaman Buku telah
Berakhir !')</script>";
} elseif (strlen($namaDekrip) < 1)
{ // jika file belum di dekrip,
lakukan dekripsi
$writedir =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT'] .
"/TAPerpus/uploads";
//$passhash = hash("SHA256",
$password, true);
$passhash = $password;
$aesinitv = $this->aesinitvector;
if (true) {
//$namefile =
$_FILES['file']['tmp_name'];
//$namefile = "";
$allowed = array('encrypted');
//$filename =
$_FILES['file']['name'];
//$filename =
$dokumen['d_namaenkrip'];
$filename = $namefile;
$ext = pathinfo($filename,
PATHINFO_EXTENSION);
$tmpFile = tmpfile();
copy($uploadURL . $filename,
$uploadURL . "tmpFile.tmp");
$namefile = $uploadURL .
"tmpFile.tmp";
//tempnam($uploadURL,"TMP0");
//$namefile =
$_FILES['file']['tmp_name'];
$sourcesize = filesize($namefile);
//$filesource = fopen($namefile,
"rb");
$filesource = fopen($namefile,
"rb");
//$namefile = $tmpFile;
if ($filesource !== false) {
$filename = "";
$filechar = "";
while ($filechar != "\1")
{$filename .= $filechar;
$filechar = fread($filesource, 1);
$stream_meta_data =
stream_get_meta_data($filesource);
if
($stream_meta_data['unread_bytes']
<= 0) {
break;}}
$filesize = "";
$filechar = "";
while ($filechar != "\1")
{$filesize .= $filechar;
$filechar = fread($filesource, 1);
$stream_meta_data =
stream_get_meta_data($filesource);
if
($stream_meta_data['unread_bytes']
<= 0) {
break;}}
$filesize = intval($filesize);
$fileket = "";
$filechar = "";
while ($filechar != "\1")
{$fileket .= $filechar;
$filechar = fread($filesource, 1);
$stream_meta_data =
stream_get_meta_data($filesource);
if
($stream_meta_data['unread_bytes']
<= 0) {
break;}}
// sementara $fileket == "enkrip"
//$fileket = "enkrip";
//$filename= "receipt.pdf";
if ($fileket == "enkrip") {
$magicode = fread($filesource,
16);
$aesinitv = fread($filesource,
16);
$dmessage =
mcrypt_decrypt(MCRYPT_RIJNDAEL_128
, $passhash, $magicode,
MCRYPT_MODE_CBC, $aesinitv);
```

```
if (rtrim($dmessage) ==
"magicstring") {
// header('Content-Type:
application/octet-stream');
// header('Content-Disposition:
attachment; filename="' .
$filename . '"');
// header('Content-Length: ' .
$filesize);
$filesourcedata =
fread($filesource,
filesize($namefile));
$decodedata =
base64_decode($filesourcedata);
$aes = new AesCtr();
$dmessage = $aes-
>decrypt($decodedata, $passhash,
128);
$tujuan =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT'] .
"/TAPerpus/decrypt/" . $filename;
$hasilDekrip =
file_put_contents($tujuan,
$dmessage);
//update lokasi Dekripsi
$query2 = $mysqli->query("UPDATE
tbl_dokumen SET d_namadekrip = '"
. $filename . "' WHERE d_idbuku="
. $id);
//print($dmessage);
//hapus file tempFile.tmp

//fclose($fsrcobjc);
//exit(0);
$data["succes"] = "Dekripsi File
Berhasil";
} else {
$data["alert"] = "Password
Salah";}
} else {
$data["alert"] = "bukan file
enkrip";}
} else {
$data["alert"] = "error";}
}
//}
}
// $data['view'] =
('admin/dashboard/_partials/part_d
ekripsi.php');
// $this->load-
>view('layouts/layout_dashboard/te
mplate_dashboard', $data);
}
public function ulasan()
{$q = $this->db->query("SELECT *
FROM tbl_rating
LEFT JOIN tbl_pengguna
ON tbl_pengguna.p_id =
tbl_rating.r_iduser
LEFT JOIN tbl_buku
ON tbl_buku.b_idbuku =
tbl_rating.r_idbuku
WHERE tbl_rating.r_ulasan IS NOT
NULL ORDER BY
tbl_rating.r_tanggalrating DESC");
return $q;
}
public function dokumen(){
$q = $this->db->query("SELECT *
FROM tbl_dokumen");
return $q;
}}
/* End of file model_buku.php */
```

Enkripsi/Dekripsi

Controller_enkripsi.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');

class controller_enkripsi extends
CI_Controller
{

public function __construct()
{
parent::__construct();
$this->load->library('encrypt');
$this->load->library('aes');
$this->load->model('model_buku');
$this->load-
>model('model_landing');
$this->aesinitvector =
openssl_random_pseudo_bytes(16);

if ($this->session-
>userdata('masuk') != true) {
$url = base_url();
redirect($url);
}
}

public function index()
{
if ($this->session-
>userdata('akses') == '1') {
redirect('controller_enkripsi/file
');
} else {
echo "Anda tidak berhak mengakses
halaman ini";
}
}

public function file(){
$data['optjudul'] = $this-
>model_buku->getjudul()->result();

$enkrip = $this->input-
>post("enkripfile");
```

```
if(isset($enkrip)){

$writedir =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT']."/TAPerp
us/uploads";

$id_buku = $this->input-
>post('vidbuku');
$passhash ="";
for($i=0;$i<32;$i++){
$num =rand(65,90);
$passhash = $passhash.(chr($num));
}
$data['bacot'] = $passhash;
$aesinitv = $this->aesinitvector;
$namefile =
$_FILES["file"]["name"];
if (($_FILES["file"]["error"] < 1)
&& ($_FILES["file"]["size"] <
3145728)){ //max size file
while (1)
{
$pinncode = mt_rand(10,100000);
$enkripname =
$pinncode."_".$_FILES["file"]["nam
e"].".encrypted";
$filename =
($writedir."/".$enkripname);
if (!file_exists($filename)) {
break; }
}
$filesize =
$_FILES['file']['tmp_name'];
$filesource =
fopen($_FILES["file"]["tmp_name"],
"rb");
$filenew = fopen($filename, "wb");
$data_insert = array(
'd_namadokumen' => $namefile,
'd_idbuku' => $id_buku,
'd_iddokumen' => $pinncode,
'd_namaenkrip' => $enkripname,
'd_key' => $passhash);
$this->db->insert('tbl_dokumen',
$data_insert);
$data = array(
'b_idbuku' => $id_buku,
'b_statusdokumen' => '1');
$this->model_buku-
>updateBuku($id_buku, $data);
if (($filesource !== false) &&
($filenew !== false)){
fwrite($filenew,
"".$_FILES["file"]["name"]."); #
filename as string (unknown
length)
fwrite($filenew, "\1"); # non-
printable separator (1 byte)
fwrite($filenew,
