[W

;/--n

**TUGAS AKHIR – KI141502**

**PENGENALAN AKTIVITAS MANUSIA PADA VIDEO MENGGUNAKAN FITUR MATRIKS KOVARIAN**

**RINA WIJAYA KUSUMA WARDHANI**

**NRP 05111440000021**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.**

**Dosen Pembimbing II**

**Dini Adni Navastara, S.Kom., M.Sc.**

**DEPARTEMEN INFORMATIKA**

**Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2018**

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

**TUGAS AKHIR – KI141502**

**PENGENALAN AKTIVITAS MANUSIA PADA VIDEO MENGGUNAKAN FITUR MATRIKS KOVARIAN**

**RINA WIJAYA KUSUMA WARDHANI**

**NRP 05111440000021**

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.**

**Dosen Pembimbing II**

**Dini Adni Navastara, S.Kom., M.Sc.**

**DEPARTEMEN INFORMATIKA**

**Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Surabaya 2018**

****

**UNDERGRADUATE THESES – KI141502**

**HUMAN ACTIVITY RECOGNITION IN VIDEO USING FEATURE COVARIANCE MATRICES**

**RINA WIJAYA KUSUMA WARDHANI**

**NRP 05111440000021**

**Supervisor I**

**Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.**

**Supervisor II**

**Dini Adni Navastara, S.Kom., M.Sc.**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS**

**Faculty of Information and Communication Technology**

**Sepuluh Nopember Institute of Technology**

**Surabaya 2018**

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# LEMBAR PENGESAHAN

**PENGENALAN AKTIVITAS MANUSIA PADA VIDEO MENGGUNAKAN FITUR MATRIKS KOVARIAN**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

pada

Bidang Studi Komputasi Cerdas dan Visi

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

**RINA WIJAYA KUSUMA WARDHANI**

**NRP : 05111440000021**

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom. .....................

NIP: 197906262005012002 (Pembimbing 1)

1. Dini Adni Navastara, S.Kom., M.Sc. .....................

NIP: 198701032014041001 (Pembimbing 2)

**SURABAYA**

**JANUARI, 2018**

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

**PENGENALAN AKTIVITAS MANUSIA PADA VIDEO MENGGUNAKAN FITUR MATRIKS KOVARIAN**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nama Mahasiswa** | **:** | **RINA WIJAYA KUSUMA WARDHANI** |
| **NRP** | **:** | **05111440000021** |
| **Jurusan** | **:** | **Informatika FTIK-ITS** |
| **Dosen Pembimbing 1** | **:** | **Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.** |
| **Dosen Pembimbing 2** | **:** | **Dini Adni Navastara, S.Kom., M.Sc.** |

# Abstrak

*Di zaman ini, teknologi informasi sudah dan terus berkembang secara pesat. Dengan berkembangnya teknologi informasi, berkembang pula perangkat lunak yang memudahkan masyarakat dalam berbagai bidang salah satunya bidang akademik.*

*Pada suatu penelitian terkait tentang sistem informasi akademik generik telah dihasilkan purwarupa perangkat lunak dengan fungsionalitas yang umum agar dapat digunakan pada beberapa perguruan tinggi di Indonesia. Namun, sistem generik tersebut tidak dapat menangani adanya perubahan atau perbedaan proses bisnis pada suatu perguruan tinggi. Untuk itu perlu dibangun suatu perangkat lunak yang dapat menangani hal tersebut.*

*Pada tugas akhir ini, permasalahan tersebut akan ditangani dengan membuat perangkat lunak pengintegrasi yang modular dan membuat perangkat lunak generik pada penelitian sebelumnya menjadi modul-modul yang dapat diintegrasikan ke dalam perangkat lunak pengintegrasi tersebut. Perangkat lunak pengintegrasi modul berupa web beserta kerangka kerja yang berupa abstraksi/aturan yang perlu diimplementasi modul agar dapat diintegrasi. Perangkat lunak pengintegrasi akan dapat menambah, mengganti, atau menghapus modul-modul dari perangkat lunak generik tersebut tanpa melakukan perubahan pada modul lain dan perangkat lunak pengintegrasi itu sendiri sehingga jika ada perubahan proses bisnis modul, kompleksitas untuk melakukan perubahan tersebut dapat diminimalisasi.*

***Kata kunci: Perangkat Lunak Modular, Sistem Informasi Akademik***

**HUMAN ACTIVITY RECOGNITION IN VIDEO USING FEATURE COVARIANCE MATRICES**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Student’s Name** | **:** | **RINA WIJAYA KUSUMA WARDHANI** |
| **Student’s ID** | **:** | **05111440000021** |
| **Department** | **:** | **Informatika FTIK-ITS** |
| **First Advisor** | **:** | **Dr. Eng. Nanik Suciati, S.Kom., M.Kom.** |
| **Second Advisor** | **:** | **Dini Adni Navastara, S.Kom., M.Sc.** |

# *Abstract*

*Until today, information technology has been and will still be growing fast and because of that, many softwares that help people in many areas such as education have been developed as well.*

*In some related researches about generic academic information system, some systems that share common business processes between colleges have been developed so that those same systems can be use in many colleges in Indonesia. However, those systems cannot handle any changes and business process variation in a college that shares no common business processes with those available systems. Furthermore, those systems are still a standalone system each so that they need to be integrated into a one whole academic information system. Therefore, a software that can handle such problems is needed to be developed.*

*In this undergraduate thesis, those problems will be handled by making a modular integrator software and making those available systems into modules that can be integrated into that aforementioned modular integrator software. The aforementioned software will be a web-based application and a framework for modules to implement so that those modules can be integrated. The integrator software must be able to add, change, and delete modules without doing any code changes in another modules or the integrator itself. Therefore, if any changes or business process variations occur, the complexity to handle such problems could be minimized.*

***Keywords: Modular Software, Academic Information System***

# KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil’alamin, segala puji bagi Allah SWT, yang atas izin dan karunianya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ***“*RANCANG BANGUN KERANGKA KERJA SISTEM INFORMASI AKADEMIK MODULAR BERBASIS WEB DENGAN POLA ARSITEKTUR *HIERARCHICAL MODEL-VIEW-CONTROLLER”*.**

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak sekali ilmu baru dan memperdalam ilmu-ilmu yang sebelumnya telah diajarkan selama masa perkuliahan di Teknik Informatika ITS.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan beberapa pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan syukur dan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.
2. Ibu, Ayah, Kak Yan, Dek Farras, dan Sabrina tercinta yang senantiasa menyemangati dan menceriakan penulis selama pengerjaan tugas akhir.
3. Ibu Umi Laili Yuhana, S.Kom., M.Sc. selaku pembimbing I yang telah membantu, membimbing, dan memberikan ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Rizky Januar Akbar, S.Kom., M.Eng. selaku pembimbing II yang juga telah membantu, membimbing , dan memberikan ilmunya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom. selaku Kepala Jurusan Teknik Informatika ITS, Bapak Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc. selaku koordinator TA, dan segenap dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmunya.
6. Dosen-dosen LBE, Ibu Dr. Ir. Siti Rochimah, MT. dan Ibu Ratih Nur Esti Anggraini, S.Kom, M.Sc..
7. Teman-teman seperjuangan tugas akhir di laboratorium RPL: Rahman, Tommy, Ruslan, Galih, Bustan, Teteh, dan Ujik serta teman-teman terbaik: Ibet dan kawan-kawan yang telah menemani dan menyemangati penulis selama pengerjaan tugas akhir.
8. Adik-adik admin dan penghuni laboratorium RPL yang telah menemani penulis selama pengerjaan tugas akhir.
9. Hendy yang secara sukarela telah mebuatkan beberapa logo untuk digunakan pada perangkat lunak.
10. Pihak lain yang telah membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Sehingga dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan ke depannya.

Surabaya, Januari 2016

# DAFTAR ISI

[LEMBAR PENGESAHAN v](#_Toc513396323)

[Abstrak vii](#_Toc513396324)

[*Abstract* ix](#_Toc513396325)

[KATA PENGANTAR xi](#_Toc513396326)

[DAFTAR ISI xiii](#_Toc513396327)

[DAFTAR GAMBAR xviii](#_Toc513396328)

[DAFTAR TABEL xxii](#_Toc513396329)

[DAFTAR KODE SUMBER xxvi](#_Toc513396330)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc513396331)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc513396332)

[1.2 Rumusan Masalah 2](#_Toc513396333)

[1.3 Batasan Masalah 3](#_Toc513396334)

[1.4 Tujuan 3](#_Toc513396335)

[1.5 Manfaat 4](#_Toc513396336)

[1.6 Metodologi 4](#_Toc513396337)

[1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir 4](#_Toc513396338)

[1.6.2 Studi Literatur 4](#_Toc513396339)

[1.6.3 Analisis dan Desain Perangkat Lunak 5](#_Toc513396340)

[1.6.4 Implementasi Perangkat Lunak 5](#_Toc513396341)

[1.6.5 Pengujian dan Evaluasi 5](#_Toc513396342)

[1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir 6](#_Toc513396343)

[BAB II DASAR TEORI 9](#_Toc513396344)

[2.1 Pengenalan Aktivitas Manusia 9](#_Toc513396346)

[2.2 Video 10](#_Toc513396347)

[2.3 *Optical Flow* 10](#_Toc513396348)

[2.4 Fitur Matriks Kovarian 12](#_Toc513396349)

[2.5 Matriks Log-Kovarian 14](#_Toc513396350)

[2.6 Nearest-Neighbor (NN) Classification 14](#_Toc513396351)

[BAB III PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK 16](#_Toc513396352)

[3.1 Perancangan Sistem 16](#_Toc513396355)

[3.2 Perancangan Data 18](#_Toc513396356)

[3.3 Perancangan Proses 19](#_Toc513396357)

[3.3.1 *Preprocessing* 19](#_Toc513396358)

[3.3.2 Koleksi Fitur Lokal 21](#_Toc513396359)

[3.3.3 Representasi Aktivitas 21](#_Toc513396360)

[3.3.4 Klasifikasi 22](#_Toc513396361)

[BAB IV IMPLEMENTASI 23](#_Toc513396362)

[4.1 Lingkungan Pengembangan 23](#_Toc513396364)

[4.1.1 Persiapan lingkungan dan implementasi kerangka kerja OSGi 23](#_Toc513396365)

[4.1.1.1 Apache Tomcat dalam lingkungan OSGi 24](#_Toc513396366)

[4.1.1.2 Pemasangan dependensi 24](#_Toc513396367)

[4.2 Implementasi Preprocessing 29](#_Toc513396368)

[4.2.1 *Web* *layer* 29](#_Toc513396369)

[4.2.1.1 *Package* *Controllers* 30](#_Toc513396370)

[4.2.1.2 Package JSON *Model* 37](#_Toc513396371)

[4.2.1.3 *Package* OSGi dan OSGi *Service Reference* 38](#_Toc513396372)

[4.2.1.4 Antarmuka pengguna 40](#_Toc513396373)

[4.2.2 *Service* *layer* 47](#_Toc513396374)

[4.2.2.1 *Package* *Service* 47](#_Toc513396375)

[4.2.2.2 Package Service Implementation 48](#_Toc513396376)

[4.2.2.3 *Package* *Module* 51](#_Toc513396377)

[4.2.2.4 OSGi *Service Reference* 53](#_Toc513396378)

[4.2.3 DAO *layer* 54](#_Toc513396379)

[4.2.3.1 *Package* DAO 54](#_Toc513396380)

[4.2.3.2 *Package* DAO *Implementation* 55](#_Toc513396381)

[4.2.3.3 OSGi *Service Reference* 55](#_Toc513396382)

[4.2.4 *Domain* *layer* 56](#_Toc513396383)

[4.3 Implementasi Koleksi Fitur Lokal 57](#_Toc513396384)

[4.3.1 Pembuatan proyek baru 58](#_Toc513396385)

[4.3.2 Pom.xml 58](#_Toc513396386)

[4.3.3 *Servlet* dan *Web Application Context* 61](#_Toc513396387)

[4.3.3.1 Konfigurasi *Servlet* 61](#_Toc513396388)

[4.3.3.2 Web.xml 63](#_Toc513396389)

[4.3.4 Controllers 65](#_Toc513396390)

[4.3.5 View 65](#_Toc513396391)

[4.3.6 Pertukaran Data 66](#_Toc513396392)

[4.3.6.1 @RequestParam 66](#_Toc513396393)

[4.3.6.2 @RequestBody dan JSON 67](#_Toc513396394)

[4.3.6.3 @PathVariable 68](#_Toc513396395)

[4.3.6.4 @ResponseBody 68](#_Toc513396396)

[4.3.6.5 *ModelAndView* 69](#_Toc513396397)

[4.3.6.6 JSP *Expression* *Language* 69](#_Toc513396398)

[4.3.6.7 JSTL 70](#_Toc513396399)

[4.4 Implementasi Representasi Aktivitas 71](#_Toc513396400)

[4.4.1 Perubahan dependensi pada pom.xml 71](#_Toc513396401)

[4.4.2 Penambahan maven-bundle-plugin pada pom.xml 71](#_Toc513396402)

[4.4.3 *ContextClass* pada *DispactherServlet* 75](#_Toc513396403)

[4.5 Implementasi Klasifikasi Aktivitas 77](#_Toc513396404)

[4.5.1 Pembuatan modul 77](#_Toc513396405)

[4.5.1.1 Pembuatan Proyek Maven Baru 78](#_Toc513396406)

[4.5.1.2 Pengaturan POM pada maven project 79](#_Toc513396407)

[4.5.1.3 Pengisian OSGi *bundle* properties 83](#_Toc513396408)

[4.5.1.4 Implementasi Modul 84](#_Toc513396409)

[4.5.2 Pembacaan modul 97](#_Toc513396410)

[4.5.3 Pendaftaran *servlet* modul 98](#_Toc513396411)

[BAB V UJI COBA DAN EVALUASI 103](#_Toc513396412)

[5.1 Lingkungan Uji Coba 103](#_Toc513396414)

[5.2 Uji Coba 104](#_Toc513396415)

[5.2.1 Kasus uji fungsionalitas administratif 104](#_Toc513396416)

[5.2.1.1 Kasus uji menambah modul 104](#_Toc513396417)

[5.2.1.2 Kasus uji menghapus modul 109](#_Toc513396418)

[5.2.1.3 Kasus uji menambah akses menu 110](#_Toc513396419)

[5.2.1.4 Kasus uji menghapus akses menu 110](#_Toc513396420)

[5.2.1.5 Kasus uji menambah pengguna 111](#_Toc513396421)

[5.2.1.6 Kasus uji menonaktifkan pengguna 112](#_Toc513396422)

[5.2.1.7 Kasus uji menambah hak akses pengguna 113](#_Toc513396423)

[5.2.1.8 Kasus uji menghapus hak akses pengguna 114](#_Toc513396424)

[5.2.1.9 Kasus uji menambah peran 115](#_Toc513396425)

[5.2.1.10 Kasus uji menghapus peran 115](#_Toc513396426)

[5.2.2 Uji coba integrasi modul 116](#_Toc513396427)

[5.2.3 Uji coba hak akses 119](#_Toc513396428)

[5.3 Evaluasi 123](#_Toc513396429)

[5.3.1 Evaluasi fungsionalitas administratif 124](#_Toc513396430)

[5.3.2 Evaluasi Integrasi modul 124](#_Toc513396431)

[5.3.3 Evaluasi hak akses modul 130](#_Toc513396432)

[BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 135](#_Toc513396433)

[6.1 Kesimpulan 135](#_Toc513396435)

[6.2 Saran 136](#_Toc513396436)

[DAFTAR PUSTAKA 137](#_Toc513396437)

[BIODATA PENULIS 141](#_Toc513396438)

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2.1 Arsitektur Modul Penilaian [6] 9](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082048)

[Gambar 2.2 Hierarchical Model-View Controller [8] 11](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082049)

[Gambar 2.3 Kerangka kerja Spring [9] 12](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082050)

[Gambar 2.4 Spring MVC [21] 12](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082051)

[Gambar 2.5 OSGi [10] 14](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082052)

[Gambar 2.6 Siklus hidup sebuah OSGi bundle [6] 15](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082053)

[Gambar 2.7 *Bundle* *Fragment* 16](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082054)

[Gambar 2.8 Hibernate [9] 17](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082055)

[Gambar 3.1 Arsitektur sistem 25](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082056)

[Gambar 3.2 Diagram kasus penggunaan 26](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082057)

[Gambar 3.3 Diagram aktivitas menambah modul 28](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082058)

[Gambar 3.4 Diagram aktivitas menghapus modul 30](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082059)

[Gambar 3.5 Diagram aktivitas menambah akses menu setelah Menambah modul 31](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082060)

[Gambar 3.6 Diagram aktivitas menambah akses menu 32](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082061)

[Gambar 3.7 Diagram aktivitas menghapus akses menu 33](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082062)

[Gambar 3.8 Diagram aktivitas menambah pengguna 35](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082063)

[Gambar 3.9 Diagram aktivitas menonaktifkan pengguna 37](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082064)

[Gambar 3.10 Diagram aktivitas menambah hak akses pengguna 38](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082065)

[Gambar 3.11 Diagram aktivitas menghapus hak akses pengguna 40](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082066)

[Gambar 3.12 Diagram aktivitas menambah peran 41](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082067)

[Gambar 3.13 Diagram aktivitas menghapus peran 42](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082068)

[Gambar 3.14 Diagram arsitektur 45](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082069)

