**APLIKASI REKOMENDASI E-BOOK PADA PERPUSTAKAAN DIGITAL MENGGUNAKAN DEEP COLLABORATIVE FILTERING BERBASIS MOBILE DAN WEB**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**EVAN OWEN PASARIBU** (NIM. 171111067)

**IMAN FAJAR LOMBU** (NIM. 171111768)

**MARTUA SINAGA** (NIM. 171112356)



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER**

**MIKROSKIL**

**MEDAN**

**2021**

**MOBILE AND WEB APPLICATION FOR DIGITAL LIBRARY**

**E-BOOK RECOMMENDATION USING DEEP COLLABORATIVE FILTERING**

**FINAL RESEARCH**

By:

**EVAN OWEN PASARIBU** (NIM. 171111067)

**IMAN FAJAR LOMBU** (NIM. 171111768)

**MARTUA SINAGA** (NIM. 171112356)



**STUDY PROGRAM OF INFORMATICS ENGINEERING**

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INFORMATIKA DAN KOMPUTER**

**MIKROSKIL**

**MEDAN**

**2021**

**lembaran pengesahan**

**APLIKASI REKOMENDASI E-BOOK PADA PERPUSTAKAAN DIGITAL MENGGUNAKAN DEEP COLLABORATIVE FILTERING BERBASIS MOBILE DAN WEB**

**TUGAS AKHIR (SKRIPSI)**

Diajukan untuk Melengkapi Persyaratan Guna

Mendapatkan Gelar Sarjana Strata Satu

Program Studi Teknik Informatika

Oleh:

**EVAN OWEN PASARIBU** (NIM. 171111067)

**IMAN FAJAR LOMBU** (NIM. 171111768)

**MARTUA SINAGA** (NIM. 171112356)

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing,

Dr. Ronsen Purba, M.Sc.