"".$_FILES["file"]["size"]."); #
filesize in bytes (unknown length)
fwrite($filenew, "\1"); # non-
printable separator (1 byte)
fwrite($filenew, "enkrip"); #
filename as string (unknown
length)
fwrite($filenew, "\1"); # non-
printable separator (1 byte)
$magicstring =
mcrypt_encrypt(MCRYPT_RIJNDAEL_128
, $passhash, "magicstring",
MCRYPT_MODE_CBC, $aesinitv);
fwrite($filenew, $magicstring); #
encrypted magic string (16 bytes)
fwrite($filenew, $aesinitv);
# initialization vector (16 bytes)
//proses enkripsi//
$filesourcedata =
fread($filesource,filesize($filesi
ze));
$aes = new AesCtr();
$enkripdata = $aes-
>encrypt($filesourcedata,
$passhash, 128);
$encodedata =
base64_encode($enkripdata);
//hasil enkripsi di encode dengan
BASE64
fwrite($filenew, $encodedata);
fclose($filenew);
fclose($filesource);
$data['success'] = "Enkripsi File
Berhasil";
$data['success'] = $passhash;
}
}else{
$data['alert'] = "Enkripsi File
Gagal";
}}
$data['pesan'] = $this-
>model_landing->pesan()->result();
$data['hitungpesan'] = $this-
>model_landing->hitungpesan()-
>row_array();
$data['view'] =
('admin/dashboard/_partials/part_e
nkripsi.php');
$this->load-
>view('layouts/layout_dashboard/te
mplate_dashboard', $data);
}}
/*End of Controller_enkripsi.php
*/
```

Part_dekripsi.php

```
<!-- INI KONTENT -->
<div class="content">
<div class="container-fluid">
<div class="row">
<div class="col-lg-12"><br>
<ol class="breadcrumb">
<li>
```

```
<a href="<?php echo
site_url('controller_page/databuku
/') ?>">Buku</a>
<li class="active">Dekripsi
Buku</li>
</li>
</ol>
<?php  echo $this->session-
>flashdata('msg');
//include
"daftar_klasifikasi.php";
?>
</div>
</div>
<div class="row">
<div class="col-lg-4 col-md-4 col-
xs-4">
<div class="card">
<div class="card-header card-
header-icon" data-background-
color="rose">
<i class="material-
icons">filter_list</i>
</div>
<div class="card-content">
<h4 class="card-title">Dekripsi
File</h4>
<div class="card">
<div class="card-content">
<div class="row">
<div class="col-md-12">
<div class="tab-content">
<div class="tab-pane active"
id="tab1">
<form role="form" action=""
enctype="multipart/form-data"
method="post"
name="form" id="form">
<input type="hidden" name="mode"
value="e" />
<fieldset>
<!-- Pilih Buku yang akan disimpan
dokumennya -->
<select name="vnamaenkrip"
class="selectpicker"
data-style="btn btn-primary btn-
round" title="Pilih Judul Buku"
data-size="7">
<option disabled selected>Pilih
Buku
yang dienkripsi
</option>
<?php foreach ($optjudul as $row):
?>
<option value="<?php echo $row-
>d_namaenkrip ?>">
<?php echo $row->b_judul ?>
</option>
<?php endforeach; ?>
</select>
<div class="tab-pane">
<div>
<span class="btn col-lg-12 btn-
rose btn-round btn-file">
<span class="fileinput-new">Pilih
File</span>
<input class="required"
type="file" id="file" name="file"
/>
</span>

</div>
<label class="warning">Max Size:
3MB</label>
</div>
<div class="row">
<div class="col-lg-12 form-group
label-floating">
<label class="warning">Key</label>
<input class="required form-
control" placeholder="Password"
id="pass" name="pass"
type="password" value="">
</div>
</div>
<div id="errors"></div>
<div class="form-footer text-
right">
<button type="submit"
name="dekripfile"
class="btn btn-primary center-
block" name="enkrip"
value="Dekrip
File">Submit</button>
</div>
</fieldset>
</form>
</div>
<?php if (!empty($alert)){ ?>
<div class='alert alert-danger
alert-error'>
<a href='#' class='close' data-
dismiss='alert'>&times;</a>
<center>
<?php echo $alert; ?>
</center>
</div>
<?php } elseif (!empty($success))
{ ?>
<div class='alert alert-success'>
<a href='#' class='close' data-
dismiss='alert'>&times;</a>
<center>
<?php echo $success; ?>
</center>
</div>
<?php } ?>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
```

```
</div>
</div>
</div>
<div class="col-lg-8 col-md-8 col-
xs-8">
<div class="card">
<div class="card-content">
<div class="material-datatables">
<table id="datatables"
class="table table-striped table-
no-bordered table-hover"
cellspacing="0" width="100%"
style="width:100%">
<thead>
<tr>
<th>No.</th>
<th>Tanggal Enkrip</th>
<th>Nama File</th>
<th>Key</th>
</tr>
</thead>
<tfoot>
<tr>
<th>No.</th>
<th>Tanggal Enkrip</th>
<th>Nama File</th>
<th>Key</th>
</tr>
</tfoot>
<tbody>
<?php
$no = 1;
foreach($dokumen as $row) {
$tgl = date('d-m-Y',
strtotime($row->d_tanggal));
?>
<tr>
<td><?php echo $no;?></td>
<!-- jika ada buku di dalam
database maka tampilkan -->
<td><?php echo $tgl;?></td>
<td>
<?php echo $row->d_namaenkrip;?>
</td>
<td><?php echo $row->d_key;?></td>
</tr>
<?php $no++; } ?>
</tbody>
</table>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
```

Controller_dekripsi.php

```
<?php
defined('BASEPATH') or exit('No
direct script access allowed');
class controller_dekripsi extends
CI_Controller{
public function __construct(){
parent::__construct();
$this->load->library('encrypt');
$this->load->library('aes');
$this->aesinitvector =
openssl_random_pseudo_bytes(16);
$this->load->model('model_buku');
$this->load-
>model('model_landing');
if ($this->session-
>userdata('masuk') != true) {
$url = base_url();
redirect($url);}}
public function index(){
if ($this->session-
>userdata('akses') == '1') {
redirect('controller_dekripsi/file
dek');
} else {
echo "Anda tidak berhak mengakses
halaman ini";}}
public function filedek(){
//$data['optjudul'] = $this-
>model_buku->getdok()->result();
$dekrip = $this->input-
>post("dekripfile");
$password = $this->input-
>post("pass");
if (isset($dekrip)) {
$writedir =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT'] .