[Gambar 3.15 Diagram kelas *web layer* 47](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082070)

[Gambar 3.16 Diagram kelas *service layer* 48](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082071)

[Gambar 3.17 Dependensi *web layer* 50](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082072)

[Gambar 3.18 Pengambilan *OSGi service* yang didaftarkan *service layer* oleh *web layer* 51](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082073)

[Gambar 3.19 Pengambilan *OSGi service* yang didaftarkan *data layer* oleh *web layer* dan *service layer* 51](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082074)

[Gambar 3.20 Diagram kelas *data layer* 52](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082075)

[Gambar 3.21 Diagram kelas *plugin layer* 52](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082076)

[Gambar 3.22 Diagram kelas *domain layer* 53](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082077)

[Gambar 3.23 *Workflow* pengembangan modul 54](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082078)

[Gambar 3.24 Diagram komponen modul dan dependensinya dengan komponen lain 55](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082079)

[Gambar 3.25 Diagram komponen modul 56](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082080)

[Gambar 3.26 Dependensi antar modul 57](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082081)

[Gambar 3.27 Diagram *sequence* pendaftaran modul 58](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082082)

[Gambar 3.28 Diagram kelas keamanan perangkat lunak 59](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082083)

[Gambar 3.29 Diagram alur otorisasi perangkat lunak 60](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082084)

[Gambar 3.30 Diagram kelas akses data 60](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082085)

[Gambar 3.31 Halaman *template* fungsi administratif 61](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082086)

[Gambar 3.32 Halaman *template* modul 61](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082087)

[Gambar 3.33 *Flow Chart* penambahan modul ke basis data 66](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082088)

[Gambar 3.34 sequence diagram Menambah modul 67](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082089)

[Gambar 3.35 sequence diagram Menghapus modul 68](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082090)

[Gambar 3.36 sequence diagram Menambah akses menu 69](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082091)

[Gambar 3.37 sequence diagram Menghapus akses menu 69](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082092)

[Gambar 3.38 sequence diagram Menambah pengguna 70](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082093)

[Gambar 3.39 sequence diagram Menambah pengguna (dengan *CSV*) 71](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082094)

[Gambar 3.40 sequence diagram Menonaktifkan pengguna 72](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082095)

[Gambar 3.41 sequence diagram Menonaktifkan pengguna (*multiple*) 72](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082096)

[Gambar 3.42 sequence diagram Menambah hak akses pengguna 73](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082097)

[Gambar 3.43 sequence diagram Menghapus hak akses pengguna 74](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082098)

[Gambar 3.44 sequence diagram Menambah peran 74](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082099)

[Gambar 3.45 sequence diagram Menghapus peran 75](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082100)

[Gambar 3.46 Model Data Konseptual 77](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082101)

[Gambar 3.47 Model Data Fisik 78](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082102)

[Gambar 3.48 Halaman penambahan modul 84](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082103)

[Gambar 3.49 Halaman penambahan akses menu 84](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082104)

[Gambar 3.50 Halaman daftar modul 85](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082105)

[Gambar 3.51 Halaman daftar pengguna 86](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082106)

[Gambar 3.52 Halaman penambahan pengguna manual 87](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082107)

[Gambar 3.53 Halaman penambahan pengguna dengan unggah CSV 88](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082108)

[Gambar 3.54 Halaman pengubahan informasi pengguna 89](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082109)

[Gambar 3.55 Halaman pengelolaan hak akses pengguna 90](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082110)

[Gambar 3.56 Halaman daftar peran 91](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082111)

[Gambar 3.57 Halaman penambahan peran 92](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082112)

[Gambar 4.1 Halaman penambahan modul 113](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082113)

[Gambar 4.2 Halaman penambahan akses menu 113](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082114)

[Gambar 4.3 Halaman daftar modul 114](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082115)

[Gambar 4.4 Halaman daftar pengguna 114](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082116)

[Gambar 4.5 Halaman pengunggahan berkas CSV 115](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082117)

[Gambar 4.6 Halaman penambahan pengguna 115](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082118)

[Gambar 4.7 Halaman penyuntingan informasi pengguna 116](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082119)

[Gambar 4.8 Halaman pengelolaan hak akses pengguna 116](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082120)

[Gambar 4.9 Halaman penambahan peran 116](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082121)

[Gambar 4.10 Halaman daftar peran 117](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082122)

[Gambar 4.11 Perbedaan Import-Package dan Export-Package 144](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082123)

[Gambar 4.12 Perbedaan Import-Library, Import-Bundle, dan Export-Package 145](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082124)

[Gambar 4.13 Halaman *template* fungsionalitas administratif 179](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082125)

[Gambar 4.14 Halaman *template* modul 180](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082126)

[Gambar 5.1 *Error* jika properti modul tidak lengkap 186](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082127)

[Gambar 5.2 *Error* jika URL *mapping* sudah digunakan 187](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082128)

[Gambar 6.1 Modul-modul SIAKAD yang sudah terintegrasi dan yang dapat dikembangkan lebih lanjut 216](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc441082129)

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# DAFTAR TABEL

[Tabel 3.1 Spesifikasi kasus penggunaan menambah modul 27](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864141)

[Tabel 3.2 Spesifikasi kasus penggunaan menghapus modul 29](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864142)

[Tabel 3.3 Spesifikasi kasus penggunaan menambah akses menu 30](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864143)

[Tabel 3.4 Spesifikasi kasus penggunaan menghapus akses menu 32](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864144)

[Tabel 3.5 Spesifikasi kasus penggunaan menambah pengguna 34](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864145)

[Tabel 3.6 Spesifikasi kasus penggunaan menonaktifkan pengguna 36](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864146)

[Tabel 3.7 Spesifikasi kasus penggunaan menambah hak akses pengguna 37](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864147)

[Tabel 3.8 Spesifikasi kasus penggunaan menghapus hak akses pengguna 39](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864148)

[Tabel 3.9 Spesifikasi kasus penggunaan menambah peran 41](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864149)

[Tabel 3.10 Spesifikasi kasus penggunaan menghapus peran 42](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864150)

[Tabel 3.11 Spesifikasi atribut antarmuka halaman *template* admin dan modul 83](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864151)

[Tabel 3.12 Spesifikasi atribut antarmuka penambahan modul 84](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864152)

[Tabel 3.13 Spesifikasi atribut antarmuka penambahan akses menu 85](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864153)

[Tabel 3.14 Spesifikasi atribut antarmuka daftar modul 86](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864154)

[Tabel 3.15 Spesifikasi atribut antarmuka daftar pengguna 87](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864155)

[Tabel 3.16 Spesifikasi atribut antarmuka penambahan pengguna manual 88](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864156)

[Tabel 3.17 Spesifikasi atribut antarmuka penambahan pengguna dengan unggah CSV 89](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864157)

[Tabel 3.18 Spesifikasi atribut antarmuka pengubahan informasi pengguna 89](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864158)

[Tabel 3.19 Spesifikasi atribut antarmuka pengelolaan hak akses pengguna 90](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864159)

[Tabel 3.20 Spesifikasi atribut antarmuka daftar peran 91](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864160)

[Tabel 3.21 Spesifikasi atribut antarmuka penambahan peran 92](file:///C:\Users\sagungw93\Dropbox\Tugas%20Akhir\LBE%20SIA\Framework\Buku\Buku-Salahudin-Agung-Wijaya.docx#_Toc440864161)

[Tabel 5.1 Tabel lingkungan uji coba klien 181](#_Toc440864162)

[Tabel 5.2 Tabel lingkungan uji coba server 181](#_Toc440864163)

[Tabel 5.3 Tabel kasus uji menambah modul 183](#_Toc440864164)

[Tabel 5.4 Tabel kasus uji menghapus modul 187](#_Toc440864165)

[Tabel 5.5 Tabel kasus uji menambah akses menu 188](#_Toc440864166)

[Tabel 5.6 Tabel kasus uji menghapus akses menu 189](#_Toc440864167)

[Tabel 5.7 Tabel kasus uji menambah pengguna 189](#_Toc440864168)

[Tabel 5.8 Tabel kasus uji menonaktifkan pengguna 191](#_Toc440864169)

[Tabel 5.9 Tabel kasus uji menambah hak akses pengguna. 191](#_Toc440864170)

[Tabel 5.10 Tabel kasus uji menghapus hak akses pengguna. 192](#_Toc440864171)

[Tabel 5.11 Tabel kasus uji menambah peran 193](#_Toc440864172)

[Tabel 5.12 Tabel kasus uji menghapus peran 194](#_Toc440864173)

[Tabel 5.13 Tabel daftar modul yang diuji coba 194](#_Toc440864174)

[Tabel 5.14 Tabel daftar menu pada modul kurikulum [3] 195](#_Toc440864175)

[Tabel 5.15 Tabel daftar menu pada modul pembelajaran [5] 195](#_Toc440864176)

[Tabel 5.16 Tabel daftar menu pada modul penilaian [6] 196](#_Toc440864177)

[Tabel 5.17 Tabel daftar menu pada modul ekuivalensi [4] 197](#_Toc440864178)

[Tabel 5.18 Tabel daftar peran 198](#_Toc440864179)

[Tabel 5.19 Tabel daftar akses menu dari modul kurikulum [3] 198](#_Toc440864180)

[Tabel 5.20 Tabel daftar akses menu dari modul pembelajaran [5] 199](#_Toc440864181)

[Tabel 5.21 Tabel daftar akses menu dari modul penilaian [6] 200](#_Toc440864182)

[Tabel 5.22 Tabel daftar akses menu dari modul ekuivalensi [4] 201](#_Toc440864183)

[Tabel 5.23 Tabel evaluasi kasus uji fungsionalitas administratif 202](#_Toc440864184)

[Tabel 5.24 Tabel evaluasi integrasi modul kurikulum [3] 203](#_Toc440864185)

[Tabel 5.25 Tabel evaluasi integrasi modul pembelajaran [5] 204](#_Toc440864186)

[Tabel 5.26 Tabel evaluasi integrasi modul penilaian [6] 205](#_Toc440864187)

[Tabel 5.27 Tabel evaluasi integrasi modul ekuivalensi [4] 206](#_Toc440864188)

[Tabel 5.28 Tabel evaluasi hak akses untuk modul kurikulum [3] 208](#_Toc440864189)

[Tabel 5.29 Tabel evaluasi hak akses untuk modul pembelajaran [5] 210](#_Toc440864190)

[Tabel 5.30 Tabel evaluasi hak akses untuk modul penilaian [6] 212](#_Toc440864191)

[Tabel 5.31 Tabel evaluasi hak akses untuk modul ekuivalensi [4] 213](#_Toc440864192)

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# DAFTAR KODE SUMBER

[Kode Sumber 4.1 Berkas XML hibernate.plan 98](#_Toc440864193)

[Kode Sumber 4.2 Berkas XML jackson.plan 98](#_Toc440864194)

[Kode Sumber 4.3 Berkas XML sia.plan 99](#_Toc440864195)

[Kode Sumber 4.4 Fungsi pengunggahan berkas modul 101](#_Toc440864196)

[Kode Sumber 4.5 Fungsi penambahan akses menu modul 102](#_Toc440864197)

[Kode Sumber 4.6 Fungsi penghapusan modul 102](#_Toc440864198)

[Kode Sumber 4.7 Fungsi penambahan pengguna 104](#_Toc440864199)

[Kode Sumber 4.8 Fungsi penambahan hak akses pengguna 105](#_Toc440864200)

[Kode Sumber 4.9 Fungsi penghapusan hak akses pengguna 106](#_Toc440864201)

[Kode Sumber 4.10 Fungsi penambahan peran 107](#_Toc440864202)

[Kode Sumber 4.11 Fungsi penghapusan peran 107](#_Toc440864203)

[Kode Sumber 4.12 Kelas *Role* 108](#_Toc440864204)

[Kode Sumber 4.13 Kelas *RoleMenu* 108](#_Toc440864205)

[Kode Sumber 4.14 Kelas SatMan 109](#_Toc440864206)

[Kode Sumber 4.15 Kelas *ServiceLocator<T>* 110](#_Toc440864207)

[Kode Sumber 4.16 berkas XML Blueprint 111](#_Toc440864208)

[Kode Sumber 4.17 Kelas *interface ModulService* 118](#_Toc440864209)

[Kode Sumber 4.18 Kelas *ModulServiceImpl* 121](#_Toc440864210)

[Kode Sumber 4.19 Kelas *XmlModuleReaderBean* 123](#_Toc440864211)

[Kode Sumber 4.20 Berkas XML Blueprint untuk mengambil *service* dari komponen DAO *layer* 124](#_Toc440864212)

[Kode Sumber 4.21 Kelas *interface GenericDAO* 125](#_Toc440864213)

[Kode Sumber 4.22 Berkas XML Blueprint pada DAO *layer* 126](#_Toc440864214)

[Kode Sumber 4.23 Kelas entitas Modul 128](#_Toc440864215)

[Kode Sumber 4.24 *Maven compiler plugin* 130](#_Toc440864216)

[Kode Sumber 4.25 Berkas pom.xml 131](#_Toc440864217)

[Kode Sumber 4.26 Contoh konfigurasi *servlet* 133](#_Toc440864218)

[Kode Sumber 4.27 Contoh berkas web.xml 135](#_Toc440864219)

[Kode Sumber 4.28 Contoh kelas *controller* 136](#_Toc440864220)

[Kode Sumber 4.29 Berkas JSP 136](#_Toc440864221)

[Kode Sumber 4.30 Contoh penggunaan @RequestParam 137](#_Toc440864222)

[Kode Sumber 4.31 Contoh penggunaan @RequestParam dengan *form* 137](#_Toc440864223)

[Kode Sumber 4.32 Dependensi Jackson pada pom.xml 138](#_Toc440864224)

[Kode Sumber 4.33 Contoh penggunaan @RequestBody 138](#_Toc440864225)

[Kode Sumber 4.34 Contoh penggunaan @PathVariable 138](#_Toc440864226)

[Kode Sumber 4.35 Contoh penggunaan @ResponseBody 139](#_Toc440864227)

[Kode Sumber 4.36 Contoh penggunaan fungsi *addObject*() 139](#_Toc440864228)

[Kode Sumber 4.37 Contoh penggunaan fungsi *addObject*() untuk diakses pada JSP 140](#_Toc440864229)

[Kode Sumber 4.38 Contoh pengambilan data dengan *expression* *language* 140](#_Toc440864230)

[Kode Sumber 4.39 Contoh penggunaan fungsi *addObject*() untuk ditampilkan dengan JSTL 141](#_Toc440864231)

[Kode Sumber 4.40 Contoh penggunaan JSTL 141](#_Toc440864232)

[Kode Sumber 4.41 maven-bundle-plugin pada berkas pom.xml 143](#_Toc440864233)

[Kode Sumber 4.42 maven-war-plugin pada pom.xml 146](#_Toc440864234)

[Kode Sumber 4.43 Berkas web.xml yang mendukung OSGi 147](#_Toc440864235)

[Kode Sumber 4.44 Dependensi minimal modul pada berkas pom.xml 152](#_Toc440864236)

[Kode Sumber 4.45 Maven *plugin* modul pada berkas pom.xml 154](#_Toc440864237)

[Kode Sumber 4.46 Berkas osgi.properties pada modul 154](#_Toc440864238)

[Kode Sumber 4.47 Penggunaan @Secured pada @RequestMapping 156](#_Toc440864239)

[Kode Sumber 4.48 Penggunaan @Secured pada @Controller 156](#_Toc440864240)

[Kode Sumber 4.49 Pengambilan obyek *session* pengguna yang terautentikasi 157](#_Toc440864241)

[Kode Sumber 4.50 Penambahan dependensi sia-domain pada berkas pom.xml 157](#_Toc440864242)

[Kode Sumber 4.51 Contoh kelas DAO 158](#_Toc440864243)

[Kode Sumber 4.52 Konigurasi *servlet* modul 160](#_Toc440864244)

[Kode Sumber 4.53 Daftar *stylesheet* yang telah disediakan template 162](#_Toc440864245)

[Kode Sumber 4.54 Daftar *script* yang telah disediakan template 163](#_Toc440864246)

[Kode Sumber 4.55 Contoh struktur berkas JSP 164](#_Toc440864247)

[Kode Sumber 4.56 Penambahan menu yang sedang diakses 164](#_Toc440864248)

[Kode Sumber 4.57 Contoh struktur berkas properti modul 166](#_Toc440864249)

[Kode Sumber 4.58 Kode sumber fungsi *readModule*() 169](#_Toc440864250)

[Kode Sumber 4.59 Kode sumber kelas WebAppInitializer 170](#_Toc440864251)

[Kode Sumber 4.60 Kode sumber kelas SIAMainWebApplication sebagai kelas pendaftar servlet 172](#_Toc440864252)

[Kode Sumber 4.61 Kelas *SIAUserProvider* 174](#_Toc440864253)

[Kode Sumber 4.62 Berkas sia-web-security.xml 176](#_Toc440864254)

[Kode Sumber 4.63 Berkas konfigurasi akses data fungsionalitas admin 178](#_Toc440864255)

[Kode Sumber 4.64 Berkas konfigurasi *template* antarmuka pengguna 179](#_Toc440864256)

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# BAB I PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Saat ini, pengenalan aktivitas manusia pada data video merupakan persoalan yang cukup menantang di bidang visi komputer. Hal ini disebabkan oleh kompleksitas pada data video berupa halangan, kekacauan, interaksi objek ganda, perubahan cahaya, dan lain-lain. Selain itu, adanya persoalan pada proses pengambilan video seperti penyimpangan, pergerakan, dan sudut pandang kamera, serta kompleksitas pada aktivitas manusia itu sendiri sebagai objek non-rigid yang memiliki beragam kelas aktivitas [1]. Pengenalan aktivitas manusia pada data video telah diterapkan di beberapa bidang serta digunakan sebagai sistem keamanan atau sarana hiburan. Untuk itulah penulis ingin menerapkan pengenalan aktivitas manusia pada data video yang berasal dari *Closed-Circuit Television* (CCTV) yang berada di Departemen Informatika ITS Surabaya.