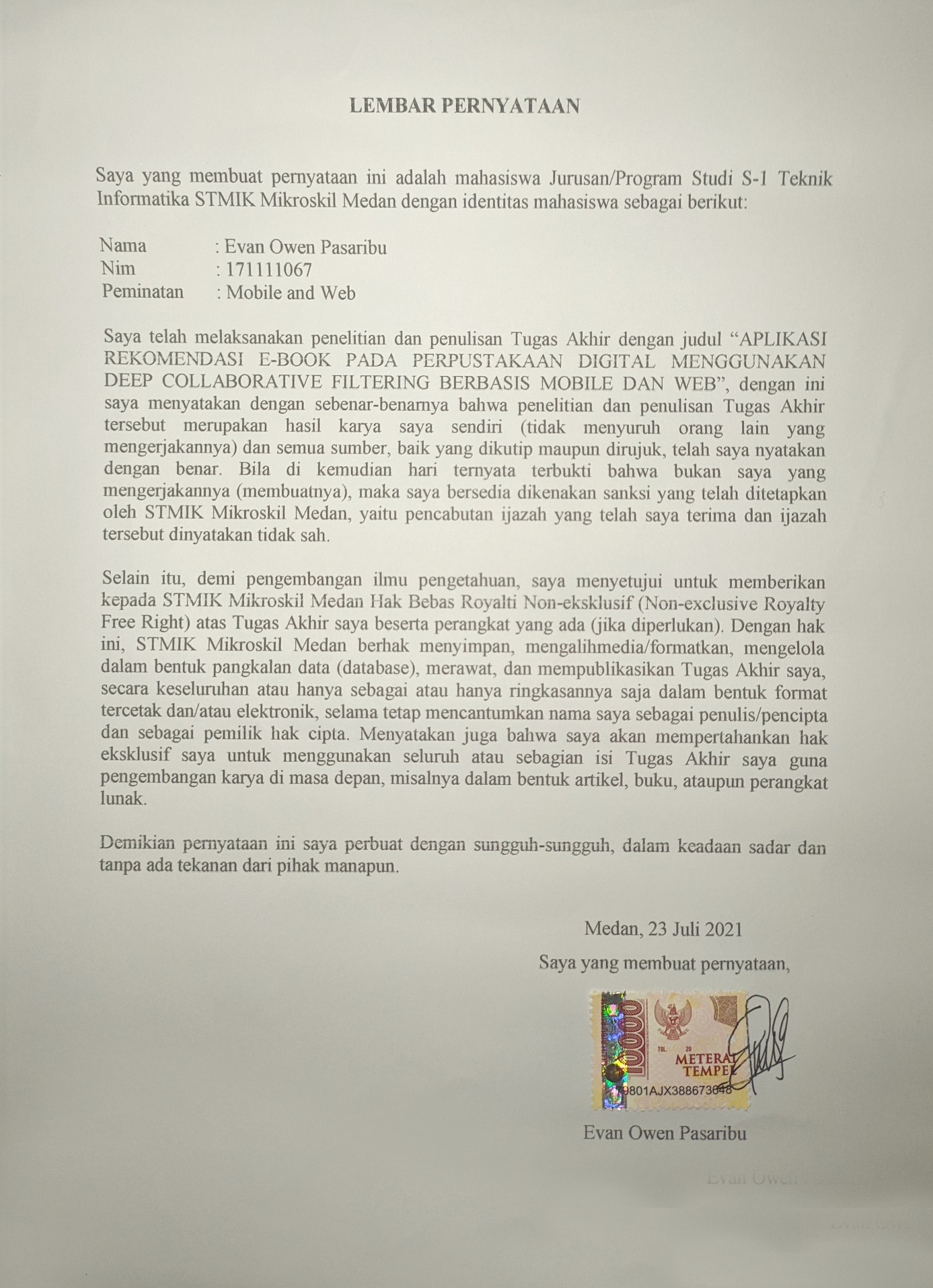
Medan, 23 Juli 2021

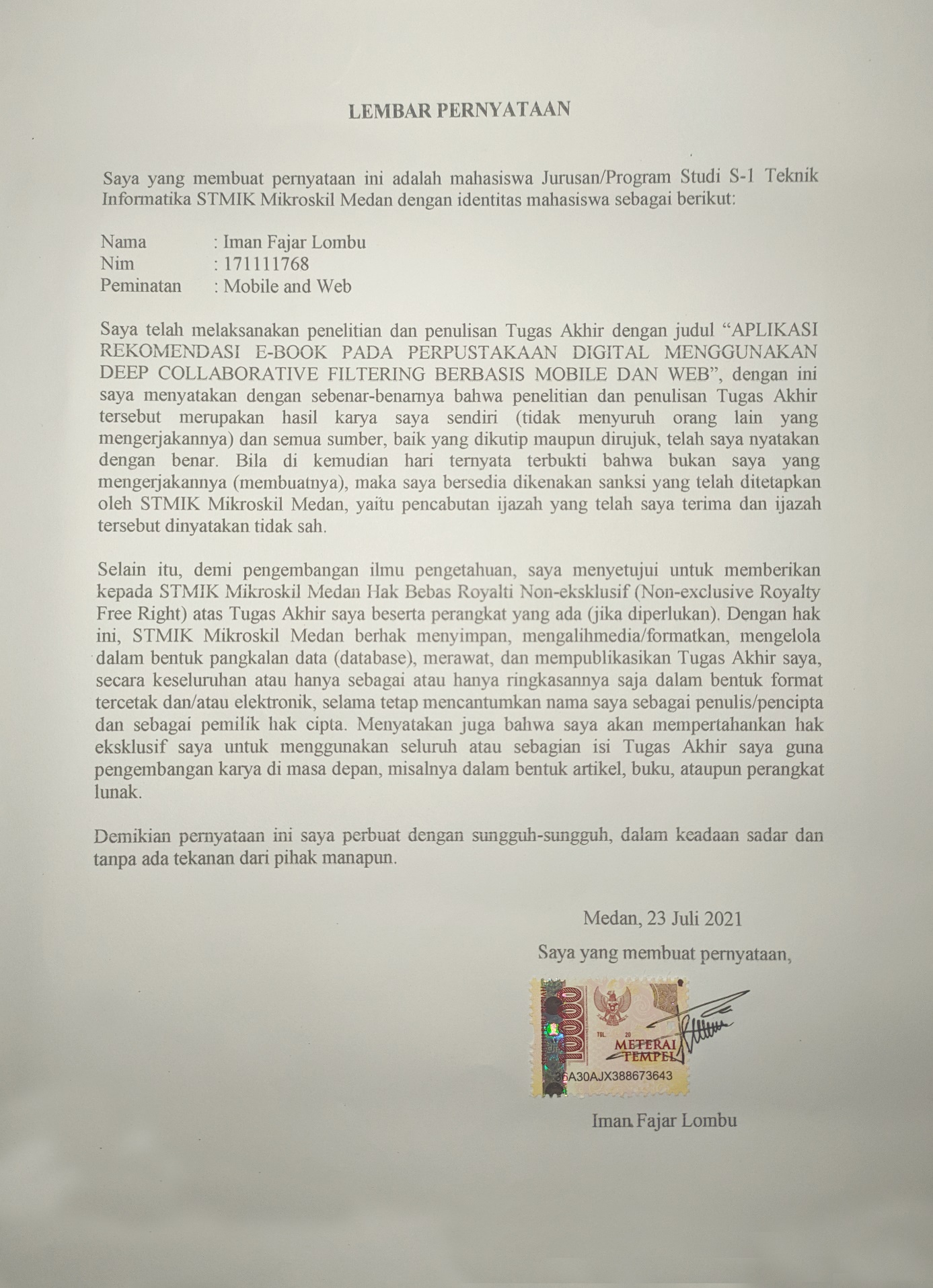
Diketahui dan Disahkan Oleh:

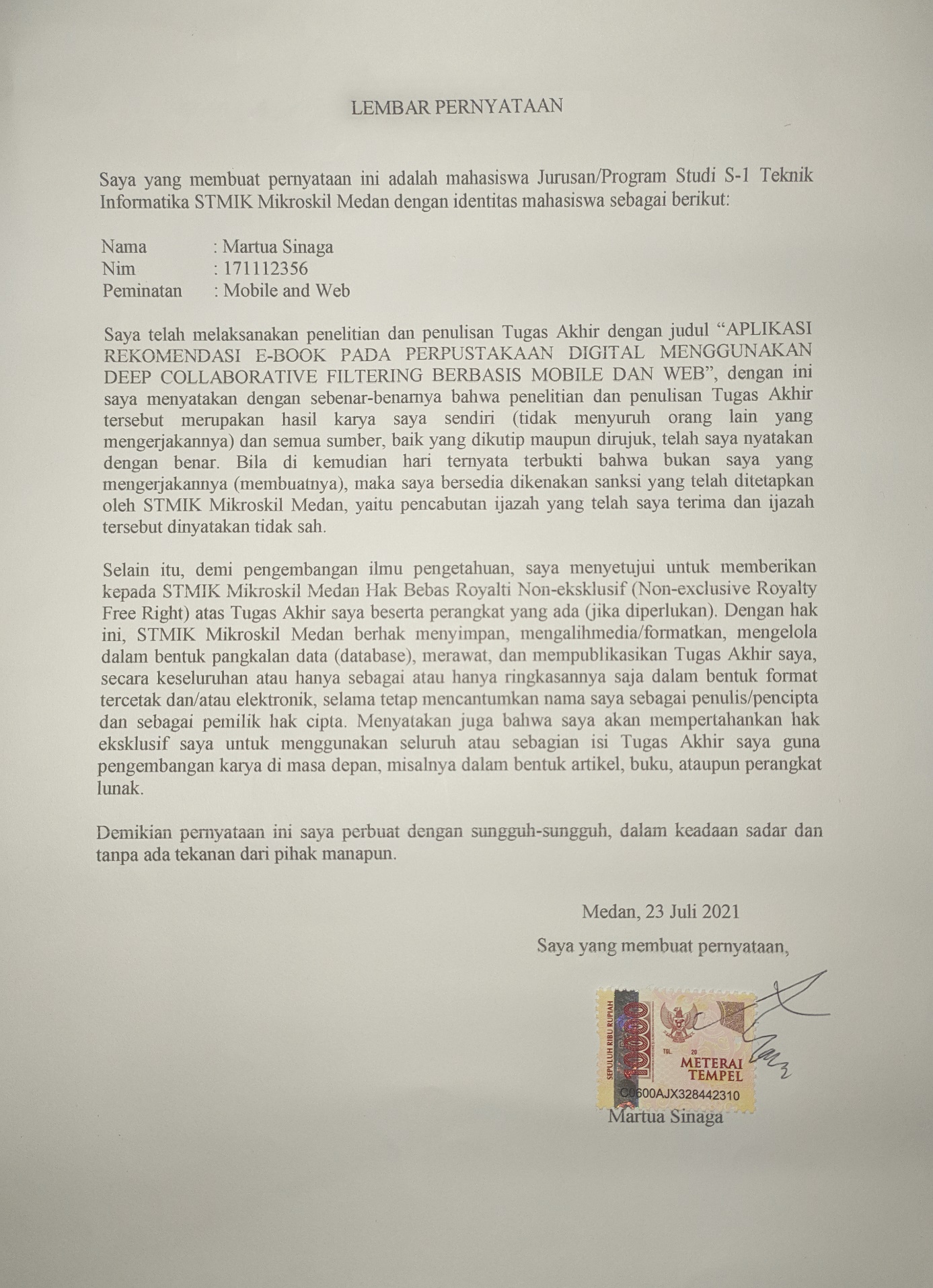
Ketua Program Studi

Teknik Informatika,

Sunaryo Winardi, S.Kom., M.T.







# ABSTRAK

Perpustakaan digital mengalami permasalahan *sparsity* matriks *rating* karena pemberian *rating* yang cenderung jarang diberikan oleh *user*. Banyaknya *user* yang hanya menilai sejumlah kecil *item*, membuat sistem rekomendasi *collaborative filtering* memberikan hasil rekomendasi dengan akurasi yang sangat rendah.

Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini digunakan metode *Deep Collaborative Filtering* (DCF) yang merupakan penggabungan pendekatan *collaborative filtering* yaitu p*robabilistic matrix factorization* dengan salah satu teknik *deep learning* yaitu *marginalized denoising auto-encoders* untuk memprediksi *rating user* terhadap suatu *item*, sehingga dapat mengurangi *sparsity* matriks *rating* pada perpustakaan digital.

Berdasarkan hasil pengujian dengan *Black Box Testing* perangkat lunak secara fungsional mengeluarkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Hasil pengujian keakuratan *deep collaborative filtering* dengan 10 kali pengujian menunjukkan bahwa nilai *error* yang didapatkan menghasilkan nilai rata - rata *error* yang relatif rendah terhadap 30 *user* dan 100 *item* dengan nilai MAE0,83445 dan RMSE 0.93618.

Kata Kunci : *Sparsity*, DCF, *collaborative filtering, deep learning.*

# KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Aplikasi Rekomendasi *E-book* Pada Perpustakaan Digital Menggunakan *Deep Collaborative Filtering* Berbasis *Mobile* dan *Web*”.