"/TAPerpus/uploads";
$passhash = $password;
$aesinitv = $this->aesinitvector;
$namefile =
$_FILES["file"]["name"];
if
(is_uploaded_file($_FILES['file'][
'tmp_name'])) {
$namefile =
$_FILES['file']['tmp_name'];
$allowed = array('encrypted');
$filename =
$_FILES['file']['name'];
$ext = pathinfo($filename,
PATHINFO_EXTENSION);
$sourcesize = filesize($namefile);
$filesource = fopen($namefile,
"rb");
if ($filesource !== false) {
$filename = "";
$filechar = "";
while ($filechar != "\1")
{$filename .= $filechar;
$filechar = fread($filesource, 1);
$stream_meta_data =
stream_get_meta_data($filesource);
```

```
if
($stream_meta_data['unread_bytes']
<= 0) {
break;}}
$filesize = "";
$filechar = "";
while ($filechar != "\1")
{$filesize .= $filechar;
$filechar = fread($filesource, 1);
$stream_meta_data =
stream_get_meta_data($filesource);
if
($stream_meta_data['unread_bytes']
<= 0) {
break;}}
$filesize = intval($filesize);
$fileket = "";
$filechar = "";
while ($filechar != "\1")
{$fileket .= $filechar;
$filechar = fread($filesource, 1);
$stream_meta_data =
stream_get_meta_data($filesource);
if
($stream_meta_data['unread_bytes']
<= 0) {
break;}}
if ($fileket == "enkrip") {
$magicode = fread($filesource,
16);
$aesinitv = fread($filesource,
16);
$dmessage =
mcrypt_decrypt(MCRYPT_RIJNDAEL_128
, $passhash, $magicode,
MCRYPT_MODE_CBC, $aesinitv);

if (rtrim($dmessage) ==
"magicstring") {
// header('Content-Type:
application/octet-stream');
// header('Content-Disposition:
attachment; filename="' .
$filename . '"');
// header('Content-Length: ' .
$filesize);

$filesourcedata =
fread($filesource,
filesize($namefile));
$decodedata =
base64_decode($filesourcedata);
$aes = new AesCtr();
$dmessage = $aes-
>decrypt($decodedata, $passhash,
128);
$tujuan =
$_SERVER['DOCUMENT_ROOT'] .
"/TAPerpus/decrypt/".$filename;
$hasilDekrip =
file_put_contents($tujuan,$dmessag
e);
$data["succes"] = "Dekripsi File
Berhasil";
} else {
$data["alert"] = "Password
Salah";}
} else {
$data["alert"] = "bukan file
enkrip";}
} else {
$data["alert"] = "error";}
}}
$data['dokumen'] = $this-
>model_buku->dokumen()->result();
$data['pesan'] = $this-
>model_landing->pesan()->result();
$data['hitungpesan'] = $this-
>model_landing->hitungpesan()-
>row_array();
$data['view'] =
('admin/dashboard/_partials/part_d
ekripsi.php');
$this->load-
>view('layouts/layout_dashboard/te
mplate_dashboard', $data);}}
/* End of file
controller_dekripsi.php.php */
```

aes.php

```
<?php
Class Aes{
/**
 * AES Cipher function
[§5.1]: encrypt 'input' with
Rijndael algorithm
 *
 * @param input message as
byte-array (16 bytes)
 * @param w key schedule
as 2D byte-array (Nr+1 x Nb bytes)
-
 * generated from
the cipher key by keyExpansion()
 * @return ciphertext as
byte-array (16 bytes)
 */
public static function
cipher($input, $w)
{
```

```
$Nb = 4; // block size (in words): no of columns in state (fixed at 4 for AES)
$Nr = count($w) / $Nb - 1; // no of rounds: 10/12/14 for 128/192/256-bit keys
$state = array(); // initialise 4xNb byte-array 'state' with input [§3.4]
for ($i = 0; $i < 4 * $Nb; $i++) $state[$i % 4][floor($i / 4)] = $input[$i];
$state = self::addRoundKey($state, $w, 0, $Nb);
for ($round = 1; $round < $Nr; $round++) { // apply Nr rounds
$state = self::subBytes($state, $Nb);
$state = self::shiftRows($state, $Nb);
$state = self::mixColumns($state, $Nb);
$state = self::addRoundKey($state, $w, $round, $Nb);
}
$state = self::subBytes($state, $Nb);
$state = self::shiftRows($state, $Nb);
$state = self::addRoundKey($state, $w, $Nr, $Nb);
$output = array(4 * $Nb); // convert state to 1-d array before returning [§3.4]
for ($i = 0; $i < 4 * $Nb; $i++) $output[$i] = $state[$i % 4][floor($i / 4)];
return $output;
}
/**
* Xor Round Key into state S [§5.1.4].
*/
private static function addRoundKey($state, $w, $rnd, $Nb)
{
for ($r = 0; $r < 4; $r++) {
for ($c = 0; $c < $Nb; $c++) $state[$r][$c] ^= $w[$rnd * 4 + $c][$r];
}
return $state;
}
/**
* Apply SBox to state S [§5.1.1].
*/
private static function subBytes($s, $Nb)
{
for ($r = 0; $r < 4; $r++) {
for ($c = 0; $c < $Nb; $c++) $s[$r][$c] = self::$sBox[$s[$r][$c]];
}
return $s;
}
/**
* Shift row r of state S left by r bytes [§5.1.2].