Ada dua komponen dasar pada setiap algoritma pengenalan aktivitas yang memengaruhi hasil akurasi dan efisiensi yaitu representasi model aktivitas dan metode klasifikasi yang digunakan. Model yang digunakan untuk merepresentasikan aktivitas dapat dibagi menjadi lima kategori yaitu *shape models, motion models, geometric human body models, interest-point models, dan dynamic models*. Metode klasifikasi standar yang paling sering digunakan antara lain *nearest-neighbor* (NN) classifier, *support vector machine* (SVM), dan *boosting* [1].

Pengenalan aktivitas dengan *shape-based models* menggunakan estimasi akurasi dari siluet objek yang bergerak di setiap *frame* video sehingga membentuk *silhouette tunnel*. Model ini bersifat invarian terhadap pencahayaan, warna, dan tekstur dari objek yang bergerak, namun tidak semua data video memiliki model ini [1-10]. Pengenalan aktivitas dengan *geometric human body models* menggunakan bagian tubuh manusia sebagai modelnya sehingga akan sulit didapat dari data video dengan objek yang kecil dan *background* yang luas [11-14]. Pengenalan aktivitas dengan *interestpoint models* dilakukan dengan mengekstrak *intereset-point* dari pertimbangan informasi struktural dan mendeteksi *cuboids* di daerah yang memiliki kemungkinan besar mengalami pergerakan [15-20]. *Dynamic models* merupakan model yang paling baru digunakan dalam pengenalan aktivitas [21], [22]. Model ini mendeskripsikan postur statis dari suatu aksi sebagai sebuah *state* dan mendeskripsikan *dynamics* (variasi temporal) dari suatu aksi menggunakan transisi model *state-space*. Model yang terakhir yaitu *motion models*. Model ini mengekstrak berbagai karakteristik pergerakan dan deformasi objek. Model ini menggunakan fitur kinematic yang berasal dari *optical flow* untuk merepresentasikan aktivitas [23-30]. *Motion-model* dikatakan sebagai atribut yang paling diskriminatif dalam merepresentasikan aksi [1].

Komponen dasar yang akan digunakan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah penggunaan fitur matriks kovarian sebagai representasi model aktivitas. Fitur matriks kovarian merupakan representasi ringkas dari koleksi fitur lokal sehingga memiliki dimensi yang lebih sedikit. Koleksi fitur lokal yang digunakan berasal dari *optical flow* data video yang termasuk ke dalam *motion-model*. Komponen dasar lainnya adalah metode klasifikasi aktivitas yang digunakan yaitu *nearest-neighbor* (NN) *classifier* yang diketahui tahan terhadap keanekaragaman bentuk aktivitas, perubahan sudut pandang kamera, dan objek dengan resolusi rendah. Secara konseptual, *framework* ini cukup sederhana, membutuhkan ruang penyimpanan yang kecil, serta memiliki perhitungan yang memungkinkan untuk implementasi secara real time [1].

## Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini dapat dipaparkan sebagai berikut:

Bagaimana cara mendapatkan koleksi fitur lokal berbasis *optical flow* dari data video?

Bagaimana cara mendapatkan representasi model aktivitas manusia menggunakan fitur matriks kovarian?

Bagaimana cara klasifikasi aktivitas manusia menggunakan *nearest-neighbor* (NN) *classifier*?

Bagaimana mengetahui kinerja dari aplikasi pengenalan aktivitas manusia pada data video?

Bagaimana cara mengimplementasi program agar dapat berjalan secara *real-time*?

## Batasan Masalah

Permasalan yang dibahas dalam tugas akhir ini memiliki beberapa batasan, diantaranya sebagai berikut:

Data yang digunakan pada tugas akhir ini berupa data video yang diperoleh dari CCTV di Departemen Informatika ITS Surabaya.

Karena kompleksitas dan keberagaman aktivitas yang ada, pengenalan aktivitas hanya berupa aktivitas yang berasal dari objek tunggal.

Meskipun dapat digunakan untuk mengenali aktivitas berbagai macam jenis objek, tugas akhir ini hanya berfokus pada aktivitas manusia.

Aktivitas yang dapat dikenali berjumlah tiga yaitu aktivitas berlari, berjalan, dan melambaikan tangan,

## Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah menciptakan aplikasi pengenalan aktivitas manusia pada video yang terekam oleh CCTV.

## Manfaat

Manfaat tugas akhir ini adalah sebagai langkah awal dalam membangun sistem pengawasan dan keamanan di Departemen Informatika ITS Surabaya melalui data rekaman video CCTV.

## Metodologi

### Penyusunan Proposal Tugas Akhir

Proposal tugas akhir ini akan mendeskripsikan dan membahas mengenai rencana pembuatan aplikasi pengenalan aktivitas manusia pada data video CCTV. Secara detil, proposal tugas akhir ini berisi tentang beberapa bagian yaitu latar belakang diajukannya tugas akhir, rumusan masalah yang diangkat, batasan masalah untuk tugas akhir, tujuan dari pembuatan tugas akhir, dan manfaat dari hasil pembuatan tugas akhir. Selain itu, dijabarkan pula tinjauan pustaka yang digunakan sebagai referensi pendukung pembuatan tugas akhir dan ringkasan isi yang membahas metode yang akan digunakan dalam tugas akhir. Sub bab metodologi merupakan penjelasan mengenai tahapan penyusunan tugas akhir. Terdapat pula sub bab jadwal pengerjaan yang menjelaskan jadwal pengerjaan tugas akhir dan di akhir bagian terdapat daftar pustaka untuk mencantumkan referensi yang digunakan dalam tugas akhir.

### Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pencarian informasi dan studi literatur sejumlah referensi tentang metode-metode yang akan digunakan dalam pengenalan aktivitas manusia pada data video. Informasi dan studi literatur tersebut didapat dari buku, internet, dan materi-materi kuliah yang berhubungan dengan metode yang digunakan.

### Analisis dan Desain Perangkat Lunak

Tahap ini meliputi perancangan sistem berdasarkan studi literatur dan pembelajaran konsep teknologi dari perangkat lunak yang ada. Tahap ini mendefinisikan alur dari implementasi. Langkah-langkah yang dikerjakan juga didefinisikan pada tahap ini. Pada tahapan ini dilakukan desain sistem dan desain proses-proses yang ada.

### Implementasi Perangkat Lunak

Pengembangan aplikasi dalam tugas akhir nantinya akan menggunakan matlab sebagai compiler dan library yang telah tersedia di matlab.

### Pengujian dan Evaluasi

Pada tahapan ini dilakukan uji coba terhadap aplikasi yang telah dibuat. Pengujian ini betujuan untuk mengetahui unjuk kerja dari aplikasi pengenalan aktivitas pada data video. Pada uji coba ini, langkah pertama adalah melatih sistem dengan data training untuk membentuk model aktivitas. Langkah selanjutnya akan diberikan data uji untuk menguji model aktivitas yang telah terbentuk serta menghasilkan prediksi jenis aktivitas dari data uji. Parameter yang akan digunakan sebagai bahan uji coba adalah ukuran dari overlapping frame yang digunakan pada proses preprocessing video.

Setelah uji coba, dilakukan juga evaluasi terhadap kinerja dari aplikasi ini dengan cara melakukan pengukuran accuracy dan f-measure (precision dan recall) dari hasil uji coba yang berupa prediksi aktivitas terhadap aktivitas sebenarnya. Perhitungan accurac dan f-measure dapat dilihat pada Tabel 1 dan persamaan (15), (16), dan (17). Pengujian dan evaluasi akan dilakukan dengan melihat kesesuaian dengan perencanaan. Tahap ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja aplikasi, mengevaluasi jalannya sistem, mencari masalah yang mungkin timbul dan mengadakan perbaikan jika terdapat kesalahan.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | **Nilai Sebenarnya** | |
| ***TRUE*** | ***FALSE*** |
| **Nilai Prediksi** | ***TRUE*** | (*True Positive*) *Correct Result* | (*False Positive*) *Unexpected Result* |
| ***FALSE*** | (*False Negative*) *Missing Result* | (*True Negative*) *Correct Absence of Result* |

(16)

(16)

(17)

## Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Buku tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari pengerjaan tugas akhir ini. Selain itu, diharapkan dapat berguna untuk pembaca yang tertarik untuk melakukan pengembangan lebih lanjut. Secara garis besar, buku tugas akhir terdiri atas beberapa bagian seperti berikut ini:

**Bab I Pendahuluan**

Bab yang berisi mengenai latar belakang, tujuan, dan manfaat dari pembuatan tugas akhir. Selain itu permasalahan, batasan masalah, metodologi yang digunakan, dan sistematika penulisan juga merupakan bagian dari bab ini.

**Bab II Dasar Teori**

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini.

**Bab III Perancangan Perangkat Lunak**

Bab ini berisi tentang desain sistem yang disajikan dalam bentuk *pseudocode*.

**Bab IV Implementasi**

Bab ini membahas implementasi dari desain yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Penjelasan berupa *code* yang digunakan untuk proses implementasi.

**Bab V Uji Coba dan Evaluasi**

Bab ini menjelaskan kemampuan perangkat lunak dengan melakukan pengujian kebenaran dan pengujian kinerja dari sistem yang telah dibuat.

**Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Bab ini merupakan bab terakhir yang menyampaikan kesimpulan dari hasil uji coba yang dilakukan dan saran untuk pengembangan perangkat lunak ke depannya.

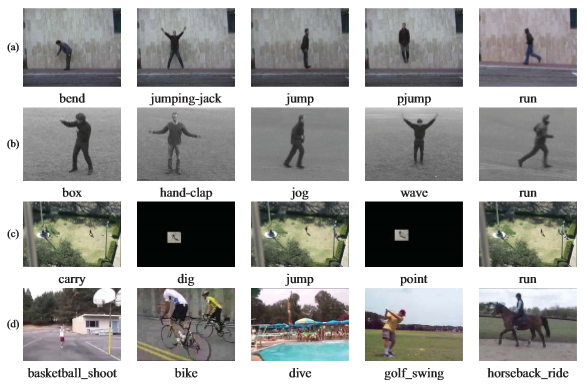
***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# BAB II DASAR TEORI



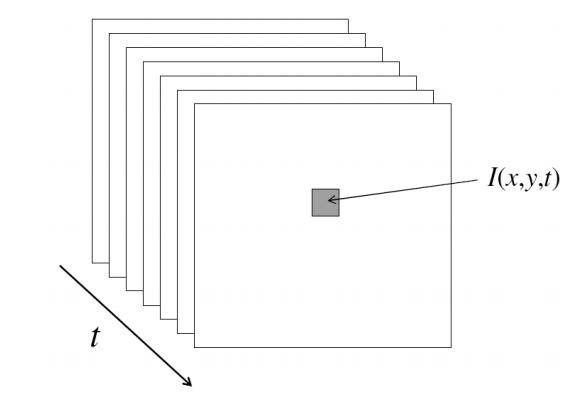
## Pengenalan Aktivitas Manusia

Pengenalan aktivitas manusia dapat dikelompokkan kedalam beberapa jenis. Pertama, pengenalan pada aktivitas sederhana yang dilakukan manusia seperti berjalan, naik tangga, turun tangga, jogging, dan lain-lain. Kedua, pada aktivitas kompleks yang biasanya mengkombinasikan aktivitas menjadi aktivitas dengan waktu yang lama, seperti; menunggu bus, mengemudi, dan lain-lain. Sebuah aktivitas juga dapat dilakukan hanya dengan beberapa anggota tubuh seperti; mengetik, melambaikan tangan, dan lain-lain. Aktivitas manusia juga dapat dikenali dengan menggunakan sensor seperti Accelerometer, Gyroscope, Camera, dan GPS [2]. Contoh aktivitas manusia pada data video ditunjukkan pada Gambar 1.



## *Optical Flow*

*Optical flow* merupakan fitur lokal yang dapat menangkap gerakan dinamis yang merupakan karakteristik aktivitas manusia dari data video dan terdiri dari 12 dimensi fitur. Pada beberapa tahun belakangan ini, sudah banyak penelitian yang membahas mengenai perhitungan *optical flow*. Pada kasus ini, yang akan digunakan adalah varian dari metode *Horn and Schunck*, yang mengoptimalkan fungsional berdasarkan residu dari batasan intensitas dan persyaratan regularisasi kehalusan [3].

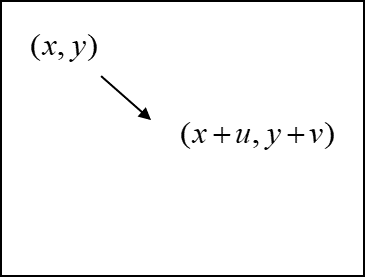


menunjukkan intensitas pencahayaan pada rangkaian video di posisi piksel seperti ilustrasi pada Gambar 2. mewakili vector optical flow yang sesuai, dimana **.** Berdasarkan dan dapat didefinisikan vector fitur lokal pada persamaan (1).

(1)

dimana (himpunan semua koordinat piksel pada segmen video), adalah turunan parsial pertama dari yang berkenaan dengan waktu , sehingga dapat didefinisakan seperti pada persamaan (2).

(2)



Gambar . Ilustrasi Perpindahan Intensitas pada *Frame*

dan adalah komponen *optical flow* yang merupakan perpindahan posisi piksel dengan intensitas I berdasarkan seperti ilustrasi pada Gambar 3. Diasumsikan intensitas piksel antara *frame* satu dengan *frame* lainnya bersifat konstan, sehingga dapat didefinisikan seperti pada persamaan (3). sementara dan adalah turunan parsial pertamanya yang berkenaan dengan .

(3)

(*divergence*) adalah perbedaan spasial dari *flow field* yang ada pada setiap posisi piksel. *Divergence* menangkap jumlah ekspansi lokal yang dapat mengindikasikan perbedaan aktivitas. *Divergence* didefinisikan pada persamaan (4).

(4)

(*voricity*) digunakan untuk mengukur putaran lokal di sekitar sumbu yang tegak lurus terhadap bidang *flow field*. Pada konteks *optical flow*, *voricity* berpotensi menangkap gerakan melingkar lokal dari objek yang bergerak. *Voricity* didefinisikan pada persamaan (5).

(5)

Untuk menggambarkan dan ada dua matriks yang berperan, yaitu tensor gradien dari *optical flow* dan laju regangan tensor yang didefinisikan pada berurutan pada persamaan (6) dan (7).

(6)

(7)

dan adalah invarian tensor yang tetap konstan tidak peduli sistem koordinat apa yang mereka rujuk. dan juga merupakan sifat skalar yang menggabungkan komponen tensor gradien sehingga menghasilkan struktur lokal. dan didefinisikan berurutan pada persamaan (8) dan (9).

(8)

(9)

dimana menunjukkan *trace operation*.

## Fitur Matriks Kovarian

Sampel video biasanya berdimensi sangat tinggi. Tentu sangat tidak praktis mempelajari struktur global sampel video *learning* dan membangun klasifikasi secara langsung di ruang berdimensi tinggi. Oleh karena itu, dilakukanlah pendekatan pemodelan “*bag of dense local feature vector*” dimana serangkaian fitur lokal diekstrak dari data video untuk merepresentasikan aktivitas. Namun, dimensi sekumpulan vector fitur lokal tersebut bahkan lebih besar daripada sampel video yang diekstraksi karena jumlah piksel yang dikali dengan ukuran vector fitur tersebut. Sehingga diperlukannya pengurangan dimensi.

Fitur matriks kovarian dapat menyediakan representasi yang sangat baik untuk pengenalan aktivitas. Selain sederhana dan efektif, matriks kovarian dari fitur lokal memiliki ruang penyimpanan dan kebutuhan proses yang kecil. [4] [5]

menunjukkan “*bag of feature vector*” dan adalah ukuran dari . Matriks kovarian dari dapat didefinisikan seperti pada persamaan (10).

(10)

dimana adalah mean dari vector fitur yang didefinisikan pada persamaan (11).

(11)

Matriks kovarian menyediakan cara alami untuk menggabungkan beberapa vector fitur. Dimensi dari matriks kovarian hanya berhubungan dengan dimensi dari vector fitur. Jika berdimensi , maka merupakan matriks berukuran . Karena jauh lebih kecil dari , matriks akan memiliki dimensi yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi dari “*bag of feature vector*” yang membutuhkan dimensi.

## Normalisasi

## Matriks Log-Kovarian

Himpunan dari semua matriks kovarian dengan ukuran tertentu tidak membentuk sebuah ruang vector karena tidak diikuti oleh perkalian dengan scalar negatif, sehingga membentuk “*closed convex cone*” [6]. Kebanyakan dari algoritma *machine learning* bekerja dengan fitur yang berada pada ruang Euclidean, bukan *convex cone.* Oleh karena itu, diperlukannya pemetaan *convex cone* pada matriks kovarian ke dalam ruang vector dengan menggunakan logaritma dari matriks kovarian [7]. Perhitungan matriks kovarian dijelaskan pada persamaan (12).