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan guna mendapatkan gelar Sarjana Strata 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 bantuan dari berbagai pihak. Oleh karna itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ronsen Purba, M.Sc., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan yang berguna selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Darwin, S.Kom., M.Kom., selaku Pendamping Pembimbing yang telah memberikan bimbingan yang berguna selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Pahala Sirait, S.T., M.Kom., selaku Ketua STMIK Mikroskil Medan.
4. Bapak Gunawan, S.Kom., M.T.I., selaku Wakil Ketua I STMIK Mikroskil Medan
5. Bapak Sunaryo Winardi, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan.
6. Ibu Wulan Sri Lestari, S.Kom., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Informatika STMIK Mikroskil Medan.
7. Seluruh Dosen STMIK Mikroskil Medan yang telah mengajar, dan membimbing penulis selama perkuliahan.
8. Kedua Orang Tua Penulis yang telah memberikan dukungan maupun materi sehingga dapat menyelesaikan pendidikan hingga selesai.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis menyadari bahwa masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap para pembaca sudi kiranya memaklumi segala kesalahan dan kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, dan memberikan manfaat bagi yang membutuhkan.

Medan, 23 Juli 2021

# DAFTAR ISI

[ABSTRAK i](#_Toc80345599)

[KATA PENGANTAR ii](#_Toc80345600)

[DAFTAR ISI iii](#_Toc80345601)

[DAFTAR GAMBAR vi](#_Toc80345602)

[DAFTAR TABEL ix](#_Toc80345603)

[DAFTAR LAMPIRAN xiii](#_Toc80345604)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc80345605)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc80345606)

[1.2 Rumusan Masalah 2](#_Toc80345607)

[1.3 Tujuan 2](#_Toc80345608)

[1.4 Manfaat 2](#_Toc80345609)

[1.5 Batasan Masalah 3](#_Toc80345610)

[1.6 Metodologi Pengembangan Sistem 4](#_Toc80345611)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5](#_Toc80345612)

[2.1 Perpustakaan Digital 5](#_Toc80345613)

[2.1.1 Jenis Koleksi Digital 5](#_Toc80345614)

[2.1.2 Format File Digital 6](#_Toc80345615)

[2.1.3 Digitalisasi File Digital 7](#_Toc80345616)

[2.1.4 Klasifikasi Item Perpustakaan 9](#_Toc80345617)

[2.2 Sistem Rekomendasi 10](#_Toc80345618)

[2.2.1 Content-based Recommendation 11](#_Toc80345619)

[2.2.2 Collaborative Filtering Recommendation 13](#_Toc80345620)

[2.2.3 Hybrid Approaches 15](#_Toc80345621)

[2.3 Deep Learning 16](#_Toc80345622)

[2.3.1 Multilayer Perceptron 17](#_Toc80345623)

[2.3.2 Autoencoder Based Recommendation 17](#_Toc80345624)

[*2.3.3* Restricted Boltzmann Machine based Recommendation 18](#_Toc80345625)

[2.4 Deep Collaborative Filtering 19](#_Toc80345626)

[2.4.1 Matriks Factorization 20](#_Toc80345627)

[2.4.2 Marginalized Denoising Auto-encoder 22](#_Toc80345628)

[2.4.3 Normalisasi Data Pada Deep Collaborative Filtering 22](#_Toc80345629)

[2.4.4 Menghitung Kesalahan Model (*Loss Function*) 24](#_Toc80345630)

[2.4.5 Tahapan Rekomendasi Pada Deep Collaborative Filtering 24](#_Toc80345631)

[2.5 Pengujian Perangkat Lunak dan Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi 28](#_Toc80345632)

[2.5.1 Pengujian Perangkat Lunak dengan Black Box Testing 28](#_Toc80345633)

[2.5.2 Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi 28](#_Toc80345634)

[BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN 30](#_Toc80345635)

[3.1 Analisis 30](#_Toc80345636)

[3.1.1 Analisis Proses 30](#_Toc80345637)

[3.1.2 Analisis Kebutuhan 46](#_Toc80345638)

[3.1.2.1 Analisis Kebutuhan Fungsional 46](#_Toc80345639)

[3.1.2.2 Analisis Kebutuhan *Non*-Fungsional 59](#_Toc80345640)

[3.2 Perancangan 60](#_Toc80345641)

[3.2.1 Perancangan Tampilan 60](#_Toc80345642)

[3.2.1.1 Tampilan Website 60](#_Toc80345643)

[3.2.1.2 Tampilan Mobile 77](#_Toc80345644)

[3.2.2 Perancangan Basis Data 86](#_Toc80345645)

[BAB IV HASIL DAN PENGUJIAN 93](#_Toc80345646)

[4.1 Hasil 93](#_Toc80345647)

[4.1.1 Website 93](#_Toc80345648)

[4.1.2 Mobile 105](#_Toc80345649)

[4.2 Pengujian 113](#_Toc80345650)

[4.2.1 Black Box Testing 113](#_Toc80345651)

[4.2.2 Pengujian Keakuratan Hasil Rekomendasi 126](#_Toc80345652)

[BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 142](#_Toc80345653)

[5.1 Kesimpulan 142](#_Toc80345654)

[5.2 Saran 142](#_Toc80345655)

[DAFTAR PUSTAKA 143](#_Toc80345656)

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Struktur *Autoencoder* 18](#_Toc78194945)

[Gambar 2.2 *Restricted Boltzmann Machine* dengan unit tersembunyi biner dan unit terlihat *softmax* 19](#_Toc78194946)

[Gambar 2.3 Ilustrasi Penerapan *Deep Collaborative Filtering* 20](#_Toc78194947)

[Gambar 2.4 Contoh *Matriks Factorization* 21](#_Toc78194948)

[Gambar 2.5 Perkalian Matriks *Latent Factor User* dan *Item* 26](#_Toc78194949)

[Gambar 3.1 *Flowchart* dari *Deep Collaborative Filtering* 30](#_Toc80345417)

[Gambar 3.2 *Use case Diagram Web* 47](#_Toc80345418)

[Gambar 3.3 *Use case Diagram Mobile* 47](#_Toc80345419)

[Gambar 3.4 Perancangan Halaman Utama *Website* 61](#_Toc80345420)

[Gambar 3.5 Perancangan Halaman Pendaftaran 62](#_Toc80345421)

[Gambar 3.6 Perancangan Halaman Masuk 63](#_Toc80345422)

[Gambar 3.7 Perancangan Halaman Beranda *Member* 64](#_Toc80345423)

[Gambar 3.8 Perancangan Halaman Profil 65](#_Toc80345424)

[Gambar 3.9 Perancangan Halaman Kategori *Item* Digital 66](#_Toc80345425)

[Gambar 3.10 Perancangan Halaman Pencarian 67](#_Toc80345426)

[Gambar 3.11 Perancangan Halaman Detail *Item* Digital 68](#_Toc80345427)

[Gambar 3.12 Perancangan Halaman Baca *Item* Digital 69](#_Toc80345428)

[Gambar 3.13 Perancangan Halaman Tentang 70](#_Toc80345429)

[Gambar 3.14 Perancangan Halaman *Dashboard* *Admin* 70](#_Toc80345430)

[Gambar 3.15 Perancangan Halaman Profil *Admin* 71](#_Toc80345431)

[Gambar 3.16 Perancangan Halaman *Item* Digital 72](#_Toc80345432)

[Gambar 3.17 Perancangan Halaman Tambah *Item* digital 73](#_Toc80345433)

[Gambar 3.18 Perancangan Halaman Data *Member* 73](#_Toc80345434)

[Gambar 3.19 Perancangan Halaman Verifikasi *Member* Baru 74](#_Toc80345435)

[Gambar 3.20 Perancangan Halaman Peminjaman 75](#_Toc80345436)

[Gambar 3.21 Perancangan Halaman Laporan 76](#_Toc80345437)

[Gambar 3.22 Perancangan Pengujian Keakuratan Sistem Rekomendasi 76](#_Toc80345438)

[Gambar 3.23 Perancangan Halaman Masuk *Mobile* 77](#_Toc80345439)

[Gambar 3.24 Perancangan Halaman Pendaftaran *Mobile* 78](#_Toc80345440)

[Gambar 3.25 Perancangan Halaman Beranda *Mobile* 79](#_Toc80345441)

[Gambar 3.26 Perancangan Halaman Pencarian *Mobile* 80](#_Toc80345442)

[Gambar 3.27 Perancangan Halaman Detail *Item* Digital *Mobile* 81](#_Toc80345443)

[Gambar 3.28 Perancangan Halaman Baca *Item* Digital *Mobile* 82](#_Toc80345444)

[Gambar 3.29 Perancangan Halaman Kategori *Item* Digital *Mobile* 82](#_Toc80345445)

[Gambar 3.30 Perancangan Halaman *Item* Digital Saya *Mobile* 83](#_Toc80345446)

[Gambar 3.31 Perancangan Halaman Menu Profil *Mobile* 84](#_Toc80345447)

[Gambar 3.32 Perancangan Halaman Profil *Member* *Mobile* 85](#_Toc80345448)

[Gambar 3.33 Perancangan Halaman Riwayat Peminjaman *Mobile* 86](#_Toc80345449)

[Gambar 3.34 Relasi Antar Tabel Basis Data Perpustakaan Digital 88](#_Toc80345450)

[Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama *Website* 93](#_Toc80345451)

[Gambar 4.2 Tampilan Halaman *Login* 94](#_Toc80345452)

[Gambar 4.3 Tampilan Halaman *Registrasi* 95](#_Toc80345453)

[Gambar 4.4 Tampilan Halaman Profil 95](#_Toc80345454)

[Gambar 4.5 Tampilan Halaman Kategori 96](#_Toc80345455)

[Gambar 4.6 Tampilan Halaman Pencarian 96](#_Toc80345456)

[Gambar 4.7 Tampilan Halaman *Item* Terpinjam 97](#_Toc80345457)

[Gambar 4.8 Tampilan Halaman Riwayat Peminjaman 97](#_Toc80345458)