*/
private static function shiftRows($s, $Nb)
{
$t = array(4);
for ($r = 1; $r < 4; $r++) {
for ($c = 0; $c < 4; $c++) $t[$c] = $s[$r][($c + $r) % $Nb]; // shift into temp copy
```

```
for ($c = 0; $c < 4; $c++) $s[$r][$c] = $t[$c]; // and copy back
} // note that this will work for Nb=4,5,6, but not 7,8 (always 4 for AES):
return $s; // see fp.gladman.plus.com/cryptography_technology/rijndael/aes.spec.311.pdf
}
/**
* Combine bytes of each col of state S [§5.1.3].
*/
private static function mixColumns($s, $Nb)
{
for ($c = 0; $c < 4; $c++) {
$a = array(4); // 'a' is a copy of the current column from 's'
$b = array(4); // 'b' is a•{02} in GF(2^8)
for ($i = 0; $i < 4; $i++) {
$a[$i] = $s[$i][$c];
$b[$i] = $s[$i][$c] & 0x80 ? $s[$i][$c] << 1 ^ 0x011b : $s[$i][$c] << 1;
}
// a[n] ^ b[n] is a•{03} in GF(2^8)
$s[0][$c] = $b[0] ^ $a[1] ^ $b[1] ^ $a[2] ^ $a[3]; // 2*a0 + 3*a1 + a2 + a3
$s[1][$c] = $a[0] ^ $b[1] ^ $a[2] ^ $b[2] ^ $a[3]; // a0 * 2*a1 + 3*a2 + a3
$s[2][$c] = $a[0] ^ $a[1] ^ $b[2] ^ $a[3] ^ $b[3]; // a0 + a1 + 2*a2 + 3*a3
$s[3][$c] = $a[0] ^ $b[0] ^ $a[1] ^ $a[2] ^ $b[3]; // 3*a0 + a1 + a2 + 2*a3
}
return $s;
}
/**
* Generate Key Schedule from Cipher Key [§5.2].
*
* Perform key expansion on cipher key to generate a key schedule.
*
* @param key cipher key byte-array (16 bytes).
* @return key schedule as 2D byte-array (Nr+1 x Nb bytes).
*/
public static function keyExpansion($key)
{
$Nb = 4; // block size (in words): no of columns in state (fixed at 4 for AES)
$Nk = count($key) / 4; // key length (in words): 4/6/8 for 128/192/256-bit keys
$Nr = $Nk + 6; // no of rounds: 10/12/14 for 128/192/256-bit keys
$w = array();
$temp = array();
for ($i = 0; $i < $Nk; $i++) {
$r = array($key[4 * $i], $key[4 * $i + 1], $key[4 * $i + 2], $key[4 * $i + 3]);
$w[$i] = $r;
}
```

```
for ($i = $Nk; $i < ($Nb * ($Nr + 1)); $i++) {
$w[$i] = array();
for ($t = 0; $t < 4; $t++) $temp[$t] = $w[$i - 1][$t];
if ($i % $Nk == 0) {
$temp = self::subWord(self::rotWord($temp));
for ($t = 0; $t < 4; $t++) $temp[$t] ^= self::$rCon[$i / $Nk][$t];
} else if ($Nk > 6 && $i % $Nk == 4) {
$temp = self::subWord($temp);
}
for ($t = 0; $t < 4; $t++) $w[$i][$t] = $w[$i - $Nk][$t] ^ $temp[$t];
}
return $w;
}
/**
* Apply SBox to 4-byte word w.
*/
private static function subWord($w)
{
for ($i = 0; $i < 4; $i++) $w[$i] = self::$sBox[$w[$i]];
return $w;
}
/**
* Rotate 4-byte word w left by one byte.
*/
private static function rotWord($w)
{
$tmp = $w[0];
for ($i = 0; $i < 3; $i++) $w[$i] = $w[$i + 1];
$w[3] = $tmp;
return $w;
}
// sBox is pre-computed multiplicative inverse in GF(2^8) used in subBytes and keyExpansion [§5.1.1]
private static $sBox = array(
0x63, 0x7c, 0x77, 0x7b, 0xf2, 0x6b, 0x6f, 0xc5, 0x30, 0x01, 0x67, 0x2b, 0xfe, 0xd7, 0xab, 0x76,
0xca, 0x82, 0xc9, 0x7d, 0xfa, 0x59, 0x47, 0xf0, 0xad, 0xd4, 0xa2, 0xaf, 0x9c, 0xa4, 0x72, 0xc0,
0xb7, 0xfd, 0x93, 0x26, 0x36, 0x3f, 0xf7, 0xcc, 0x34, 0xa5, 0xe5, 0xf1, 0x71, 0xd8, 0x31, 0x15,
0x04, 0xc7, 0x23, 0xc3, 0x18, 0x96, 0x05, 0x9a, 0x07, 0x12, 0x80, 0xe2, 0xeb, 0x27, 0xb2, 0x75,
0x09, 0x83, 0x2c, 0x1a, 0x1b, 0x6e, 0x5a, 0xa0, 0x52, 0x3b, 0xd6, 0xb3, 0x29, 0xe3, 0x2f, 0x84,
0x53, 0xd1, 0x00, 0xed, 0x20, 0xfc, 0xb1, 0x5b, 0x6a, 0xcb, 0xbe, 0x39, 0x4a, 0x4c, 0x58, 0xcf,
0xd0, 0xef, 0xaa, 0xfb, 0x43, 0x4d, 0x33, 0x85, 0x45, 0xf9, 0x02, 0x7f, 0x50, 0x3c, 0x9f, 0xa8,
0x51, 0xa3, 0x40, 0x8f, 0x92, 0x9d, 0x38, 0xf5, 0xbc, 0xb6, 0xda, 0x21, 0x10, 0xff, 0xf3, 0xd2,
0xcd, 0x0c, 0x13, 0xec, 0x5f, 0x97, 0x44, 0x17, 0xc4, 0xa7, 0x7e, 0x3d, 0x64, 0x5d, 0x19, 0x73,
0x60, 0x81, 0x4f, 0xdc, 0x22, 0x2a, 0x90, 0x88, 0x46, 0xee, 0xb8, 0x14, 0xde, 0x5e, 0x0b, 0xdb,
```

```
0xe0, 0x32, 0x3a, 0x0a, 0x49,
0x06, 0x24, 0x5c, 0xc2, 0xd3, 0xac,
0x62, 0x91, 0x95, 0xe4, 0x79,
0xe7, 0xc8, 0x37, 0x6d, 0x8d,
0xd5, 0x4e, 0xa9, 0x6c, 0x56, 0xf4,
0xea, 0x65, 0x7a, 0xae, 0x08,
0xba, 0x78, 0x25, 0x2e, 0x1c,
0xa6, 0xb4, 0xc6, 0xe8, 0xdd, 0x74,
0x1f, 0x4b, 0xbd, 0x8b, 0x8a,
0x70, 0x3e, 0xb5, 0x66, 0x48,
0x03, 0xf6, 0x0e, 0x61, 0x35, 0x57,
0xb9, 0x86, 0xc1, 0x1d, 0x9e,
0xe1, 0xf8, 0x98, 0x11, 0x69,
0xd9, 0x8e, 0x94, 0x9b, 0x1e, 0x87,
0xe9, 0xce, 0x55, 0x28, 0xdf,
0x8c, 0xa1, 0x89, 0x0d, 0xbf,
0xe6, 0x42, 0x68, 0x41, 0x99, 0x2d,
0x0f, 0xb0, 0x54, 0xbb, 0x16);