(12)

dimana adalah *orthonormal eigenvectors* dan adalah matriks diagonal dari *eigenvalues*. Selanjutnya didefinisikan seperti pada persamaan (13).

(13)

Dimana adalah matriks diagonal dari matriks dengan mengganti entri diagonal matriks dengan nilai logaritmanya.

## Nearest-Neighbor (NN) Classification

Nearest-neighbor classification merupakan algoritma yang paling banyak digunakan untuk klasifikasi. Algoritma ini cukup sederhana dan mudah; diberikan sebuah sampel data testing. Temukan sampel yang paling mirip dengan sampel data testing tersebut pada himpunan data training, dimana kemiripan diukur dari suatu perhitungan jarak antara keduanya. Selanjutnya, beri label kelas pada sampel data testing tersebut.

Keberhasilan dari klasifikasi menggunakan NN classifier bergantung pada metrik jarak yang digunakan. Pada kasus ini, metric yang akan digunakan adalah pengukuran jarak Euclidean antara logaritma dari representasi aktivitas matriks kovarian.

(14)

dimana adalah logaritma matriks kovarian dan menunjukkan norma *Frobenius* pada matriks. Jarak yang didefinisikan pada persamaan (14) dapat ditunjukkan sebagai metrik *Riemannian* untuk jenis matriks kovarians. Metrik Ini disebut sebagai metrik *log-Euclidean*.

## *Confusion Matrix*

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# BAB III PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab ini akan dibahas perancangan aplikasi pengenalan aktivitas manusia pada video. Perancagan yang dibuat meliputi perancangan sistem, perancangan data, dan perancangan proses. Hasil dari proses ini berupa diagram yang akan digunakan sebagai acuan untuk proses implementasi perangkat lunak.



## Perancangan Sistem

Perancangan sistem dilakukan untuk menggambarkan proses secara keseluruhan dari aplikasi pengenalan aktivitas manusia pada video secara keseluruhan. Rancangan sistem aplikasi ini ditunjukan dalam bentuk diagram alir pada Gambar x yang terdiri dari satu data masukan, empat tahapan proses, dan satu data keluaran.

Preprocessing

Koleksi FiturLokal

Representasi Aktivitas

Klasifikasi

Video

Jenis Aktivitas

Start

Finish

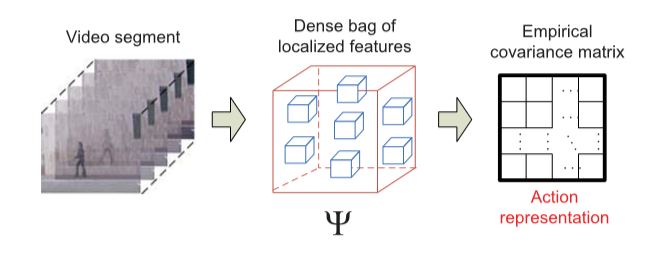
Data masukan yang digunakan adalah video *CCTV* yang berada di Departemen Informatika ITS lantai 3, sebagai salah satu tempat yang paling sering terjadi aktivitas manusia seperti berjalan atau berlari. Contoh potongan video *CCTV* tersebut ditunjukkan pada Gambar x.



Proses *preprocessing* adalah proses untuk menyiapkan citra video sebelum masuk ke proses pengumpulan fitur. Persiapan tersebut berupa pengumpulan video berdasarkan aktivitas, *resize* video, mengubah video menjadi citra *greyscale,* dan memotong video menjadi segmen-segmen kecil yang mewakili suatu aktivitas. Hasil segmen tersebut digunakan sebagai data masukan proses koleksi fitur.

Proses Koleksi Fitur Lokal adalah pengumpulan fitur-fitur lokal pada tiap segmen video berdasarkan fitur *optical flow*-nya. Fitur-fitur lokal tersebut terdiri dari 12 dimensi fitur yang diambil dari setiap piksel citra video. Sehinga hasil dari proses ini berupa *bag of localized features* berukuran N x 12 dimana N adalah jumlah seluruh piksel dalam satu segmen video. *bag of localized features* inilah yang akan menjadi data masukan proses representasi aktivitas.

Pada tahap ini, seperti ilustrasi pada Gambar x, setelah fitur-fitur lokal (*bag of localized features*) dari segmen video terkumpul,

dilakukanlah pengekstrakan fitur-fitur lokal tersebut menjadi representasi aktivitas menggunakan fitur matriks kovarian. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan dimensi yang jauh lebih kecil. Setelah diperoleh fitur matriks kovariannya, dilanjutkan dengan menghitung logaritma dari matriks kovarian tersebut. Hal ini bertujuan untuk memetakan bentuk matriks yang sebelumnya “*convex cone*” menjadi bentuk ruang vector sehingga dapat digunakan oleh *machine learning* untuk proses klasifikasi selanjutnya.

## Perancangan Data

Perancangan data dilakukan untuk memastikan pengoperasian aplikasi berjalan dengan benar. Data masukan (input) adalah data yang diperlukan dalam pengoperasian aplikasi dan data keluaran (output) adalah data yang dihasilkan oleh aplikasi dan akan digunakan oleh pengguna.

Data masukan pada aplikasi pengenalan aktivitas manusia adalah data video berukuran 636x360 piksel dengan citra warna RGBdan memiliki *framerate* sebesar 25 *fps*. Panjang frame yang akan diproses tiap iterasi adalah sebanyak 20 frame karena merupakan panjang frame yang paling ideal dalam merepresentasikan suatu gerakan aktivitas.

Satu data video menampilkan satu objek yang melakukan satu jenis aktivitas. Aktivitas yang dilakukan yaitu aktivitas berlari, berjalan, dan melambaikan kedua tangan. Masing-masing aktivitas tersebut terdiri dari beberapa ragam pola arah dan titik gerakan pada latar video. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar x, Ada enam arah aktivitas lari, enam arah aktivitas jalan, dan 4 titik aktivitas melambaikan kedua tangan. Contoh potongan video *CCTV* yang akan menjadi data masukan ditunjukkan pada Gambar x.

Data keluaran aplikasi pengenalan aktivitas manusia merupakan prediksi aktivitas yang dilakukan objek pada data masukan baik itu lari, jalan, atau melambaikan kedua tangan.



## Perancangan Proses

Perancangan proses dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai setiap proses yang terdapat pada aplikasi pengenalan aktivitas manusia. Bagian dari setiap proses utama aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.2

### *Preprocessing*

Ubah ukuran citra

Ubah citra menjadi greyscale

Video

Citra hasil *preprocessing*

Start

Finish

### Koleksi Fitur Lokal

### Representasi Aktivitas

Hitung mean Fn

Hitung matriks covariance

Matriks Fn

Matriks log covariance

Start

Finish

Hitung matriks log covariance

### Klasifikasi

Buat model training NN *Classifier*

Hitung jarak euclidean

Matriks log covariance

Hasil aktivitas

Start

Finish

Cari jarak terpendek

# BAB IV IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijelaskan tahap-tahap implementasi dari perangkat lunak utama berdasarkan perancangan yang telah dibahas pada bab sebelumnya dan aturan pembuatan modul perangkat lunak Sistem Informasi Akademik. Penjelasan aturan pembuatan modul akan disertai langkah-langkah pembuatan modul. Selain itu juga akan dibahas mengenai persiapan lingkungan pengembangan yang mendukung OSGi, langkah-langkah pengembangan perangkat lunak web dengan Spring MVC, dan langkah-langkah *refactoring* dari suatu perangkat lunak *web* standard dengan Spring MVC agar mendukung lingkungan OSGi.

Matriks Fn

Hitung fitur Div, Vor, Gten, Sten

Finish

Normalisasi

Inisialisasi fitur It, u, v

Gabung ke-12 fitur menjadi matriks Fn

Hitung fitur ut dan vt

Hitung fitur It, u, v

Ambil fitur x, y, t

Citra hasil *preprocessing*

Start

Fitur u dan v dari frame sebelumnya

t % 20 = 1

t % 20 = 0

yes

yes

no

no

Pada bab ini, implemetasi akan dijelaskan berdasarkan lingkup utama dari perangkat lunak, yaitu modularitas, akses data, *template* antarmuka pengguna, dan keamanan, dan fitur administratif.



## Lingkungan Pengembangan

Berikut kakas bantu yang digunakan pada proses implementasi perangkat lunak ini:

* + - 1. Windows 10 Ultimate 64 bit sebagai sistem operasi
      2. Matlab 2018a

### Persiapan lingkungan dan implementasi kerangka kerja OSGi

Di antara semua persiapan kakas bantu yang digunakan, persiapan lingkungan OSGi merupakan yang paling rumit. Persiapan lingkungan OSGi yang dilakukan yaitu pemasangan web server yang mendukung OSGi dan pemasangan dependensi dari perangkat lunak beserta masalah yang sering terjadi pada kedua proses tersebut.

Pada awal pengembangan, kerangka kerja OSGi yang dipilih adalah Apache Felix. Alasan utama yang membuat penulis pada awalnya memilih kerangka kerja tersebut adalah karena kurangnya pengetahuan penulis tentang OSGi dan adanya fitur pengelolaan lingkup OSGi dalam bentuk *web*. Setelah mengalami beberapa masalah dan kerumitan pada proses pemenuhan dependensi, lingkungan OSGi diubah ke Eclipse Virgo.

#### Apache Tomcat dalam lingkungan OSGi

Karena perangkat lunak merupakan *bundle* OSGi yang dijalankan di dalam lingkup OSGi, Apache Tomcat perlu dijalankan di dalam OSGi. Untuk menjalankan Tomcat di dalam OSGi diperlukan Tomcat yang berupa berkas jar. Terdapat beberapa berkas jar yang diperlukan dan berkas jar tersebut sangat sulit dicari. Penulis hanya dapat menemukan berkas jar Tomcat versi 6 yang merupakan versi yang sudah lama tertinggal sehingga digunakanlah Tomcat versi 7 yang mendukung OSGi yang sudah terintegrasi dengan Eclipse Virgo.

#### Pemasangan dependensi

Dependensi perangkat lunak merupakan pustaka yang diperlukan suatu perangkat lunak baik pada saat proses kompilasi, *testing*, ataupun *runtime*. Dependensi pada OSGi berupa berkas bundle. Dependensi awal yang perlu disediakan pada lingkungan OSGi adalah Spring MVC.

Salah satu tantangan dalam pemenuhan dependensi pada OSGi adalah bagaimana mengubah status suatu *bundle* dari *INSTALLED* menjadi *RESOLVED*. Setiap *bundle* yang memerlukan sebuah pustaka dari bundle lain (dependensi) perlu menambahkan properti *Import*-*Package* pada berkas *manifest* nya. Pada saat *bundle* dipasang ke dalam sistem OSGi, sistem akan mencari *bundle* lain yang memiliki *package* yang diperlukan. *Bundle* yang menyediakan *package* yang dibutuhkan tersebut perlu menambahkan properti *Export*-*Package* yang bernilai *package* yang diperlukan oleh *bundle* sebelumnya. Jika tidak ada *bundle* yang mengekspor *package* tersebut, maka *bundle* yang mengimpor *package* tersebut tidak dapat bernilai *RESOLVED*. Adapun kasus yang terjadi setidaknya pada saat pemenuhan dependensi untuk tugas akhir ini yaitu konflik dependensi antar *bundle*.

Berikut contoh kasus konflik dependensi. Ada dua buah *bundle* dengan properti sebagai berikut:

*Bundle-SymbolicName: bundleA*

*Export-Package: org.pck.foo;version=”1.0”*

*Import-Package: org.pck.bar;version=”1.0”*

*Bundle-SymbolicName: bundleB*

*Export-Package: org.pck.bar;version=”1.0”*

Pada kondisi seperti ini *bundleA* dan *bundleB* dapat dipasang. Namun ketika ada *bundle* lain dengan properti berikut:

*Bundle-SymbolicName: bundleC*

*Import-Package:* *org.pck.foo;version=”1.0”, org.pck.bar;version=”2.0”*

*Bundle-SymbolicName: bundleD*

*Export-Package: org.pck.bar;version=”2.0”*

*bundleA* dan *bundleC* tidak dapat dipasang karena adanya konflik dimana *bundleA* menggunakan *package* *org.pck.bar* versi 1.0 dari *bundleB* dan *bundleC* menggunakan *package* *org.pck.bar* versi 2.0 dari *bundleD*. Masalah ini dapat diselesaikan dengan memaksakan agar *bundleC* mengimpor *package* dari *bundleB* agar dependensi konsisten. Namun, dengan solusi ini pengembang perlu mengubah berkas MANIFEST.MF pada bundle dan jika pohon dependensi terlalu besar maka solusi ini akan banyak memakan waktu.

Konflik dependensi yang terjadi pada pengembangan perangkat lunak ini antara lain:

* Komponen *servlet* pada *bundle javax.servlet* dan Spring MVC. Solusi yang dilakukan penulis adalah mengganti lingkungan dan kerangka kerja OSGi ke Eclipse Virgo yang sudah menyediakan Spring MVC dan *javax*.*servlet* dengan versi yang sesuai.
* Pustaka untuk membaca berkas xml yaitu *javax*.*xml*.*parsers* yang konflik dengan pustaka yang sudah disediakan Java. Solusi yang dilakukan adalah dengan mengubah versi *javax.xml.parsers* ke versi yang sudah disediakan Java dan menghapus bundle dengan versi yang berbeda.

Tantangan lain agar dependensi proyek terpenuhi adalah mencari pustaka yang berbentuk *bundle*. Seperti yang telah dijelaskan pada subbab 2.5.1, *bundle* merupakan berkas jar atau war yang memiliki properti khusus pada berkas MANIFEST.MF-nya. Tanpa properti tersebut berkas jar tidak mendukung OSGi. Pustaka dapat dicari melalui *Maven Repository* [19], namun banyak pustaka pada repository tersebut yang belum mendukung OSGi. Selain *Maven Repository* [19], beberapa berkas pustaka yang mendukung OSGi dapat ditemukan pada *Spring Enterprise Bundle Repository* [20] walaupun terbatas. Jika pustaka tidak ditemukan pada *repository* tersebut, penulis terpaksa mencari kode sumber dari pustaka tersebut dan melakukan *refactoring* agar pustaka tersebut mendukung OSGi. Beberapa pustaka yang di-*refactor* yaitu pustaka *org.jadira* dan *libphonenumber* yang digunakan pada beberapa kelas entitas.

Masalah terakhir pada pemasangan *bundle* untuk pemenuhan dependensi yaitu pemenuhan dependensi opsional dari suatu *bundle* yang sudah berstatus *RESOLVED.* Pemenuhan dependensi opsional tidak dapat dilakukan jika *bundle* sudah berstatus *RESOLVED*. Solusi yang dapat dilakukan adalah memasang *bundle* tersebut bersamaan dengan dependensinya atau dengan memasang dependensinya terlebih dahulu sebelum memasang *bundle*. Kasus ini terjadi pada saat pemasangan *hibernate* yang merupakan dependensi opsional dari Spring ORM dan pustaka *Jackson* yang merupakan dependensi opsional dari Spring MVC. Untuk dapat melakukan solusi tersebut, tentunya kedua *bundle* Spring harus dihapus dari lingkungan OSGi, namun hal itu tidak dapat dilakukan karena pada Eclipse Virgo, kedua *bundle* Spring tersebut merupakan *bundle* *default* yang akan selalu ada dalam lingkungan OSGi. Untuk itu pemasangan *hibernate* dan *Jackson* dilakukan bersamaan pada saat lingkungan OSGi pertama kali dijalankan. Cara tersebut dilakukan dengan membuat berkas XML dengan ekstensi “.plan” untuk *hibernate* dan *Jackson*. Kode sumber XML tersebut ditunjukkan pada Kode Sumber 4.1 dan Kode Sumber 4.2.

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<plan** name="hibernate.plan" version="4.2.18.Final" scoped="false" atomic="false"
3. xmlns="http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan"
4. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5. xsi:schemaLocation="
6. http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan
7. http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan/eclipse-virgo-plan.xsd"**>**
9. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.org.dom4j" version="1.6.1"**/>**
10. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.antlr" version="2.7.7"**/>**
11. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.org.apache.tools.ant" version="1.8.3"**/>**
12. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.org.jboss.jandex" version="1.0.3.Final"**/>**
13. **<artifact** type="bundle" name="classmate" version="0.5.4"**/>**
14. **<artifact** type="bundle" name="org.jboss.logging.jboss-logging" version="3.1.0.GA"**/>**
15. **<artifact** type="bundle" name="org.hibernate.common.hibernate-commons-annotations" version="4.0.2.Final"**/>**
16. **<artifact** type="bundle" name="javassist" version="3.18.1.GA"**/>**
17. **<artifact** type="bundle" name="javax.persistence" version="2.0.0.v200911271158"**/>**
18. **<artifact** type="bundle" name="org.jboss.spec.javax.transaction.jboss-transaction-api\_1.1\_spec" version="1.0.1.Final"**/>**
19. **<artifact** type="bundle" name="org.hibernate.core" version="4.2.18.Final"**/>**
20. **</plan>**

Kode Sumber 4.1 Berkas XML hibernate.plan

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<plan** name="jackson.plan" version="1.9.10" scoped="false" atomic="false"
3. xmlns="http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan"
4. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5. xsi:schemaLocation="
6. http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan
7. http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan/eclipse-virgo-plan.xsd"**>**
9. **<artifact** type="bundle" name="jackson-core-asl" version="1.9.10"**/>**
10. **<artifact** type="bundle" name="jackson-mapper-asl" version="1.9.10"**/>**
12. **</plan>**

Kode Sumber 4.2 Berkas XML jackson.plan

Kedua berkas *plan* yang sudah dibuat, diletakkan pada *folder* “/repository/usr/” pada *folder* instalasi Eclipse Virgo. Kedua berkas tersebut berisi *bundle* yang ingin dipasang beserta dependensinya ke dalam lingkungan OSGi. Daftar *bundle* pada berkas tersebut sudah diurutkan sehingga pengembang dapat merujuk ke berkas tersebut untuk menentukan *bundle* apa yang perlu dipasang terlebih dahulu jika pengembang tidak menggunakan fitur berkas plan. Setelah berkas tersebut diletakkan pada *folder* “/repository/usr/”, perlu dibuat sebuah berkas *plan* lain yang diberi nama “sia.plan”. berkas *plan* ini berisi *plan* apa saja yang ingin dibaca sekaligus semua dependensi dari perangkat lunak Sistem Informasi Akademik. Berkas tersebut kemudian diletakkan pada *folder* “/pickup” pada *folder* instalasi Eclipse Virgo. Kode sumber berkas XML ditunjukkan pada Kode Sumber 4.3.