[Gambar 4.9 Tampilan Detail *Item* 98](#_Toc80345459)

[Gambar 4.10 Tampilan Halaman Baca *Item* 98](#_Toc80345460)

[Gambar 4.11 Tampilan Halaman Kontak 99](#_Toc80345461)

[Gambar 4.12 Tampilan Halaman Tentang 99](#_Toc80345462)

[Gambar 4.13 Tampilan Halaman *Loign* 100](#_Toc80345463)

[Gambar 4.14 Tampilan Halaman *Dashboard* 100](#_Toc80345464)

[Gambar 4.15 Tampilan Halaman Profil 101](#_Toc80345465)

[Gambar 4.16 Tampilan Halaman Kelola *Item* Digital 101](#_Toc80345466)

[Gambar 4.17 Tampilan Halaman Tambah *Item* Digital 102](#_Toc80345467)

[Gambar 4.18 Tampilan Halaman Kelola *Member* 102](#_Toc80345468)

[Gambar 4.19 Tampilan Halaman Verifikasi *Member* Baru 103](#_Toc80345469)

[Gambar 4.20 Tampilan Halaman Kelola Peminjaman 103](#_Toc80345470)

[Gambar 4.21 Tampilan Halaman Laporan 104](#_Toc80345471)

[Gambar 4.22 Tampilan Halaman Feedback 104](#_Toc80345472)

[Gambar 4.23 Tampilan Halaman Pengujian 105](#_Toc80345473)

[Gambar 4.24 Tampilan Halaman *Login* 105](#_Toc80345474)

[Gambar 4.25 Tampilan Halaman *Registrasi* 106](#_Toc80345475)

[Gambar 4.26 Tampilan Halaman Home 107](#_Toc80345476)

[Gambar 4.27 Tampilan Halaman Profil 108](#_Toc80345477)

[Gambar 4.28 Tampilan Halaman Kategori 108](#_Toc80345478)

[Gambar 4.29 Tampilan Halaman Pencarian 109](#_Toc80345479)

[Gambar 4.30 Tampilan Halaman Buku Terpinjam 110](#_Toc80345480)

[Gambar 4.31 Tampilan Halaman Riwayat Peminjaman 110](#_Toc80345481)

[Gambar 4.32 Tampilan Halaman Detail *Item* 111](#_Toc80345482)

[Gambar 4.33 Tampilan Halaman Baca *Item* 112](#_Toc80345483)

[Gambar 4.34 Tampilan Halaman Kontak 112](#_Toc80345484)

[Gambar 4.35 Tampilan Halaman Tentang 113](#_Toc80345485)

# DAFTAR TABEL

[Tabel 2.1 Kelas Umum *Dewey Decimal Classification* 23 9](#_Toc78195019)

[Tabel 2.2 Kelas Utama *Universal Decimal Classification* 10](#_Toc78195020)

[Tabel 2.3 Contoh Matriks *Rating* *Content-based Recommendation* 12](#_Toc78195021)

[Tabel 2.4 Contoh Matriks *User* x *Item* Sistem Rekomendasi *Collaborative Filtering* 14](#_Toc78195022)

[Tabel 2.5 Ringkasan Notasi 20](#_Toc78195023)

[Tabel 2.6 Data Sebelum Normalisasi 23](#_Toc78195024)

[Tabel 2.7 Data Setelah Normalisasi 23](#_Toc78195025)

[Tabel 2.8 Matriks *Rating* Hasil Prediksi 27](#_Toc78195026)

[Tabel 2.9 Matriks *Rating* Prediksi Setelah Normalisasi 27](#_Toc78195027)

[Tabel 3.1 Contoh Inisialisasi Matriks *Rating* (R) 31](#_Toc80345486)

[Tabel 3.2 Contoh Inisialisasi Fitur *User* (X) 31](#_Toc80345487)

[Tabel 3.3 Contoh Inisialisasi Fitur *Item* (Y) 31](#_Toc80345488)

[Tabel 3.4 Contoh Inisialisasi *Mapping Funtion User* (W1) 31](#_Toc80345489)

[Tabel 3.5 Contoh Inisialisasi *Mapping Funtion* *Item* (W2) 32](#_Toc80345490)

[Tabel 3.6 Contoh Inisialisasi Matriks *Projection* *User* (P1) 32](#_Toc80345491)

[Tabel 3.7 Contoh Inisialisasi Matriks *Projection Item* (P2) 32](#_Toc80345492)

[Tabel 3.8 *Latent Factor User* (U) 32](#_Toc80345493)

[Tabel 3.9 *Latent Factor Item* (V) 32](#_Toc80345494)

[Tabel 3.10 Contoh Inisialisasi Matriks *Rating Non-empty Entries* (A) 33](#_Toc80345495)

[Tabel 3.11 Matriks *Rating* Setelah Normalisasi 33](#_Toc80345496)

[Tabel 3.12 Hasil Perkalian Matriks dan 34](#_Toc80345497)

[Tabel 3.13 Hasil Perkalian Matriks W1 dan X 34](#_Toc80345498)