// rCon is Round Constant used
for the Key Expansion [1st col is
2^(r-1) in GF(2^8)] [§5.2]
private static $rCon = array(
array(0x00,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x01,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x02,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x04,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x08,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x10,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x20,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x40,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x80,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x1b,    0x00,    0x00,
0x00),
array(0x36,    0x00,    0x00,
0x00));
}
Class AesCtr extends Aes
{
/**
* Encrypt a text using AES
encryption in Counter mode of
operation
*                - see
http://csrc.nist.gov/publications/
nistpubs/800-38a/sp800-38a.pdf
*
*     Unicode     multi-byte
character safe
*
*  @param  plaintext  source
text to be encrypted
*  @param  password    the
password to use to generate a key
* @param nBits     number of
bits to be used in the key (128,
192, or 256)
* @return          encrypted
text
*/
public    static    function
encrypt($plaintext,      $password,
$nBits)
{
$blockSize = 16; // block size
fixed at 16 bytes / 128 bits (Nb=4)
for AES
if (!($nBits == 128 || $nBits
== 192 || $nBits == 256)) return '';
// standard allows 128/192/256 bit
keys
```

```
// note PHP (5) gives us plaintext and password in UTF8 encoding!
// use AES itself to encrypt password to get cipher key (using plain password as source for
// key expansion) - gives us well encrypted key
$nBytes = $nBits / 8; // no bytes in key
$pwBytes = array();
for ($i = 0; $i < $nBytes; $i++) $pwBytes[$i] = ord(substr($password, $i, 1)) & 0xff;
$key = Aes::cipher($pwBytes, Aes::keyExpansion($pwBytes));
$key = array_merge($key, array_slice($key, 0, $nBytes - 16)); // expand key to 16/24/32 bytes long
// initialise 1st 8 bytes of counter block with nonce (NIST SP800-38A §B.2): [0-1] = millisec,
// [2-3] = random, [4-7] = seconds, giving guaranteed sub-ms uniqueness up to Feb 2106
$counterBlock = array();
$nonce = floor(microtime(true) * 1000); // timestamp: milliseconds since 1-Jan-1970
$nonceMs = $nonce % 1000;
$nonceSec = floor($nonce / 1000);
$nonceRnd = floor(rand(0, 0xffff));
for ($i = 0; $i < 2; $i++) $counterBlock[$i] = self::urs($nonceMs, $i * 8) & 0xff;
for ($i = 0; $i < 2; $i++) $counterBlock[$i + 2] = self::urs($nonceRnd, $i * 8) & 0xff;
for ($i = 0; $i < 4; $i++) $counterBlock[$i + 4] = self::urs($nonceSec, $i * 8) & 0xff;
// and convert it to a string to go on the front of the ciphertext
$ctrTxt = '';
for ($i = 0; $i < 8; $i++) $ctrTxt .= chr($counterBlock[$i]);

// generate key schedule - an expansion of the key into distinct Key Rounds for each round
$keySchedule = Aes::keyExpansion($key);
//print_r($keySchedule);

$blockCount = ceil(strlen($plaintext) / $blockSize);
$ciphertxt = array(); // ciphertext as array of strings
for ($b = 0; $b < $blockCount; $b++) {
// set counter (block #) in last 8 bytes of counter block (leaving nonce in 1st 8 bytes)
// done in two stages for 32-bit ops: using two words allows us to go past 2^32 blocks (68GB)
for ($c = 0; $c < 4; $c++) $counterBlock[15 - $c] = self::urs($b, $c * 8) & 0xff;
for ($c = 0; $c < 4; $c++) $counterBlock[15 - $c - 4] = self::urs($b / 0x100000000, $c * 8);
$cipherCntr = Aes::cipher($counterBlock,
```

```
$keySchedule);  //  --  encrypt
counter block --
      // block size is reduced on
final block
      $blockLength  =  $b  <
$blockCount  -  1  ?  $blockSize  :
(strlen($plaintext)  -  1)  %
$blockSize + 1;
      $cipherByte = array();
      for  ($i  =  0;  $i  <
$blockLength;  $i++)  {  //  --  xor
plaintext  with  ciphered  counter
byte-by-byte --
      $cipherByte[$i]          =
$cipherCntr[$i]                  ^
ord(substr($plaintext,    $b    *
$blockSize + $i, 1));
      $cipherByte[$i]          =
chr($cipherByte[$i]);
      }
      $ciphertxt[$b] = implode('',
$cipherByte); // escape troublesome
characters in ciphertext
      }
      // implode is more efficient
than repeated string concatenation
      $ciphertext  =  $ctrTxt  .