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<plan** name="sia.plan" version="1.0.0" scoped="false" atomic="false"
3. xmlns="http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan"
4. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
5. xsi:schemaLocation="
6. http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan
7. http://www.eclipse.org/virgo/schema/plan/eclipse-virgo-plan.xsd"**>**
9. **<artifact** type="plan" name="commons-dbcp.plan" version="2.1.0"**/>**
10. **<artifact** type="plan" name="hibernate.plan" version="4.2.18.Final"**/>**
11. **<artifact** type="plan" name="jackson.plan" version="1.9.10"**/>**
12. **<artifact** type="plan" name="spring-osgi.plan" version="1.2.1"**/>**
13. **<artifact** type="plan" name="spring-security.plan" version="3.1.7.RELEASE"**/>**
14. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.com.opensymphony.sitemesh" version="2.4.1"**/>**
15. **<artifact** type="bundle" name="org.postgresql.jdbc4" version="9.4.0.build-1201"**/>**
16. **<artifact** type="bundle" name="org.apache.commons.logging" version="1.2.0"**/>**
17. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.net.sf.cglib" version="2.2.0"**/>**
18. **<artifact** type="bundle" name="com.springsource.org.apache.xmlcommons" version="1.3.4"**/>**
19. **<artifact** type="plan" name="jasperreports.plan" version="5.0.1"**/>**
20. **<artifact** type="plan" name="sia-modul.plan" version="1.0"**/>**
22. **</plan>**

Kode Sumber 4.3 Berkas XML sia.plan

## Implementasi Preprocessing

Fungsionalitas administratif diimplementasi menggunakan pola arsitektur *multilayer* yang memisahkan perangkat lunak menjadi beberapa *layer* secara fisik yaitu *layer* *web*, *service*, *DAO*, *domain*, dan *plugin*. *Layer*-*layer* tersebut di-*deploy* ke dalam lingkungan OSGi untuk dapat saling berhubungan.

Kode sumber yang disertakan pada bab ini diberi nomor baris yang sesuai dengan kode sumber asli.

### *Web* *layer*

*Web* *layer* diimplementasi menggunakan Spring MVC. Pada *layer* ini terdapat kelas-kelas dan komponen yang membentuk pola arsitektur MVC dan kelas-kelas yang berhubungan dengan pertukaran data dari *client* ke perangkat lunak ataupun sebaliknya. Selain itu, terdapat kelas *ServiceLocator<T>* dan berkas xml yang diberi nama “sia-web-osgi.xml” untuk mengambil *service* yang disediakan *layer* lain. Kelas-kelas tersebut dibungkus ke dalam tigas *package* yaitu *Controllers*, JSON *Model* dan OSGi.

#### *Package* *Controllers*

*Package* ini, tentunya, berisi kelas-kelas *controller* yang membentuk perangkat lunak Spring MVC. Pada perangkat lunak ini, *package* diberi nama “com.sia.main.web.controllers”. Berikut kelas-kelas *controller* tersebut. Kelas-kelas *controller* difokuskan hanya berfungsi untuk pertukaran data dari *web* *client* ke perangkat lunak dan sebaliknya.

##### Kelas *ModuleController*

Kelas ini merupakan kelas yang bertugas menangani *Http* *Request* yang berhubungan dengan pengelolaan modul. Pengelolaan modul meliputi pengunggahan modul, penghapusan modul, dan pengelolaan akses menu modul. Kode sumber fungsi-fungsi pada kelas *ModuleController* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.4, Kode Sumber 4.5, dan Kode Sumber 4.6.

1. @RequestMapping(value = "/uploadWizard/1/upload", method = RequestMethod.POST)
2. **public** ModelAndView uploadModule(@RequestParam("file") Object file, HttpSession session) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. Bundle hostBundle = FrameworkUtil.getBundle(**this**.getClass());
5. Response response = **this**.modulService.installModule(file, hostBundle);
6. **if**(response.getData() != **null**) {
7. session.setAttribute("moduleOnWizard", (Modul)response.getData());
8. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/module/uploadWizard/2");
9. } **else** {
10. session.setAttribute("uploadFailed", response);
11. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/module/uploadWizard/1");
12. }
13. **return** modelAndView;
14. }

Kode Sumber 4.4 Fungsi pengunggahan berkas modul

1. @RequestMapping(value = "/uploadWizard/2/submit",  method = RequestMethod.POST)
2. @ResponseBody
3. **public** Response saveMenus(@RequestBody RoleMenu[] roleMenus, HttpSession session) {
4. Modul modul = (Modul)session.getAttribute("moduleOnWizard");
5. **for**(Menu menu: modul.getMenus()) {
6. **for**(MenuPeran menuPeran: menu.getDaftarMenuPeran()) {
7. **this**.menuPeranService.delete(menuPeran);
8. }
9. }
10. List<MenuPeran> failures = **new** ArrayList<MenuPeran>();
11. **for**(RoleMenu roleMenu: roleMenus) {
12. Peran peran = **this**.peranService.getById(UUID.fromString(roleMenu.getRoleId()));
13. **for** (String menuId : roleMenu.getRoleMenus()) {
14. Menu menu = **this**.menuService.getById(UUID.fromString(menuId));
15. MenuPeran menuPeran = **new** MenuPeran(**null**, peran, menu);
16. MenuPeran result = (MenuPeran)**this**.menuPeranService.insertInto(menuPeran).getData();
17. **if**(result == **null**)
18. failures.add(menuPeran);
19. }
20. }
21. session.setAttribute("moduleOnWizard", **this**.modulService.getById(modul.getIdModul()));
22. **if**(failures.size() > 0) {
23. StringBuilder sb = **new** StringBuilder();
24. sb.append("Penambahan gagal pada: \n");
25. **for**(MenuPeran menuPeran: failures) {
26. sb.append("- Hak akses peran " + menuPeran.getPeran() + " untuk menu " + menuPeran.getMenu() + ".\n");
27. }
28. **return** **new** Response(Response.error, sb.toString(), **null**);
29. } **else** {
30. **return** **new** Response(Response.ok, "Penambahan hak akses menu pada peran berhasil.", **null**);
31. }
32. }

**Kode Sumber 4.5 Fungsi penambahan akses menu modul**

1. @RequestMapping(value = "/delete", method = RequestMethod.POST)
2. **public** @ResponseBody Response deleteModule(@RequestParam("idModul") String idModul) {
3. Modul modul = modulService.getById(UUID.fromString(idModul));
4. Response response = **this**.modulService.uninstallModule(modul);
5. **return** response;
6. }

**Kode Sumber 4.6 Fungsi penghapusan modul**

Dapat dilihat fungsi *uploadModule* dan *saveMenus* memiliki *RequestMapping* “uploadWizard”. Fungsionalitas pengunggahan modul dan penambahan akses menu memang sengaja dibuat menjadi sebuah w*i*zard dengan tujuan memaksa pengguna, dalam kasus ini admin, agar segera menambah akses menunya agar modul dapat segera digunakan.

##### Kelas *UserController*

Kelas ini merupakan kelas yang bertugas menangani *Http* *Request* yang berhubungan dengan pengelolaan pengguna. Pengelolaan pengguna meluputi penambahan pengguna, menonaktifkan pengguna, dan menyunting informasi pengguna. Penambahan pengguna dibagi menjadi dua fungsi yaitu fungsi *submitUser* untuk menambah pengguna satu per satu dan *uploadCSV* untuk menambah pengguna secara masal dengan pengunggahan berkas CSV. Hal ini diperlukan untuk memudahkan penambahan pengguna. Kode sumber fungsi-fungsi pada kelas ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.7.

1. @RequestMapping(value = "/add/", method = RequestMethod.POST)
2. **public** ModelAndView submitUser(@RequestParam("ni") String ni, @RequestParam("username") String username, @RequestParam("tipe") String tipe, @RequestParam("satMan") String satMan) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. SatMan newSatMan = **this**.satuanManajemenDAO.getByParam("where nmSatMan = '" + satMan + "'").get(0);
5. Pd pd = **null**;
6. Ptk ptk = **null**;
7. **if**(tipe.toLowerCase().equals("pd")) {
8. pd = **this**.pdDAO.getByParam("where niPd = '" + ni + "'").get(0);
9. } **else** {
10. ptk = **this**.ptkDAO.getByParam("where niPtk = '" + ni + "'").get(0);
11. }
12. TipePengguna tp = **this**.tipePenggunaDAO.getByParam("where namaTipe = '" + tipe + "'").get(0);
13. Pengguna user = **new** Pengguna(UUID.randomUUID(), pd, ptk, newSatMan, username, ni, **true**, "", **null**, tp);
14. **this**.penggunaService.insertInto(user);
15. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/user/");
16. **return** modelAndView;
17. }
19. @RequestMapping(value = "/add/upload", method = RequestMethod.POST)
20. **public** ModelAndView uploadCSV(@RequestParam("file") Object file) {
21. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
22. MultipartFile multipartFile = (MultipartFile) file;
23. BufferedReader  br = **null**;
24. **try** {
25. File newFile = **new** File(multipartFile.getOriginalFilename());
26. multipartFile.transferTo(newFile);
27. String line = "";
28. br = **new** BufferedReader(**new** FileReader(newFile));
29. **while** ((line = br.readLine()) != **null**) {
30. String[] userData = line.split(",");
31. SatMan satMan = **this**.satuanManajemenDAO.getByParam("where nmSatMan = '" + userData[3] + "'").get(0);
32. Pd pd = **null**;
33. Ptk ptk = **null**;
34. **if**(userData[2].toLowerCase().equals("pd")) {
35. pd = **this**.pdDAO.getByParam("where niPd = '" + userData[0] + "'").get(0);
36. } **else** {
37. ptk = **this**.ptkDAO.getByParam("where niPtk = '" + userData[0] + "'").get(0);
38. }
39. TipePengguna tp = **this**.tipePenggunaDAO.getByParam("where namaTipe = '" + userData[2] + "'").get(0);
40. Pengguna user = **new** Pengguna(UUID.randomUUID(), pd, ptk, satMan, userData[1], userData[0], **true**, "", **null**, tp);
41. **this**.penggunaService.insertInto(user);
42. }
44. } **catch** (FileNotFoundException e) {
45. e.printStackTrace();
46. } **catch** (IllegalStateException e1) {
47. e1.printStackTrace();
48. } **catch** (IOException e) {
49. e.printStackTrace();
50. } **finally** {
51. **if** (br != **null**) {
52. **try** {
53. br.close();
54. } **catch** (IOException e) {
55. e.printStackTrace();
56. }
57. }
58. }
59. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/user/");
60. **return** modelAndView;
61. }

**Kode Sumber 4.7 Fungsi penambahan pengguna**

##### Kelas *UserRoleController*

Kelas ini merupakan kelas yang bertugas menangani *Http* *Request* yang berhubungan dengan pengelolaan hak akses pengguna. Hak akses pengguna dikelola per pengguna. Pengelolaan ini meliputi penambahan dan penghapusan hak akses pengguna. Kode sumber fungsi-fungsi pada kelas ini ditunjukkan pada

Kode Sumber **4.8** dan Kode Sumber 4.9.

1. @RequestMapping(value = "/add", method = RequestMethod.POST)
2. **public** ModelAndView add(@RequestParam("id") UUID userId, @RequestParam("peran") String namaPeran, @RequestParam("satMan") String namaSatMan, HttpSession session) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. Pengguna pengguna = **this**.penggunaDAO.getById(userId);
5. Peran peran = **this**.peranDAO.getByParam("where namaPeran = '" + namaPeran + "'").get(0);
6. SatMan satMan = **this**.satManDAO.getByParam("where nmSatMan = '" + namaSatMan + "'").get(0);
7. PeranPengguna peranPengguna = **new** PeranPengguna(**null**, pengguna, peran, satMan);
8. **if**(peranPenggunaService.insertInto(peranPengguna) != **null**) {
9. Response response = **new** Response("success", "peran pengguna berhasil ditambah", **null**);
10. session.setAttribute("addResponse", response);
11. } **else** {
12. Response response = **new** Response("error", "peran pengguna gagal ditambah", **null**);
13. session.setAttribute("addResponse", response);
14. }
15. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/userRole?userId=" + userId);
16. **return** modelAndView;
17. }

**Kode Sumber 4.8 Fungsi penambahan hak akses pengguna**

1. @RequestMapping(value = "/delete", method = RequestMethod.POST)
2. **public** ModelAndView delete(@RequestParam("id") UUID peranPenggunaId, HttpSession session) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. PeranPengguna peranPengguna = **this**.peranPenggunaService.getById(peranPenggunaId);
5. **if**(**this**.peranPenggunaService.delete(peranPengguna) != **null**) {
6. Response response = **new** Response("success", "peran pengguna berhasil dihapus", **null**);
7. session.setAttribute("addResponse", response);
8. } **else** {
9. Response response = **new** Response("error", "peran pengguna gagal dihapus", **null**);
10. session.setAttribute("addResponse", response);
11. }
12. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/userRole?userId=" + peranPengguna.getPengguna().getIdPengguna());
13. **return** modelAndView;
14. }

**Kode Sumber 4.9 Fungsi penghapusan hak akses pengguna**

##### Kelas *RoleController*

Kelas ini merupakan kelas yang bertugas menangani *Http* *Request* yang berhubungan dengan pengelolaan peran. Peran dapat ditambah dan dihapus. Kode sumber kedua fungsi tersebut ditunjukkan pada

Kode Sumber **4.10** dan Kode Sumber 4.11.

1. @RequestMapping(value = "/add", method = RequestMethod.POST)
2. **public** ModelAndView tambahPeran(@RequestParam("namaPeran") String namaPeran, HttpSession session) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. Response response;
5. Peran peran = **new** Peran();
6. peran.setNamaPeran(namaPeran);
7. Peran res = peranService.insertInto(peran);
8. **if**(res != **null**) {
9. response = **new** Response("ok", "peran berhasil ditambahkan", res);
10. } **else** {
11. response = **new** Response("error", "peran gagal ditambahkan", **null**);
12. }
13. session.setAttribute("addResponse", response);
14. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/role/");
15. **return** modelAndView;
16. }

**Kode Sumber 4.10 Fungsi penambahan peran**

1. @RequestMapping(value = "/delete", method = RequestMethod.POST)
2. **public** ModelAndView hapusPeran(@RequestParam("idPeran") String idPeran, HttpSession session) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. Response response;
5. Peran peran = peranService.getById(UUID.fromString(idPeran));
6. Peran res = peranService.delete(peran);
7. **if**(res != **null**) {
8. response = **new** Response("ok", "peran " + peran.getNamaPeran() + " berhasil dihapus", res);
9. } **else** {
10. response = **new** Response("error","peran " + peran.getNamaPeran() + " gagal dihapus", **null** );
11. }
12. session.setAttribute("addResponse", response);
13. modelAndView.setViewName("redirect:/admin/role/");
14. **return** modelAndView;
15. }

**Kode Sumber 4.11 Fungsi penghapusan peran**

#### Package JSON *Model*

*Package* ini berisi kelas-kelas yang digunakan sebagai tipe data dari pertukaran data melalui JSON pada beberapa fungsi pada *controller*. *Package* ini diberi nama “com.sia.main.web.json\_model”. Untuk mendukung JSON pada Java, diperlukan pustaka *Jackson*. Pemasangan pustaka *Jackson* sudah disertakan pada subbab 4.1.1.2.

##### Kelas *Role*

Kelas ini merepresentasikan peran yang digunakan pada fungsi pengelolaan peran. Kode sumber kelas ini ditunjukka pada Kode Sumber 4.12.

1. **public** **class** Role {
3. **private** UUID roleId;
5. **private** String roleName;
7. // setters, getters, and constructor
9. }

**Kode Sumber 4.12 Kelas *Role***

##### Kelas *RoleMenu*

Kelas ini merepresentasikan akses menu yang digunakan pada fungsi penambahan akses menu modul. Kode sumber kelas ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.13.