[Tabel 3.14 Hasil Pengurangan dan 34](#_Toc80345499)

[Tabel 3.15 Hasil Pengkuadratan Matriks . 34](#_Toc80345500)

[Tabel 3.16 Hasil Perkalian Matriks dan 35](#_Toc80345501)

[Tabel 3.17 Hasil Perkalian Matriks W2 dan Y 35](#_Toc80345502)

[Tabel 3.18 Hasil Pengurangan dan 35](#_Toc80345503)

[Tabel 3.19 Hasil Pengkuadratan Matriks . 35](#_Toc80345504)

[Tabel 3.20 Hasil Perkalian Matriks U dan 36](#_Toc80345505)

[Tabel 3.21 Hasil Pengurangan Matriks *rating* R dengan . 36](#_Toc80345506)

[Tabel 3.22 Hasil Perhitungan 36](#_Toc80345507)

[Tabel 3.23 Hasil Perkalian Matriks 37](#_Toc80345508)

[Tabel 3.24 Hasil Perhitungan 37](#_Toc80345509)

[Tabel 3.25 Nilai Hasil Penjumlahan dan 38](#_Toc80345510)

[Tabel 3.26 Hasil Perkalian Matriks 38](#_Toc80345511)

[Tabel 3.27 Hasil Perhitungan 38](#_Toc80345512)

[Tabel 3.28 Nilai Hasil Penjumlahan dan 38](#_Toc80345513)

[Tabel 3.29 Hasil *Update* W1 Perulangan 1 39](#_Toc80345514)

[Tabel 3.30 Hasil Perkalian Matriks 39](#_Toc80345515)

[Tabel 3.31 Hasil Perhitungan 39](#_Toc80345516)

[Tabel 3.32 Hasil Perkalian Matriks 40](#_Toc80345517)

[Tabel 3.33 Hasil Perhitungan 40](#_Toc80345518)

[Tabel 3.34 Nilai Hasil Penjumlahan dan 40](#_Toc80345519)

[Tabel 3.35 Hasil *Update* W2 Perulangan 1 40](#_Toc80345520)

[Tabel 3.36 Hasil Perhitungan 41](#_Toc80345521)

[Tabel 3.37 Hasil Perhitungan 41](#_Toc80345522)

[Tabel 3.38 Hasil *Update* P1 Perulangan 1 41](#_Toc80345523)

[Tabel 3.39 Hasil Perhitungan 41](#_Toc80345524)

[Tabel 3.40 Hasil Perhitungan 42](#_Toc80345525)

[Tabel 3.41 Hasil *Update* P2 Perulangan 1 42](#_Toc80345526)

[Tabel 3.42 *Latent Factor User* Perulangan 1 42](#_Toc80345527)

[Tabel 3. 43*Latent Factor Item* Perulangan 1 42](#_Toc80345528)

[Tabel 3.44 Hasil *Update* W1 Perulangan 2 43](#_Toc80345529)

[Tabel 3.45 Hasil *Update* W2 Perulangan 2 43](#_Toc80345530)

[Tabel 3.46 Hasil *Update* P1 Perulangan 2 43](#_Toc80345531)

[Tabel 3. 47Hasil *Update* P1 Perulangan 2 43](#_Toc80345532)

[Tabel 3.48 *Latent Factor User* Perulangan 2 44](#_Toc80345533)

[Tabel 3.49 *Latent Factor Item* Perulangan 2 44](#_Toc80345534)

[Tabel 3.50 Hasil *Update* W1 Perulangan 3 44](#_Toc80345535)

[Tabel 3.51 Hasil *Update* W2 Perulangan 3 45](#_Toc80345536)

[Tabel 3.52 Hasil *Update* P1 Perulangan 3 45](#_Toc80345537)

[Tabel 3.53 Hasil *Update* P1 Perulangan 3 45](#_Toc80345538)

[Tabel 3.54 *Latent Factor User* Perulangan 3 45](#_Toc80345539)

[Tabel 3.55*Latent Factor Item* Perulangan 3 45](#_Toc80345540)

[Tabel 3.56 Matriks *Rating* Hasil Perkalian *Latent Factor User* dan *Item* 46](#_Toc80345541)

[Tabel 3.57 Hasil Normalisasi Matriks *Rating* Menggunakan *Min-max Normalization* 46](#_Toc80345542)

[Tabel 3.58 Aktor Pada *Use Case* *Diagram Web* dan *Mobile* 48](#_Toc80345543)

[Tabel 3.59 *Use Case* pada Web dan Mobile 48](#_Toc80345544)

[Tabel 3.60 Narasi *Use Case* *Login* 50](#_Toc80345545)

[Tabel 3.61 Narasi *Use Case* MengelolaData *Member* 50](#_Toc80345546)

[Tabel 3.62 Narasi *Use Case* Melakukan Verifikasi *Member* 51](#_Toc80345547)

[Tabel 3.63 Narasi *Use Case* Mengelola Data Pustaka 51](#_Toc80345548)

[Tabel 3.64 Narasi *Use Case* Mengelola Transaksi Peminjaman 52](#_Toc80345549)