implode('', $ciphertxt);
      return $ciphertext;
      }
      /**
      * Decrypt a text encrypted by
AES in counter mode of operation
      *
      *  @param  ciphertext  source
text to be decrypted
      *  @param  password  the
password to use to generate a key
      * @param nBits  number of
bits to be used in the key (128,
192, or 256)
      * @return  decrypted
text
      */
      public  static  function
decrypt($ciphertext,  $password,
$nBits)
      {
      $blockSize = 16; // block size
fixed at 16 bytes / 128 bits (Nb=4)
for AES
      if (!($nBits == 128 || $nBits
== 192 || $nBits == 256)) return '';
// standard allows 128/192/256 bit
keys
      // use AES to encrypt password
(mirroring encrypt routine)
      $nBytes = $nBits / 8; // no
bytes in key
      $pwBytes = array();
      for  ($i  =  0;  $i  <  $nBytes;
$i++)      $pwBytes[$i]      =
ord(substr($password,  $i,  1))  &
0xff;
      $key  =  Aes::cipher($pwBytes,
Aes::keyExpansion($pwBytes));
      $key  =  array_merge($key,
array_slice($key,  0,  $nBytes  -
16));  //  expand  key  to  16/24/32
bytes long
      //  recover  nonce  from  1st
element of ciphertext
      $counterBlock = array();
      $ctrTxt = substr($ciphertext,
0, 8);
      for  ($i  =  0;  $i  <  8;  $i++)
$counterBlock[$i]              =
ord(substr($ctrTxt, $i, 1));
      // generate key schedule
      $keySchedule              =
Aes::keyExpansion($key);
```

```
// separate ciphertext into blocks (skipping past initial 8 bytes)
$nBlocks = ceil((strlen($ciphertext) - 8) / $blockSize);
$ct = array();
for ($b = 0; $b < $nBlocks; $b++) $ct[$b] = substr($ciphertext, 8 + $b * $blockSize, 16);
$ciphertext = $ct; // ciphertext is now array of block-length strings
// plaintext will get generated block-by-block into array of block-length strings
$plaintxt = array();
for ($b = 0; $b < $nBlocks; $b++) {
// set counter (block #) in last 8 bytes of counter block (leaving nonce in 1st 8 bytes)
for ($c = 0; $c < 4; $c++) $counterBlock[15 - $c] = self::urs($b, $c * 8) & 0xff;
for ($c = 0; $c < 4; $c++) $counterBlock[15 - $c - 4] = self::urs(($b + 1) / 0x100000000 - 1, $c * 8) & 0xff;
$cipherCntr = Aes::cipher($counterBlock, $keySchedule); // encrypt counter block
$plaintxtByte = array();
for ($i = 0; $i < strlen($ciphertext[$b]); $i++) {
// -- xor plaintext with ciphered counter byte-by-byte --
$plaintxtByte[$i] = $cipherCntr[$i] ^ ord(substr($ciphertext[$b], $i, 1));
$plaintxtByte[$i] = chr($plaintxtByte[$i]);
}
$plaintxt[$b] = implode('', $plaintxtByte);
}

// join array of blocks into single plaintext string
$plaintext = implode('', $plaintxt);
return $plaintext;
}
/*
* Unsigned right shift function, since PHP has neither >>> operator nor unsigned ints
*
* @param a number to be shifted (32-bit integer)
* @param b number of bits to shift a to the right (0..31)
* @return a right-shifted and zero-filled by b bits
*/
private static function urs($a, $b)
{
$a &= 0xffffffff;
$b &= 0x1f; // (bounds check)
if ($a & 0x80000000 && $b > 0) { // if left-most bit set
$a = ($a >> 1) & 0x7fffffff; // right-shift one bit & clear left-most bit
$a = $a >> ($b - 1); // remaining right-shifts
} else { // otherwise
```

```
      $a = ($a >> $b); //    use
normal right-shift
      }
      return $a;
      }
      }
      ?>
```

View_baca.php

```
<div class="content">
<div class="container-fluid">
<div class="row">
<div class="col-lg-12"><br>
<ol class="breadcrumb">
<li>
<a href="<?php echo
site_url('controller_buku/bukuTerp
injam/') ?>">Buku Terpinjam</a>
<li class="active">Baca Buku</li>
</li>
</ol>
<?php  echo $this->session-
>flashdata('msg');
//include
"daftar_klasifikasi.php";
?>
</div>
<div class="col-md-10 col-md-
offset-1">
<h3 class="title text-
center">Selamat Membaca Buku
<br><b
style="color:orange"><?php echo
$cek['b_judul']; ?></b></h3>
<br />
<div class="nav-center">
<ul class="nav nav-pills nav-
pills-warning nav-pills-icons"
role="tablist">
<li class="active">
<a href="#description-1"
role="tab" data-toggle="tab">
<i class="material-icons">info</i>
Informasi
</a></li><li>
<a href="#tasks-1" role="tab"
data-toggle="tab">
<i class="material-
icons">chrome_reader_mode</i> Baca
Buku
</a></li><li>
<a href="#tasks-2" role="tab"
data-toggle="tab">
<i class="material-
icons">stars</i> Beri Ulasan
</a>
</li>
</ul>
</div>
<div class="tab-content">
<div class="tab-pane active"
id="description-1">
<div class="card">
<div class="card-header">
<h4 class="card-title">Deskripsi
buku</h4>
<p class="category">
Informasi data buku
</p>

</div>
<div class="card-content">
<div class="col-md-12">
<ul class="timeline timeline-
simple">
<li class="timeline-inverted">
<div class="timeline-badge
danger">
<i class="material-
icons">card_travel</i>
</div>
<div class="timeline-panel">
<div class="timeline-heading">
<span class="label label-
danger">Deskripsi </span>
</div>
<div class="timeline-body">
<div class="row">
<div class="col-md-8 text-
justify">
<p><?php echo $cek['b_deskripsi']
?></p>
</div>

<div class="col-md-4">
<img src="<?php echo
base_url('assets/img/buku/'.$cek['
b_sampul']);?>"
alt="Sampul">
<?php
$now = new DateTime();
$tglkembali =
$buku['t_tanggalkembali'];
$date = new DateTime($tglkembali);
$sisawaktu = $date->diff($now)-
>format("%d hari, %h jam dan %i
menit");
?>
<button
class="btn btn-primary btn-
block"><small><?php echo
$sisawaktu;?></small>
</button>
<button class="btn btn-danger btn-
block"
onclick="validate(this)"