1. **public** **class** RoleMenu {
3. **private** String roleId;
5. **private** String[] roleMenus;
7. // setters, getters, and constructor
9. }

**Kode Sumber 4.13 Kelas *RoleMenu***

##### Kelas *SatMan*

Kelas ini merepresentasikan data satuan manajemen yang digunakan pada fungsi pengelolaan pengguna dan hak akses pengguna. Kode sumber kelas ini ditunjukkan pada

Kode Sumber **4.14**.

1. **public** **class** SatMan {
3. **private** String idSatMan;
5. **private** String namaSatMan;
7. // setters, getters, and constructor
9. }

**Kode Sumber 4.14 Kelas SatMan**

#### *Package* OSGi dan OSGi *Service Reference*

Subbab ini menjelaskan *package* yang berisi kelas *ServiceLocator<T>* yang berfungsi untuk mengambil *service* dari *layer* lain melalui OSGi *Service Registry*. *Package* ini diberi nama “com.sia.main.web.osgi”. Selain itu pengambilan *service* melalui OSGi *Service Registry* juga dapat dilakukan dengan Gemini Blueprint. Gemini Blueprint merupakan kakas bantu berbentuk berkas XML untuk mengambil *service* pada OSGi *Service Registry* dengan metode *Dependency Injection*. Kedua cara tersebut memang terlihat redundan. Namun, Kelas *ServiceLocator<T>* tetap diperlukan saat pendaftaran *servlet* modul pada saat perangkat lunak sedang mulai dijalankan karena Blueprint hanya dapat dijalankan ketika perangkat lunak sudah berjalan. *Layer* ini hanya mengambil OSGi *service* dari *layer* lain tanpa mendaftarkan OSGi *service* apapun. Kode sumber kelas *ServiceLocator<T>* ditunjukkan pada

Kode Sumber **4.15**. Contoh berkas XML ditunjukkan pada Kode Sumber 4.16.

1. @SuppressWarnings({ "unchecked", "rawtypes" })
2. **public** **class** ServiceLocator<T> {
4. **private** ServiceTracker serviceTracker;
6. **private** Class<T> serviceClass;
8. **public** ServiceLocator() {
9. }
11. **public** ServiceLocator(BundleContext bundleContext, Class<T> serviceClass) {
12. **this**.serviceClass = serviceClass;
13. **this**.serviceTracker = **new** ServiceTracker(bundleContext, **this**.serviceClass.getName(), **null**);
14. **this**.serviceTracker.open();
15. }
17. **public** T getService(**long** timeout) {
18. T service = **null**;
19. **try** {
20. service = **this**.serviceClass.cast(timeout == -1 ? **this**.serviceTracker.getService() : **this**.serviceTracker.waitForService(timeout));
21. } **catch**(Exception e) {
22. e.printStackTrace();
23. }
24. **return** service;
25. }
27. **public** **void** close() {
28. **this**.serviceTracker.close();
29. }
31. }

**Kode Sumber 4.15 Kelas *ServiceLocator<T>***

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<beans** xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
3. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4. xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
5. xmlns:osgi="http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint"
6. xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
7. http://www.springframework.org/schema/context http://www.springframework.org/schema/context/spring-context.xsd
8. http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint/gemini-blueprint.xsd"**>**
10. **<osgi:reference** id="modulServiceRef" interface="com.sia.main.service.services.ModulService" availability="mandatory"**>**
11. **</osgi:reference>**
13. **<osgi:reference** id="penggunaDAO" interface="com.sia.main.data.dao.PenggunaDAO" availability="mandatory"**>**
14. **</osgi:reference>**
16. **</beans>**

**Kode Sumber 4.16 berkas XML Blueprint**

#### Antarmuka pengguna

Implementasi antarmuka pengguna dilakukan dengan menggunakan JSP sebagai tipe berkas *view* dan pustaka JSTL untuk mengakses *model* yang dikirim dari *controller*.

##### Halaman pengunggahan modul

Halaman ini merupakan halaman yang digunakan untuk pengunggahan berkas modul. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.1.

##### Halaman penambahan akses menu

Halaman ini merupakan halaman untuk memetakan hak akses dengan menu-menu yang ada pada modul yang sedang dipasang. Halaman ini merupakan halaman lanjutan dari halaman pengunggahan berkas modul. Kedua halaman tersebut dibuat menjadi suatu *wizard*. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.2.

##### Halaman daftar modul

Halaman ini merupakan halaman yang menampilkan daftar modul yang terpasang pada Sistem Informasi Akademik. Pada halaman ini terdapat tombol yang mengarahkan pengguna ke halaman pengunggahan modul. Tiap baris pada daftar modul, terdapat tombol untuk menghapus modul dan tombol untuk mengakses halaman penambahan akses menu modul yang dipilih dari daftar modul. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.3.

##### Halaman daftar pengguna

Halaman ini menampilkan daftar pengguna yang masih aktif pada Sistem Informasi Akademik. Pada halaman ini terdapat beberapa komponen yaitu tombol untuk mengakses penambahan pengguna, tombol untuk menghapus pengguna satu per satu ataupun banyak pengguna, penanda pengguna untuk fitur penghapusan banyak pengguna, *filter* pengguna berdasarkan satuan manajemen dan tipe pengguna, Kotak teks untuk mencari pengguna, dan tabel daftar pengguna. Implementasi ini dibantu dengan pustaka jQuery datatable. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.4.

##### Halaman penambahan pengguna

Halaman penambahan pengguna dibagi menjadi dua yaitu penambahan secara manual ataupun dengan berkas CSV. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6.

##### Halaman penyuntingan informasi pengguna

Halaman ini sebenarnya diimplementasi bukan sebagai halaman sendiri melainkan dalam bentuk *modal*. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.7.

##### Halaman pengelolaan hak akses pengguna

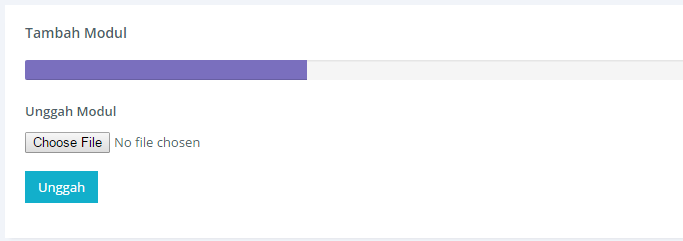
Halaman ini digunakan untuk melihat, menambah, dan menghapus hak akses yang dimiliki seorang pengguna. Halaman ini diakses melalui halaman daftar pengguna pada tiap baris dari tabel pengguna. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.8.

##### Halaman daftar peran

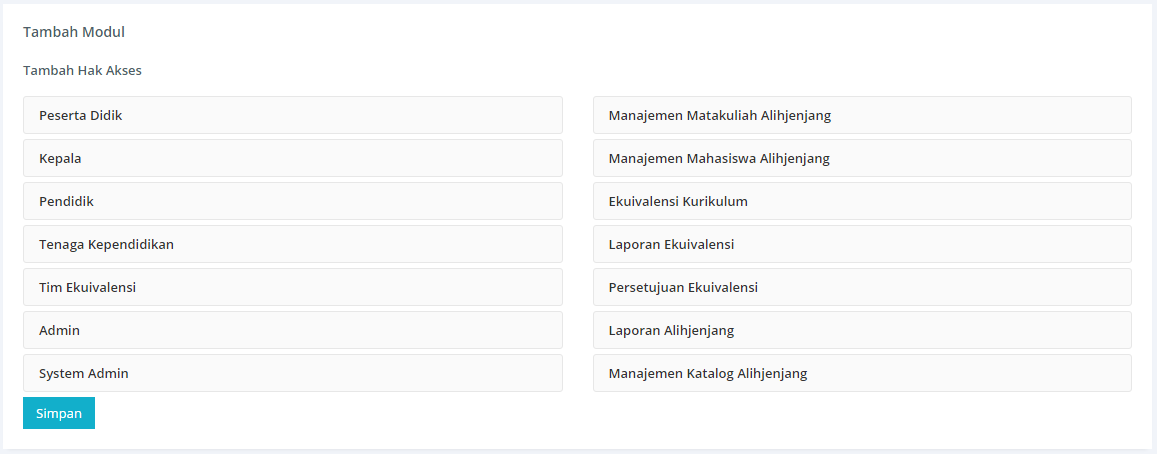
Halaman ini berisi tabel daftar peran pada sistem. Tiap baris pada tabel terdapat informasi peran dan tombol untuk menghapus peran dan menyunting informasi peran. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.10.

##### Halaman penambahan peran

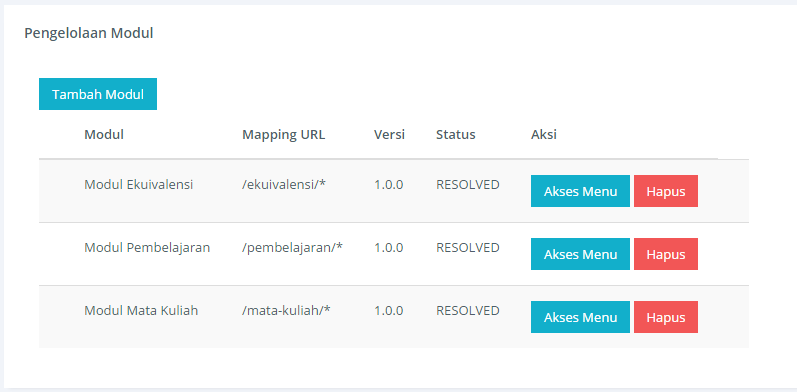
Halaman ini berbentuk *modal* yang berfungsi untuk menambah peran pada sistem. Hasil implementasi halaman ini ditunjukkan pada Gambar 4.9.



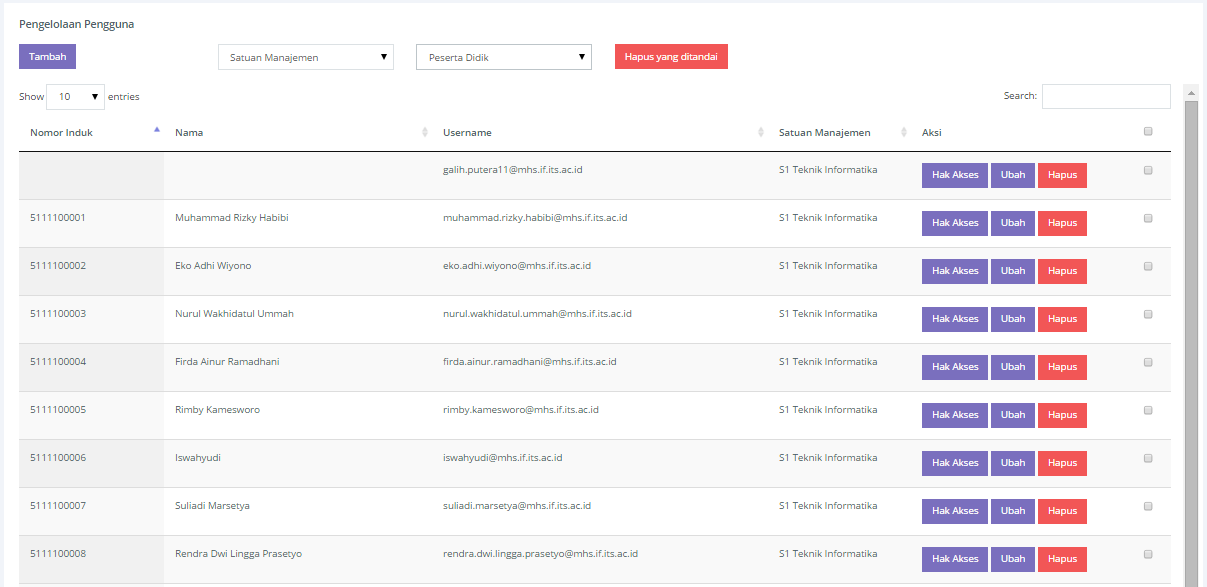
Gambar 4.1 Halaman penambahan modul



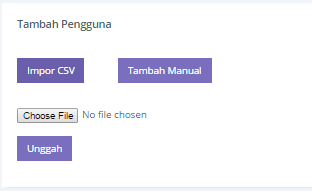
Gambar 4.2 Halaman penambahan akses menu



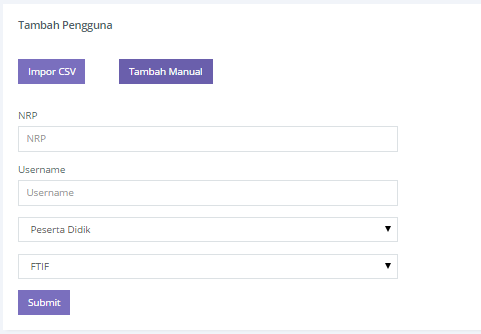
Gambar 4.3 Halaman daftar modul



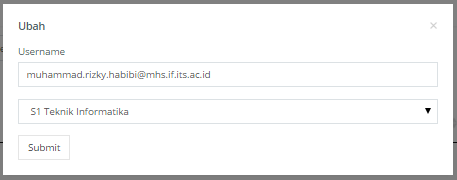
Gambar 4.4 Halaman daftar pengguna



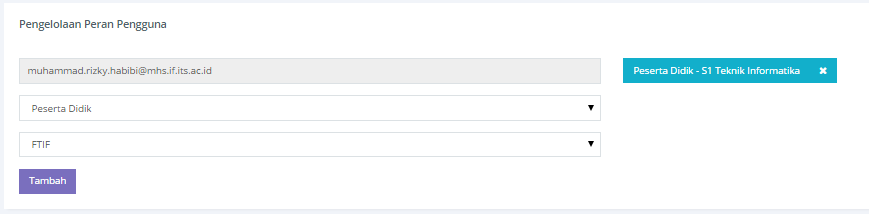
Gambar 4.5 Halaman pengunggahan berkas CSV



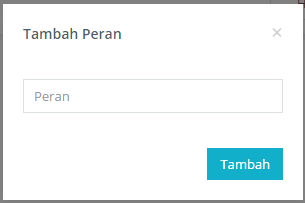
Gambar 4.6 Halaman penambahan pengguna



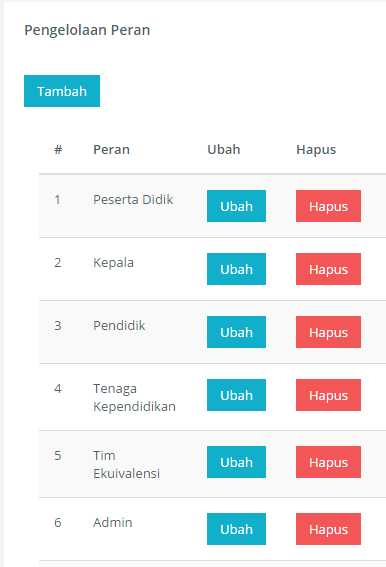
Gambar 4.7 Halaman penyuntingan informasi pengguna



Gambar 4.8 Halaman pengelolaan hak akses pengguna



Gambar 4.9 Halaman penambahan peran



Gambar 4.10 Halaman daftar peran

### *Service* *layer*

*Service* *layer* merupakan *layer* yang berisi kelas-kelas yang mengimplementasi logika proses bisnis yang dibagi berdasarkan kelas entitas. Selain itu juga terdapat kelas-kelas yang menangani pembacaan berkas modul. Kelas-kelas tersebut dikelompokkan menjadi tiga *package*. Yaitu *package* yang berisi kelas *interface* service, *package* yang berisi kelas realisasi dari kelas *interface* pada package sebelumnya, dan *package* *module* yang berisi kelas untuk membaca informasi modul.

Selain *package*, pada layer ini juga terdapat berkas Blueprint untuk mendaftarkan dan mengambil *service* ke dan dari dalam OSGi *Service Registry*. *Service* yang didaftarkan merupakan kelas-kelas realisasi dari kelas interface *service*. *Service* yang diambil merupakan *service* yang didaftarkan dari layer DAO.

#### *Package* *Service*

*Package* ini diberi nama “com.sia.main.service.services”. *Package* ini berisi kelas interface *service* yang dibagi berdasarkan kelas entitas. Kelas-kelas tersebut adalah:

* *ModulService*
* *MenuService*
* *MenuPeranService*
* *PenggunaService*
* *PeranService*
* *PeranPenggunaService*
* *SatuanManajemenService*

Berikut adalah

Kode Sumber **4.17** yang merupakan salah satu contoh kelas *interface* dari layer ini.

1. **public** **interface** ModulService {
2. **public** Response installModule(Object modulFile, Object hostBundle);
4. **public** Response uninstallModule(Modul modul);
6. **public** Modul update(Modul modul);
8. **public** List<Modul> getAll();
10. **public** Modul getById(UUID idModul);
12. **public** List<Modul> getByParam(String queryParam);
13. }

**Kode Sumber 4.17 Kelas *interface ModulService***

#### Package Service Implementation

*Package* ini diberi nama “com.sia.main.service.services.impl”. *Package* ini berisi kelas-kelas realisasi dari kelas *interface* *service* pada package “com.sia.main.service.services” yang dibagi berdasarkan kelas entitas. Kelas-kelas tersebut adalah:

* *ModulServiceImpl*
* *MenuServiceImpl*
* *MenuPeranServiceImpl*
* *PenggunaServiceImpl*
* *PeranServiceImpl*
* *PeranPenggunaServiceImpl*
* *SatuanManajemenServiceImpl*

Berikut adalah

Kode Sumber **4.18** yang merupakan fungsi-fungsi penambahan modul pada kelas *ModulServiceImpl* yang direalisasikan dari kelas *ModulService*.