[Tabel 3.65 Narasi *Use Case* Membuat Laporan 52](#_Toc80345550)

[Tabel 3.66 Narasi *Use Case* Mendapat Rekomendasi Koleksi dari Algoritma DCF 53](#_Toc80345551)

[Tabel 3.67 Narasi Use Case Meminjam Koleksi 53](#_Toc80345552)

[Tabel 3.68 Narasi *Use Case* Membaca Koleksi 54](#_Toc80345553)

[Tabel 3.69 Narasi *Use Case* Memberi Ulasan & *Rating* Koleksi 54](#_Toc80345554)

[Tabel 3.70 Narasi *Use Case* Mendaftar Sebagai *Member* 55](#_Toc80345555)

[Tabel 3.71 Narasi *Use Case* Mendaftar Sebagai *Member* 56](#_Toc80345556)

[Tabel 3.72 Narasi *Use Case* Melihat Detail Koleksi 56](#_Toc80345557)

[Tabel 3.73 Narasi *Use Case* Menyaring dan Mencari Koleksi 56](#_Toc80345558)

[Tabel 3.74 Narasi *Use Case* Mengedit Profil *Member* 57](#_Toc80345559)

[Tabel 3.75 Narasi *Use Case* Melakukan Pengujian Rekomendasi 58](#_Toc80345560)

[Tabel 3.76 Analisis Kebutuhan Non-Fungsionalitas dengan Kerangka PIECES 59](#_Toc80345561)

[Tabel 3.77 Relasi antara entitas pada ERD 86](#_Toc80345562)

[Tabel 3.78 Struktur Tabel *user* 89](#_Toc80345563)

[Tabel 3.79 Struktur Tabel *Admin* 89](#_Toc80345564)

[Tabel 3.80 Struktur Tabel *books* 90](#_Toc80345565)

[Tabel 3.81 Struktur Tabel *ratings* 91](#_Toc80345566)

[Tabel 3. 82 Struktur Tabel *feedback* 91](#_Toc80345567)

[Tabel 3.83 Struktur Tabel peminjaman 92](#_Toc80345568)

[Tabel 3.84 Struktur Tabel Pengujian 92](#_Toc80345569)

[Tabel 4.1 Pengujian Halaman *Guest* 114](#_Toc80345570)

[Tabel 4.2 Pengujian halaman *member* yang belum memberikan *rating* 116](#_Toc80345571)

[Tabel 4.3 Pengujian halaman *member* yang telah memberikan *rating* 117](#_Toc80345572)

[Tabel 4.4 Pengujian halaman *board member* yang telah meminjam *item* namun belum memberikan *rating* 119](#_Toc80345573)

[Tabel 4.5 Pengujian halaman *board member* yang telah meminjam *item* dan telah memberikan *rating* 120](#_Toc80345574)

[Tabel 4.6 Pengujian halaman *board member* yang telah meminjam *item* dan telah memberikan *rating* 121](#_Toc80345575)

[Tabel 4.7 Pengujian halaman *board admin* 122](#_Toc80345576)

[Tabel 4.8 Matriks *Rating* Pengujian Ke-1 126](#_Toc80345577)

[Tabel 4.9 Matriks Prediksi *Rating* Pengujian Ke-1 127](#_Toc80345578)

[Tabel 4.10 Matriks *Rating* Pengujian Ke-2 128](#_Toc80345579)

[Tabel 4.11 Matriks Prediksi *Rating* Pengujian Ke-2 128](#_Toc80345580)

[Tabel 4.12 Matriks *Rating* Pengujian Ke-3 129](#_Toc80345581)

[Tabel 4.13 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-3 129](#_Toc80345582)

[Tabel 4.14 Matriks *Rating* Pengujian Ke-4 130](#_Toc80345583)

[Tabel 4.15 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-4 131](#_Toc80345584)

[Tabel 4.16 Matriks *Rating* Pengujian Ke-5 132](#_Toc80345585)

[Tabel 4.17 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-5 132](#_Toc80345586)

[Tabel 4.18 Matriks *Rating* Pengujian Ke-6 133](#_Toc80345587)

[Tabel 4.19 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-6 134](#_Toc80345588)

[Tabel 4.20 Matriks *Rating* Pengujian Ke-7 135](#_Toc80345589)

[Tabel 4.21 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-7 135](#_Toc80345590)

[Tabel 4.22 Matriks *Rating* Pengujian Ke-8 136](#_Toc80345591)

[Tabel 4.23 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-8 136](#_Toc80345592)

[Tabel 4.24 Matriks *Rating* Pengujian Ke-9 137](#_Toc80345593)

[Tabel 4.25 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-9 138](#_Toc80345594)

[Tabel 4.26 Matriks *Rating* Pengujian Ke-10 139](#_Toc80345595)

[Tabel 4.27 Prediksi Matriks *Rating* Pengujian Ke-10 139](#_Toc80345596)

[Tabel 4.28 Hasil Pengujian MAE dan RMSE 140](#_Toc80345597)

# DAFTAR LAMPIRAN

[Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup 146](#_Toc80345598)