```

```
value="<?php echo
$buku['t_idtransaksi'];?>">Kembali
kan</button>
</div>
</div>
</div>
</div>
</li>
<li class="timeline-inverted">
<div class="timeline-badge info">
<i class="material-
icons">fingerprint</i>
</div>
<div class="timeline-panel">
<div class="timeline-heading">
<span class="label label-
info">ISBN</span>
</div>
<div class="timeline-body">
<p><?php echo $cek['b_isbn']
?></p>
</div>
</div>
</li>
<li class="timeline-inverted">
<div class="timeline-badge
success">
<i class="material-
icons">extension</i>
</div>
<div class="timeline-panel">
<div class="timeline-heading">
<span class="label label-
success">Lainnya</span>
</div>
<div class="timeline-body">
<p><b>Klasifikasi :</b>
<?php echo $cek['b_klasifikasi']
?></p>
<hr>
<p><b>Text Bahasa :</b>
<?php echo $cek['b_bahasa'] ?></p>
<hr>
<p><b>Pengarang :</b>
<?php echo $cek['b_pengarang']
?></p><hr>
<p><b>Penerbit :</b>
<?php echo $cek['b_penerbit']
?></p><hr>
<p><b>Tahun Terbit :</b>
<?php echo $cek['b_tahunterbit']
?></p></div></div></li>
</ul>
</div>
</div>
</div>
</div>
<div class="tab-pane" id="tasks-
1">
<div class="card">
<?php  $fileName =
$dokumen['d_namadekrip']; ?>
<!-- <?php //echo "<script
type='text.javascript'>alert('".ba
se_url('decrypt/'.$fileName)."');<
/script>";?> -->
<div class="card-content"
style="height: 950px;">

<div id="sidebar">
<div id="panels">
<!-- <input id="searchBox"
placeholder="search"
type="search"> -->

<!-- <a id="show-Search"
class="show_view icon-search"
data-view="Search">Search</a> -->
<a id="show-Toc" class="show_view
icon-list-1 active" data-
view="Toc">TOC</a>
<a id="show-Bookmarks"
class="show_view icon-bookmark"
data-
view="Bookmarks">Bookmarks</a>
</div>
<div id="tocView" class="view">
</div>
<div id="searchView" class="view">
<ul id="searchResults"></ul>
</div>
<div id="bookmarksView"
class="view">
<ul id="bookmarks"></ul>
</div>
<div id="notesView" class="view">
<div id="new-note">
<textarea id="note-
text"></textarea>
<button id="note-
anchor">Anchor</button>
</div>
<ol id="notes"></ol>
</div>
</div>
<div id="main">
<div id="titlebar">
<div id="opener">
<a id="slider" class="fa fa-
address-card-o">Menu</a>
</div>
<div id="metainfo">
<span id="book-title"></span>
<span id="title-
seperator">  -
  </span>
<span id="chapter-title"></span>
</div>
<div id="title-controls">
<a id="bookmark" class="fa fa-
bookmark">Bookmark</a>
```

```
<a id="setting" class="fa fa-
wrench">Settings</a>
<a id="fullscreen" class="fa fa-
arrows-alt">Fullscreen</a>
</div>
</div>
<div id="prev"
class="arrow">‹</div>
<div id="viewer"></div>
<div id="next"
class="arrow">›</div>
<div id="loader"><img
src="img/loader.gif"></div>
</div>
<div class="modal md-effect-1"
id="settings-modal">
<div class="md-content">
<h3>Settings</h3>
<div>
<p>
<input type="checkbox"
id="sidebarReflow"
name="sidebarReflow">Reflow
text when sidebars are open.
</p>
</div><div class="closer icon-
cancel-circled"></div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<div class="tab-pane" id="tasks-
2">
<div class="card">
<div class="card-header">
<h4 class="card-title">Review dan
Rating</h4>
<p class="category">
Beri ulasan buku
</p>
<?php echo $this->session-
>flashdata('msg'); ?>
</div>
<div class="card-content">
<div class="card">
<div class="card-header card-
header-icon" data-background-
color="rose">
<i class="material-
icons">mail_outline</i>
</div>
<div class="card-content">
<h4 class="card-title">Form
Ulasan</h4>
<form method="POST"
action="<?php echo
base_url('controller_buku/ulas/'.$
cek['b_idbuku']) ?>">
<div class="form-group label-
floating">
<label class="control-label">Beri
Ulasan Buku</label>
<textarea name="vulasan" rows="7"
class="form-control"> <?php echo
$ulasan['r_ulasan']; ?>
</textarea>
<span class="text-danger"><?php
echo form_error('vulasan');
?></span>
</div>
<div class="form-group label-
floating">
<label class="control-label">Beri
Rating</label>
<select class="form-control"
name="vrating"
value="<?php echo
$ulasan['r_ulasan']; ?>" required>
<!--<option default value=>Beri
rating</option>-->
<option value="10">Sangat
Bagus</option>
<option value="8">Bagus</option>
<option value="6">Cukup
Bagus</option>
<option value="4">Kurang
Bagus</option>
<option value="2">Tidak
Bagus</option>
</select>
<span class="text-danger"><?php
echo form_error('vrating');
?></span>
</div>
<div class="checkbox">
<label>
<input type="checkbox"
name="vcekbox"> Saya memberi
ulasan
sesuai untuk buku yang telah saya
baca.
</label>

</div>
<button type="submit" class="btn
btn-fill btn-rose">Submit</button>
</form>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<script type="text/javascript">
$(document).ready(function () {
//Disable full page
```

```
$("body").on("contextmenu",functio
n(e){
return false;
});
//Disable part of page
$("#id").on("contextmenu",function
(e){
return false;
});
});
</script>
<script type="text/javascript">
$(document).ready(function () {
//Disable full page
$('body').bind('cut copy paste',
function (e) {
e.preventDefault();
});
//Disable part of page
$('#id').bind('cut copy paste',
function (e) {
e.preventDefault();
});
});
</script>
<script type="text/javascript">
$(document).ready(function () {
//Disable cut copy paste
$('body').bind('cut copy paste',
function (e) {
e.preventDefault();
});
//Disable mouse right click
$("body").on("contextmenu",functio
n(e){
return false;
});
});
</script>
<script src="<?php echo
base_url()?>assets/js/sweetalert2.