1. @Override
2. **public** Response installModule(Object modulFile, Object hostBundleObj) {
3. **try** {
4. MultipartFile multipartFile = (MultipartFile) modulFile;
5. ModuleWriter moduleToDiskWritter = **new** ModuleWriter();
6. moduleToDiskWritter.writeToDisk(multipartFile, **this**.temporaryModuleLocation);
7. File tempFile = moduleToDiskWritter.getFile(**this**.temporaryModuleLocation, multipartFile.getOriginalFilename());
8. Bundle hostBundle = (Bundle) hostBundleObj;
9. Modul modul = **this**.saveModule(tempFile.getAbsolutePath(), hostBundle);
10. moduleToDiskWritter.writeToDisk(multipartFile, **this**.installedModuleLocation);
11. moduleToDiskWritter.deleteFromDisk(tempFile.toPath());
12. **return** **new** Response(Response.ok, "Modul berhasil ditambah", modul);
13. } **catch** (Exception e) {
14. e.printStackTrace();
15. **return** **new** Response(Response.error, "Modul gagal ditambah. " + e.getMessage(), **null**);
16. }
17. }
19. **private** Modul saveModule(String filePath, Bundle hostBundle) **throws** Exception {
20. Modul res = **null**;
21. BundleContext bundleContext = FrameworkUtil.getBundle(**this**.getClass()).getBundleContext();
22. filePath = "file:" + filePath;
23. Bundle bundle = **null**;
24. **try** {
25. bundle = bundleContext.installBundle(filePath);
26. Bundle systemBundle = bundleContext.getBundle(0);
27. FrameworkWiring fw = systemBundle.adapt(FrameworkWiring.**class**);
28. ArrayList<Bundle> bundles = **new** ArrayList<Bundle>();
29. bundles.add(bundle);
30. fw.resolveBundles(bundles);
31. Modul modul = (Modul) **this**.moduleReader.readModule(bundle, hostBundle);
32. modul.setStatus(OSGiBundleStatus.valueOf(bundle.getState()).name());
33. modul.setOsgiBundleId(String.valueOf(bundle.getBundleId()));
34. modul.setNamaServlet("");
35. modul.setVersi(bundle.getVersion().toString());
36. res = **this**.insertInto(modul);
37. **if** (res != **null**) {
38. **for**(Menu menu : modul.getMenus()) {
39. menu.setModul(res);
40. **this**.menuService.insertInto(menu);
41. }
42. **for**(Menu menuOld : **this**.menuService.getByParam("where modul.idModul = '" + res.getIdModul() + "'")){
43. **boolean** found = **false**;
44. **for**(Menu menuNew : modul.getMenus()) {
45. **if**(menuOld.getNamaMenu().equals(menuNew.getNamaMenu())) {
46. found = **true**;
47. }
48. }
49. **if**(!found) {
50. **this**.menuService.delete(menuOld);
51. }
52. }
53. } **else** {
54. bundle.uninstall();
55. **throw** **new** Exception("Modul dengan nama " + modul.getNamaModul() + " sudah ada dan pemetaan URL " + modul.getURLMapping() + " sudah digunakan");
56. }
57. } **catch** (BundleException e) {
58. bundle.uninstall();
59. **throw** **new** BundleException("Instalasi modul ke dalam container OSGi gagal. Pesan Exception: " + e.getMessage());
60. } **catch** (Exception e) {
61. bundle.uninstall();
62. **throw** e;
63. }
64. **return** res;
65. }
67. **private** Modul insertInto(Modul modul) {
68. List<Modul> usedNameModules = **this**.getByParam("where namaModul = '" + modul.getNamaModul() + "'");
69. List<Modul> usedURLModules = **this**.getByParam("where URLMapping = '" + modul.getURLMapping() + "'");
70. **if** ((usedNameModules != **null** && usedNameModules.size() > 0) && (!usedNameModules.get(0).getURLMapping().equals(modul.getURLMapping())) && (usedURLModules != **null** && usedURLModules.size() > 0)) {
71. **return** **null**;
72. }
73. **if** ((usedNameModules == **null** || usedNameModules.size() == 0) && (usedURLModules == **null** || usedURLModules.size() == 0)) {
74. **this**.modulDAO.insert(modul);
75. **return** **this**.getByParam("where namaModul = '" + modul.getNamaModul() + "'").get(0);
76. } **else** {
77. **return** **this**.update(modul);
78. }
79. }

**Kode Sumber 4.18 Kelas *ModulServiceImpl***

#### *Package* *Module*

*Package* ini diberi nama “com.sia.main.service.module”. *Package* ini berisi kelas yang menangani pembacaan berkas detil modul. Kelas tersebut adalah *XmlModuleReaderBean* dan *ModuleXmlParseHandler*.

Kelas *XmlModuleReaderBean* bertugas untuk mengambil hasil dari pembacaan modul yang dilakukan oleh kelas *ModuleXmlParseHandler*. Detil modul yang didapat diperiksa kelengkapannya. Jika tidak lengkap, Kelas ini mengirim *Java* *Excpetion*.

Kelas *ModuleXmlParseHandler* bertugas membaca berkas detil modul. Pembacaan dilakukan tiap elemen pada xml yang ditemukan. Elemen pada xml pada berkas juga diperiksa ke-*valid*-an nya. Ke-*valid*-an yang dimaksud adalah peletakkan suatu elemen terhadap elemen lain.

Contoh fungsi pembacaan modul pada kelas *XmlModuleReaderBean* ditunjukkan pada

Kode Sumber **4.19**.

1. @Override
2. **public** Modul readModule(Object module, Object host) **throws** Exception {
3. Bundle moduleBundle = (Bundle) module;
4. Bundle hostBundle = (Bundle) host;
5. Modul modul = **null**;
6. **try** {
7. SAXParserFactory factory = SAXParserFactory.newInstance();
8. SAXParser saxParser = factory.newSAXParser();
9. String moduleDetailLocation = **this**.moduleDetailXmlPath + **this**.prefix + moduleBundle.getSymbolicName() + ".xml";
10. URL fileURL = hostBundle.getResource(moduleDetailLocation);
11. **if**(fileURL == **null**) {
12. **throw** **new** NullPointerException("Berkas xml tidak ditemukan");
13. }
14. ModuleXmlParseHandler parseHandler = **new** ModuleXmlParseHandler();
15. saxParser.parse(fileURL.openStream(), parseHandler);
16. modul = parseHandler.getGeneratedModule();
17. **if**(modul.getNamaModul() == **null** || modul.getNamaModul().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Nama modul tidak boleh kosong");
18. **if**(modul.getURLMapping() == **null** || modul.getURLMapping().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Pemetaan URL modul tidak boleh kosong");
19. **if**(modul.getLokasiKonfigServlet() == **null** || modul.getLokasiKonfigServlet().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Lokasi konfigurasi servlet modul tidak boleh kosong");
20. **if**(modul.getMenus() == **null** || modul.getMenus().size() == 0) **throw** **new** NullPointerException("Tidak ada menu terdaftar pada modul");
21. **else** {
22. **for**(Menu menu: modul.getMenus()) {
23. **if**(menu.getNamaMenu() == **null** || menu.getNamaMenu().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Nama menu tidak boleh kosong");
24. **if**(menu.getURLMenu() == **null** || menu.getURLMenu().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("URL menu tidak boleh kosong");
25. }
26. }
27. **for**(String configLocation: modul.getServletConfigLocationList()) {
28. URL configLocURL = hostBundle.getResource(configLocation);
29. **if**(configLocURL == **null**) {
30. **throw** **new** NullPointerException("Konfigurasi servlet tidak ditemukan");
31. }
32. }
33. } **catch** (Exception e) {
34. **throw** e;
35. }
36. **return** modul;
37. }

**Kode Sumber 4.19 Kelas *XmlModuleReaderBean***

#### OSGi *Service Reference*

Sama seperti pada *layer* *web*, Pendaftaran dan pengambilan OSGi *service* dilakukan dengan menggunakan Blueprint. OSGi *service* yang didaftakan adalah obyek-obyek dari kelas realisasi *interface* dari *package* com.sia.main.service.services. OSGi *service* yang diambil merupakan OSGi *service* yang didaftarkan oleh *layer* DAO. Potongan kode sumber XML ini ditunjukka pada Kode Sumber 4.20.

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<beans** xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
3. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4. xmlns:osgi="http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint"
5. xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
6. http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint/gemini-blueprint.xsd"**>**
8. **<osgi:service** id="modulServiceServ" interface="com.sia.main.service.services.ModulService" ref="modulServiceBean"**/>**
10. **<osgi:reference** id="modulDAORef" interface="com.sia.main.data.dao.ModulDAO" availability="mandatory"**/>**
12. **</beans>**

**Kode Sumber 4.20 Berkas XML Blueprint untuk mengambil *service*** **dari komponen DAO *layer***

### DAO *layer*

Layer ini berisi dua package yang berisi kelas interface DAO dan kelas realisasinya. Kelas-kelas DAO bertugas menyimpan perubahan data dari perangkat lunak ke basis data ataupun sebaliknya.

#### *Package* DAO

*Package* ini diberi nama “com.sia.main.data.dao”. *Package* ini berisi kelas interface *DAO* yang dibagi berdasarkan kelas entitas. Kelas-kelas tersebut adalah:

* *GenericDAO*
* *BasicDAO*
* *ModulDAO*
* *MenuDAO*
* *MenuPeranDAO*
* *PenggunaDAO*
* *PeranDAO*
* *PeranPenggunaDAO*
* *SatuanManajemenDAO*

Berikut adalah

Kode Sumber **4.21** yang menunjukkan kelas *interface* *GenericDAO<T>.*

1. **public** **interface** GenericDAO<T> {
3. **public** **void** insert(T object);
5. **public** **void** update(T object);
7. **public** **void** delete(T object);
9. **public** List<T> getAll();
11. **public** T getById(UUID idObject);
13. **public** List<T> getByParam(String queryParam);
15. }

**Kode Sumber 4.21 Kelas *interface GenericDAO***

#### *Package* DAO *Implementation*

*Package* ini berisi kelas realisasi dari *package* sebelumnya. Kelas-kelas pada *package* ini yaitu:

* *ModulDAOImpl*
* *MenuDAOImpl*
* *MenuPeranDAOImpl*
* *PenggunaDAOImpl*
* *PeranDAOImpl*
* *PeranPenggunaDAOImpl*
* *SatuanManajemenDAOImpl*

Implementasi pada kelas-kelas ini pada dasarnya hampir sama yaitu menambah, mengubah, menghapus, dan membaca data dari basis data namun berbeda pada kelas entitas yang ditangani. Implementasi pada kelas ini menggunakan Hibernate.

#### OSGi *Service Reference*

Pendaftaran OSGi *service* pada *layer* ini juga menggunakan Blueprint namun *layer* ini tidak mengambil OSGi *service* melainkan hanya mendaftarkan.

Kode Sumber **4.22** menunjukkan XML Blueprint untuk mendaftarkan *service.*

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<beans** xmlns="http://www.springframework.org/schema/beans"
3. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4. xmlns:osgi="http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint"
5. xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
6. http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint http://www.eclipse.org/gemini/blueprint/schema/blueprint/gemini-blueprint.xsd"**>**
8. **<osgi:service** id="modulDAOServ" interface="com.sia.main.data.dao.ModulDAO" ref="modulDAO"**/>**
10. **</beans>**

**Kode Sumber 4.22 Berkas XML Blueprint pada DAO *layer***

### *Domain* *layer*

*Layer* ini berisi satu *package* yang diberi nama “com.sia.main.domain”. Dalam *package* tersebut terdapat kelas-kelas entitas yang atributnya dicocokan dengan kolom-kolom pada tabel pada basis data. Kelas-kelas tersebut dipetakan dengan tabel-tabel pada basis data dengan menggunakan Hibernate. Pemetaan dilakukan dengan menambah anotasi pada kelas dan atributnya. Contoh salah satu kelas entitas ditunjukkan oleh Kode Sumber 4.23.

1. @Entity
2. @Table(name = "modul")
3. **public** **class** Modul {
5. @Id
6. @GeneratedValue(generator = "uuid")
7. @GenericGenerator(name = "uuid", strategy = "uuid2")
8. @Type(type = "pg-uuid")
9. @Column(name = "id\_modul")
10. **private** UUID idModul;
12. @Column(name = "nama\_modul", nullable = **false**)
13. **private** String namaModul;
15. @Column(name = "URL\_mapping", nullable = **true**)
16. **private** String URLMapping;
18. @Column(name = "versi", nullable = **false**)
19. **private** String versi;
21. @Column(name = "status", nullable = **false**)
22. **private** String status;
24. @Column(name = "osgi\_bundle\_id", nullable = **false**)
25. **private** String osgiBundleId;
27. @Column(name = "lokasi\_konf\_servlet", nullable = **false**)
28. **private** String lokasiKonfigServlet;
30. @Column(name = "nama\_servlet", nullable = **false**)
31. **private** String namaServlet;
33. @Column(name = "gambar", nullable = **true**)
34. **private** **byte**[] gambar;
36. @Column(name = "icon", nullable = **true**)
37. **private** String namaIconTemplate;
39. @OneToMany(fetch = FetchType.LAZY, mappedBy = "modul")
40. **private** List<Menu> menus;
42. //constructor, setters, and getters
44. }

**Kode Sumber 4.23 Kelas entitas Modul**

## Implementasi Koleksi Fitur Lokal

Pada subbab ini akan dibahas langkah-langkah yang mengembangkan perangkat lunak Spring MVC. Subbab ini diperlukan sebagai panduan dasar kepada pengembang lain yang akan melanjutkan pengembangan perangkat lunak ini.

Beberapa hal yang perlu disiapkan sebelum memulai panduan ini antara lain

* 1. Eclipse IDE dengan versi minimal 4.4.2
  2. Maven
  3. Apache Tomcat
  4. Koneksi Internet

### Pembuatan proyek baru

Pembuatan proyek baru dilakukan dengan membuat proyek maven. Hal tersebut dilakukan dengan cara berikut:

1. Klik File -> New -> Project -> Maven Project
2. Pilih maven-archetype-webapp. Perlu dicatat, pemilihan archetype maven diperlukan koneksi internet untuk pengunduhan struktur proyek. Jika terjadi kegagalan dalam mengunduh, hapus isi dari *folder* “C:\Users\{nama user}\.m2\repository\org\apache\maven\archetypes” dan ulangi langkah nomor 1.
3. Isi kolom Group Id, Artifact Id, dan Version. Biarkan kolom packaging kosong atau isi dengan nilai “war”

### Pom.xml

Berkas pom.xml merupakan berkas yang merepresentasikan proyek dalam bentuk xml. Pada tahap ini pengembang perlu menambahkan dependensi proyek. Penambahan dependensi dapat dilakukan dengan menamabah <dependency></dependency> untuk tiap pustaka dependensi ke dalam <dependencies></dependencies>. Dependensi-dependensi yang diperlukan dapat ditemukan pada web Maven Repository. Pada kasus perangkat lunak Spring MVC sederhana, dependensi yang diperlukan adalah Spring webmvc, Javax Servlet API, JSP API dan JSTL. Berikut dependensi tersebut dalam <dependency></dependency>.

<dependency>

<groupId>org.springframework</groupId>

<artifactId>spring-webmvc</artifactId>

<version>3.1.1.RELEASE</version>

</dependency>

<dependency>

<groupId>javax.servlet</groupId>

<artifactId>javax.servlet-api</artifactId>

<version>3.0.1</version>

</dependency>

<dependency>

<groupId>javax.servlet.jsp</groupId>

<artifactId>jsp-api</artifactId>

<version>2.1</version>

</dependency>

<dependency>

<groupId>javax.servlet</groupId>

<artifactId>jstl</artifactId>

<version>1.2</version>

</dependency>

Setelah dependensi tersebut ditambah, pengembang perlu menentukan versi java yang digunakan pada proses kompilasi proyek. Untuk melakukan hal tersebut pengembang dapat menggunakan maven plugin.

Maven plugin dapat ditambahkan dengan menambah maven-compiler-plugin dengan properti versi Java yang diinginkan. beserta isinya ke dalam <plugins></plugins> yang berada pada <build></build>. Kode Sumber 4.24 menunjukkan kode untuk menambah *maven compiler plugin*.

1. **<plugin>**
2. **<groupId>**org.apache.maven.plugins**</groupId>**
3. **<artifactId>**maven-compiler-plugin**</artifactId>**
4. **<configuration>**
5. **<source>**1.7**</source>**
6. **<target>**1.7**</target>**
7. **</configuration>**
8. **</plugin>**

**Kode Sumber 4.24 *Maven compiler plugin***

Berikut adalah Kode Sumber 4.25 merupakan hasil akhir berkas pom.xml.