js"></script>
<script>
function validate(a) {
var id = a.value;
swal({
title: 'Yakin ingin kembalikan
buku?',
text: "Buku akan terhapus dari
daftar buku terpinjam",
type: 'warning',
showCancelButton: true,
confirmButtonText: 'Ya',
cancelButtonText: 'Tidak!',
reverseButtons: false,
buttonsStyling: true
}).then(function() {
$(location).attr('href', '<?php
echo
base_url()?>controller_buku/kembal
ikan/' + id);
}, function(dismiss) {
// dismiss can be 'overlay',
'cancel', 'close', 'esc', 'timer'
if (dismiss === 'cancel') {}
});
}
</script>
<script>
"use strict";
document.onreadystatechange =
function () {
if (document.readyState ==
"complete") {
window.reader =
ePubReader("http://localhost/TAPer
pus/decrypt/<?php echo
$fileName;?>", {
//window.reader =
ePubReader("https://s3.amazonaws.c
om/moby-dick/", {
//window.reader =
ePubReader("http://localhost:8080/
TAPerpus/decrypt/Test.epub", {
restore: true
});
}
};
</script>
```

Source Code Mobile

Main Activity.java

```
package com.example.webviewtest;
import
android.annotation.SuppressLint;
import android.app.AlertDialog;
import
android.content.DialogInterface;
import android.graphics.Bitmap;
import
android.support.v7.app.AppCompatAc
tivity;
import android.os.Bundle;
import
android.webkit.WebChromeClient;
import android.webkit.WebView;
import
android.webkit.WebViewClient;
import android.widget.ImageView;
import android.widget.ProgressBar;
public class MainActivity extends
AppCompatActivity {
ProgressBar superProgressBar;
ImageView superImageView;
WebView superWebView;
@SuppressLint("SetJavaScriptEnable
d")
@Override
protected void onCreate(Bundle
savedInstanceState) {
```

```
super.onCreate(savedInstanceState)
;
setContentView(R.layout.activity_m
ain);
superProgressBar =
findViewById(R.id.myProgressBar);
superImageView =
findViewById(R.id.myImageView);
superWebView =
findViewById(R.id.myWebView);
superProgressBar.setMax(100);
superWebView.loadUrl("http://www.t
aperpus.ilmupelajar.com");
superWebView.getSettings().setJava
ScriptEnabled(true);
superWebView.setWebViewClient(new
WebViewClient());
superWebView.setWebChromeClient(ne
w WebChromeClient(){
@Override
public void
onProgressChanged(WebView view,
int newProgress) {
super.onProgressChanged(view,
newProgress);
superProgressBar.setProgress(newPr
ogress);
}
@Override
public void
onReceivedTitle(WebView view,
String title) {
super.onReceivedTitle(view,
title);
getSupportActionBar().setTitle(tit
le);
}
@Override
public void onReceivedIcon(WebView
view, Bitmap icon) {
super.onReceivedIcon(view, icon);
superImageView.setImageBitmap(icon
);
}
});
}
@Override
public void onBackPressed() {
if (superWebView.canGoBack()) {
superWebView.goBack();
}
else {
AlertDialog.Builder builder = new
AlertDialog.Builder(this);
builder.setMessage("Are you sure
you want to exit?")
.setCancelable(false)
.setPositiveButton("Yes", new
DialogInterface.OnClickListener()
{
public void
onClick(DialogInterface dialog,
int id) {
finish();
}
})
.setNegativeButton("No", new
DialogInterface.OnClickListener()
{
public void
onClick(DialogInterface dialog,
int id) {
dialog.cancel();
}
});
AlertDialog alert =
builder.create();
alert.show();
}
}
}
```

Activity_main.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-
8"?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.andr
oid.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.
com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.androi
d.com/tools"
android:layout_width="match_parent
"
android:layout_height="match_paren
t"
android:orientation="vertical"
tools:context=".MainActivity">
<LinearLayout
android:orientation="horizontal"
android:layout_width="match_parent
"
android:layout_height="20dp">
<ProgressBar
android:id="@+id/myProgressBar"
android:layout_weight="0.1"
style="@style/Widget.AppCompat.Pro
gressBar.Horizontal"
android:layout_width="match_parent
"
android:layout_height="match_paren
t" />
<ImageView
android:id="@+id/myImageView"
android:src="@mipmap/ic_launcher_r
ound"
android:layout_weight="0.9"
android:layout_width="match_parent
"
android:layout_height="match_paren
t" />
```

```
</LinearLayout>
<WebView
android:id="@+id/myWebView"
android:layout_width="match_parent
"
android:layout_height="match_paren
t">
</WebView>
</LinearLayout>
```

Lampiran 2: DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama	: Sio Jurnalis Pipin
Umur	: 21 Tahun
Tempat / Tanggal Lahir	: Medan / 06 Juli 1997
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Kristen Protestan
Tempat Tinggal	: Jl. Pelud Binaka No. 109 Dusun II Desa Ononamolo I Lot, Nias

Pendidikan:

1. Tamatan SDN. DHARMA CARAKA G. SELATAN Tahun 2009
2. Tamatan SMP NEGERI 1 GUNUNGSITOLI IDANOI Tahun 2012
3. Tamatan SMK SWASTA PEMBDA NIAS Tahun 2015

Demikian daftar riwayat hidup ini saya perbuat dengan sesungguhnya.

Hormat Saya,

Sio Jurnalis Pipin

Nama	: Albert Prima Laia
Umur	: 21 Tahun
Tempat / Tanggal Lahir	: Medan / 20 Agustus 1997
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Kristen Protestan
Tempat Tinggal	: Jl. Sukamurni no.35, Kel. Indrakasih

Pendidikan:

1. Tamatan SDN. 060878 MEDAN Tahun 2009
2. Tamatan SMPN 11 MEDAN Tahun 2012
3. Tamatan SMAS Kat. BUDI MURNI 1 MEDAN Tahun 2015

Demikian daftar riwayat hidup ini saya perbuat dengan sesungguhnya.

Hormat Saya,

Albert Prima Laia

Nama	: Heru Kurniawan
Umur	: 23 Tahun
Tempat / Tanggal Lahir	: Lubukpakam / 19 Desember 1995
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Tempat Tinggal	: Jl. Negara, Kel. Petapahan RT 3, RW 3

Pendidikan:

1. Tamatan SDN. 060878 MEDAN Tahun 2007
2. Tamatan SMPN 11 MEDAN Tahun 2010
3. Tamatan SMAS Kat. BUDI MURNI 1 MEDAN Tahun 2013

Demikian daftar riwayat hidup ini saya perbuat dengan sesungguhnya.

Hormat Saya,

Heru Kurniawan