1. **<?xml** version="1.0"**?>**
2. **<project** xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0 http://maven.apache.org/xsd/maven-4.0.0.xsd"
3. xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
4. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"**>**
5. **<modelVersion>**4.0.0**</modelVersion>**
6. **<groupId>**com.sia.main**</groupId>**
7. **<artifactId>**SpringWeb**</artifactId>**
8. **<version>**1.0**</version>**
9. **<artifactId>**sia-web**</artifactId>**
10. **<packaging>**war**</packaging>**
12. **<build>**
13. **<finalName>**sia-web**</finalName>**
15. **<plugins>**
16. **<plugin>**
17. **<groupId>**org.apache.maven.plugins**</groupId>**
18. **<artifactId>**maven-compiler-plugin**</artifactId>**
19. **<configuration>**
20. **<source>**1.7**</source>**
21. **<target>**1.7**</target>**
22. **</configuration>**
23. **</plugin>**
25. **<**/plugins**>**
27. **</build>**
29. **<dependencies>**
31. **<dependency>**
32. **<groupId>**org.springframework**</groupId>**
33. **<artifactId>**spring-webmvc**</artifactId>**
34. **<version>**3.1.1.RELEASE**</version>**
35. **</dependency>**
36. **<dependency>**
37. **<groupId>**javax.servlet**</groupId>**
38. **<artifactId>**javax.servlet-api**</artifactId>**
39. **<version>**3.0.1**</version>**
40. **</dependency>**
41. **<dependency>**
42. **<groupId>**javax.servlet.jsp**</groupId>**
43. **<artifactId>**jsp-api**</artifactId>**
44. **<version>**2.1**</version>**
45. **</dependency>**
46. **<dependency>**
47. **<groupId>**javax.servlet**</groupId>**
48. **<artifactId>**jstl**</artifactId>**
49. **<version>**1.2**</version>**
50. **</dependency>**
52. **</dependencies>**
54. **</project>**

**Kode Sumber 4.25 Berkas pom.xml**

### *Servlet* dan *Web Application Context*

*Servlet* merupakan komponen utama dalam perangkat lunak Java berbasis web. *Servlet* dibuat dan kemudian didaftarkan kedalam sebuah berkas xml bernama web.xml. Pada berkas web.xml, *servlet* didaftarkan dan dipetakan ke dalam suatu URL agar dapat diakses.

#### Konfigurasi *Servlet*

Pada Spring MVC *servlet* berbentuk obyek dengan kelas *DispatcherServlet*. Obyek *DispatcherServlet* dibuat dengan konfigurasi yang berbentuk berkas xml. Selain konfigurasi *servlet*, berkas tersebut juga akan mendaftakan konfigurasi untuk *root application context* pada perangkat lunak Spring MVC. Berikut langkah-langkah membuat konfigurasi *servlet*.

* 1. Buat *folder* “WEB-INF” pada *folder* src/main/webapp/ jika belum ada.
  2. Buat berkas xml pada *folder* WEB-INF yang telah dibuat. Pengembang dapat membuat *folder* tambahan pada WEB-INF untuk meletakkan berkas xml. Namai berkas dengan nama apapun.
  3. Berikut adalah Kode Sumber 4.26 yang merupakan contoh isi konfigurasi *servlet*.

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<beans:beans** xmlns="http://www.springframework.org/schema/mvc"
3. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4. xmlns:beans="http://www.springframework.org/schema/beans"
5. xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
6. xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/mvc http://www.springframework.org/schema/mvc/spring-mvc.xsd
7. http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
8. http://www.springframework.org/schema/context http://www.springframework.org/schema/context/spring-context.xsd"**>**
10. <!-- DispatcherServlet Context: defines this servlet's request-processing infrastructure -->
12. <!-- Enables the Spring MVC @Controller programming model -->
13. **<annotation-driven** **/>**
15. <!-- Handles HTTP GET requests for /resources/\*\* by efficiently serving up static resources in the ${webappRoot}/resources directory -->
16. **<resources** mapping="/resources/\*\*" location="/resources/" **/>**
18. <!-- Resolves views selected for rendering by @Controllers to .jsp resources in the /WEB-INF/views directory -->
19. **<beans:bean** class="org.springframework.web.servlet.view.InternalResourceViewResolver"**>**
20. **<beans:property** name="prefix" value="/WEB-INF/views/" **/>**
21. **<beans:property** name="suffix" value=".jsp" **/>**
22. **</beans:bean>**
24. **<context:component-scan** base-package="com.sia.main.web.controllers" **/>**
26. **</beans:beans>**

**Kode Sumber 4.26 Contoh konfigurasi *servlet***

Baris 2 sampai 8 berguna untuk mendefiniskan lokasi pustaka xml. Baris 13 digunakan agar *servlet* dapat membaca kelas-kelas dengan anotasi @Controller. Baris 16 digunakan untuk memetakan *resource* pada perangkat lunak ke dalam URI sehingga dapat diakses oleh *web client*. Beris 19 sampai 22 adalah *bean* yang merepresentasikan obyek *InternalResourceViewResolver*. *Bean* ini adalah komponen yang menangani pengambilan berkas *view* yang dipanggil melalui @Controller. Baris 24 digunakan *servlet* untuk mencari kelas-kelas komponen untuk didaftarkan pada *servlet* pada *package* yang didefinisikan. Package yang berisi kelas *controller*, *service*, DAO wajib ditambahkan ke dalam berkas ini dengan elemen <context:component-scan>

#### Web.xml

Berkas web.xml digunakan untuk mendaftarkan *servlet* dan mendefinisikan *root application context*. Berkas web.xml dapat diletakkan pada *folder* WEB-INF. Contoh kode sumber berkas ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.27.

1. **<web-app** xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/javaee"
2. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
3. xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/javaee
4. http://java.sun.com/xml/ns/javaee/web-app\_2\_5.xsd"
5. version="2.5"**>**
7. **<listener>**
8. **<listener-class>**
9. org.springframework.web.context.ContextLoaderListener
10. **</listener-class>**
11. **</listener>**
12. **<context-param>**
13. **<param-name>**contextClass**</param-name>**
14. **<param-value>**org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet**</param-value>**
15. **</context-param>**
16. **<context-param>**
17. **<param-name>**contextConfigLocation**</param-name>**
18. **<param-value>**
19. /WEB-INF/root-context.xml
20. **</param-value>**
21. **</context-param>**
22. **<servlet>**
23. **<servlet-name>**spring-web**</servlet-name>**
24. **<servlet-class>**
25. org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet
26. **</servlet-class>**
27. **<init-param>**
28. **<param-name>**contextConfigLocation**</param-name>**
29. **<param-value>**/WEB-INF/spring-mvc-config.xml**</param-value>**
30. **</init-param>**
31. **<load-on-startup>**1**</load-on-startup>**
32. **</servlet>**
34. **<servlet-mapping>**
35. **<servlet-name>**spring-web**</servlet-name>**
36. **<url-pattern>**/**</url-pattern>**
37. **</servlet-mapping>**
39. **</web-app>**

**Kode Sumber 4.27 Contoh berkas web.xml**

Baris 7 sampai 21 digunakan untuk mendefinisikan *root application context*. Baris 23 sampai 33 merupakan definisi *servlet*. Baris 24 mendefiiniskan nama *servlet*. Baris 30 mendefinisikan lokasi dan nama berkas konfigurasi *servlet* yang telah dijelaskan pada subbab sebelumnya. Baris 35 sampai 47 mendefinisikan pemetaan *servlet* ke dalam URI.

### Controllers

Pada Spring MVC, *controller* adalah sebuah kelas dengan anotasi @Controller. Pada tiap kelas *controller*, terdapat fungsi yang dipetakan dengan alamat *request*. Fungsi pemetaan tersebut memiliki anotasi @RequestMapping. Contoh kelas *controller* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.28.

1. **package** com.sia.main.web.controllers;
3. **import** org.springframework.stereotype.Controller;
4. **import** org.springframework.web.bind.annotation.RequestMapping;
5. **import** org.springframework.web.bind.annotation.RequestMethod;
6. **import** org.springframework.web.servlet.ModelAndView;
8. @Controller
9. **public** **class** ExampleController {
11. @RequestMapping(value = "/", method = RequestMethod.GET)
12. **public** ModelAndView test() {
13. ModelAndView mav = **new** ModelAndView();
14. mav.setViewName("page");
15. **return** mav;
16. }
18. }

**Kode Sumber 4.28 Contoh kelas *controller***

### View

View pada Spring MVC adalah berkas JSP. Berkas JSP dibuat seperti berkas HTML. Berkas JSP diletakkan pada WEB-INF/views/. Contoh berkas JSP dapat dilihat pada Kode Sumber 4.29.

1. **<**%@ page language="java" contentType="text/html; charset=UTF-8" pageEncoding="UTF-8"%**>**
3. <!DOCTYPE html**>**
4. **<html>**
5. **<head>**
6. **<title></title>**
7. **</head>**
8. **<body>**
9. **<form** action="/user" method="post"**>**
10. **<input** type="text" name="username"**>**
11. **<input** type="submit"**>**
12. **</form>**
13. **</body>**
15. **</html>**

**Kode Sumber 4.29 Berkas JSP**

### Pertukaran Data

Pertukaran data yang dimaksud pada langkah ini adalah pengiriman data dari *view* ke *controller* untuk diolah dan sebaliknya untuk ditampilkan. Pengiriman data dari *view* dapat berupa *request* paramenter, URL *parameter*, atau JSON. Pengiriman data dari *controller* ke *view* dapat dilakukan dengan *ModelAndView*.*addObject*() atau @ResponseBody.

#### @RequestParam

@RequestParam adalah anotasi yang menandakan suatu parameter yang dikirim *view* melalui HTTP *Request*. Data tersebut biasanya berasal dari *form* *submittion* atau melalui URL *variable*. Contoh penggunaan @RequestParam dapat dilihat pada Kode Sumber 4.30.

1. @RequestMapping(value = "/user", method = RequestMethod.GET)
2. **public** **void** showUser(@RequestParam(value = "username", required = **true**) String username) {
4. }

**Kode Sumber 4.30 Contoh penggunaan @RequestParam**

Pengiriman data dapat dilakukan dari *form* atau dari *request* *variable*. Contoh penggunaan @RequestParam dengan form ditunjukkan pada Kode Sumber 4.31.

1. **<form** action="/user" method="get"**>**
2. **<input** type="text" name="username"**>**
3. **<input** type="submit"**>**
4. **</form>**

**Kode Sumber 4.31 Contoh penggunaan @RequestParam dengan *form***

Parameter *value* dari @RequestParam diisi dengan properti name dari elemen *form*.

Contoh pengiriman data dengan *request* *variable* adalah dengan mengarahkan URI ke “/user?username=username@ac.id”.

#### @RequestBody dan JSON

@RequestBody adalah anotasi yang digunakan untuk mengirim data yang berupa JSON. Penggunaan @RequestBody harus disertakan @ResponseBody sebagai HTTP *Response*. Untuk menggunakan @RequestBody diperlukan pustaka Jackson. Tambahkan Jackson sebagai dependensi pada berkas pom.xml spserti pada Kode Sumber 4.32. Contoh penggunaan @RequestBody ditunjukkan pada Kode Sumber 4.33.

1. **<dependency>**
2. **<groupId>**org.codehaus.jackson**</groupId>**
3. **<artifactId>**jackson-mapper-asl**</artifactId>**
4. **<version>**1.9.10**</version>**
5. **</dependency>**

**Kode Sumber 4.32 Dependensi Jackson pada pom.xml**

1. @RequestMapping(value = "/user",  method = RequestMethod.POST)
2. @ResponseBody
3. **public** Response showUser(@RequestBody User[] users) {
4. **return** **new** Response();
5. }

**Kode Sumber 4.33 Contoh penggunaan @RequestBody**

#### @PathVariable

@PathVariable adalah anotasi untuk mengambil nilai pada URI. Contoh penggunaan @PathVariable ditunjukkan pada Kode Sumber 4.34.

1. @RequestMapping(value = "/user/{username}", method = RequestMethod.GET)
2. **public** **void** showUser(@PathVariable("username") String username) {
4. }

**Kode Sumber 4.34 Contoh penggunaan @PathVariable**

#### @ResponseBody

@ResponseBody adalah anotasi untuk mengirim data dari *controller* ke *view* melalui HTTP *Response*. Contoh penggunaan @ResponseBody ditunjukkan pada Kode Sumber 4.35.

1. @RequestMapping(value = "/user", method = RequestMethod.POST)
2. **public** @ResponseBody Response showUser(@RequestParam("username") String username) {
3. **return** response;
4. }

**Kode Sumber 4.35 Contoh penggunaan @ResponseBody**

#### *ModelAndView*

Pengiriman data dari *controller* ke *view* dapat dilakukan melalui fungis *addObject*() dari kelas *ModelAndView*. Fungsi ini menerima dua parameter yaitu nama data dan obyek data. Contoh penggunaan fungsi *addObject*() ditunjukkan pada Kode Sumber 4.36.

1. @RequestMapping(value = "/user", method = RequestMethod.GET)
2. **public** ModelAndView showUser(@RequestParam(value = "username", required = **true**) String username) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. modelAndView.addObject("username", username);
5. **return** modelAndView;
6. }

**Kode Sumber 4.36 Contoh penggunaan fungsi *addObject*()**

#### JSP *Expression* *Language*

JSP *Expression* *Language* digunakan untuk mengakses data yang ada pada HTTP *Response*. Contoh penggunaan JSP *Expression* *Language* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.37 dan Kode Sumber 4.38.

1. **public** ModelAndView showUser(@RequestParam(value = "username", required = **true**) String username) {
2. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
3. modelAndView.addObject("username", username);
4. **return** modelAndView;
5. }

**Kode Sumber 4.37 Contoh penggunaan fungsi *addObject*() untuk diakses pada JSP**

1. **<**%@ page language="java" contentType="text/html; charset=UTF-8" pageEncoding="UTF-8"%**>**
3. <!DOCTYPE html**>**
5. **<html>**
6. **<head>**
7. **<title></title>**
8. **</head>**
9. **<body>**
10. **<h1>**${username}**</h1>**
11. **</body>**
13. **</html>**

**Kode Sumber 4.38 Contoh pengambilan data dengan *expression* *language***

#### JSTL

JSTL digunakan untuk memanipulasi data pada HTTP Response. Berikut adalah Kode Sumber 4.39 dan Kode Sumber 4.40 yang menunjukkan contoh penggunaan JSTL.

1. @RequestMapping(value = "/user", method = RequestMethod.GET)
2. **public** ModelAndView showUser() {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. List<String> usernames = **new** ArrayList<String>();
5. usernames.add("salahudin@if.its.ac.id");
6. usernames.add("agung@if.its.ac.id");
7. usernames.add("wijaya@if.its.ac.id");
8. modelAndView.addObject("username", usernames);
9. **return** modelAndView;
10. }

**Kode Sumber 4.39 Contoh penggunaan fungsi *addObject*() untuk ditampilkan dengan JSTL**

1. **<**%@ page language="java" contentType="text/html; charset=UTF-8" pageEncoding="UTF-8"%**>**
2. **<**%@ taglib prefix="c" uri="http://java.sun.com/jsp/jstl/core"%**>**
4. <!DOCTYPE html**>**
6. **<html>**
7. **<head>**
8. **<title></title>**
9. **</head>**
10. **<body>**
11. **<h1>**
12. **<c:forEach** items="${usernames}" var="username"**>**
13. **<h1>**${username}**</h1>**
14. **</c:forEach>**
15. **</h1>**
16. **</body>**
18. **</html>**

**Kode Sumber 4.40 Contoh penggunaan JSTL**

## Implementasi Representasi Aktivitas

Subbab ini menjelaskan *refactoring* yang diperlukan untuk membuat suatu perangkat lunak Spring MVC dapat di-*deploy* ke dalam OSGi. Tahap ini diperlukan sebagai panduan jika perangkat lunak ingin dikembangkan lebih lanjut.

### Perubahan dependensi pada pom.xml

Pada tiap dependensi pada berkas pom.xml ditambahkan elemen <scope>provided</scope>. Langkah ini opsional, namun sebaiknya dilakukan karena semua dependensi yang disertakan dalam berkas war tidak digunakan. Dependensi akan dipenuhi melalui OSGi. Dengan perubahan ini berkas *war* akan berukuran lebih kecil.

### Penambahan maven-bundle-plugin pada pom.xml

Untuk membuat aplikasi Spring MVC yang mendukung OSGi, aplikasi web standard perlu diubah menjadi *web* *bundle*. Pembuatan *web* *bundle* dilakukan dengan cara berikut:

* Menambahkan maven-bundle-plugin pada pom.xml seperti pada Kode Sumber 4.41

1. **<plugin>**
2. **<groupId>**org.apache.felix**</groupId>**
3. **<artifactId>**maven-bundle-plugin**</artifactId>**
4. **<version>**2.1.0**</version>**
5. **<extensions>**true**</extensions>**
6. **<configuration>**
7. **<supportedProjectTypes>**
8. **<supportedProjectType>**war**</supportedProjectType>**
9. **<supportedProjectType>**bundle**</supportedProjectType>**
10. **</supportedProjectTypes>**
11. **<instructions>**
12. **<Bundle-Classpath>**WEB-INF/classes**</Bundle-Classpath>**
13. **<Web-ContextPath>**springmvcosgi**</Web-ContextPath>**
14. **<Import-Library>**org.springframework.spring;version="3.1.0.RELEASE"**</Import-Library>**
15. **<Import-Bundle>**com.springsource.javax.servlet.jsp.jstl;version="1.2.0"**</Import-Bundle>**
16. **<Import-Package>**
17. org.eclipse.virgo.web.dm;version="3.6.3.RELEASE"
18. **</Import-Package>**
19. **</instructions>**
20. **</configuration>**
21. **<executions>**
22. **<execution>**
23. **<id>**bundle-manifest**</id>**
24. **<phase>**process-classes**</phase>**
25. **<goals>**
26. **<goal>**manifest**</goal>**
27. **</goals>**
28. **</execution>**
29. **</executions>**
30. **</plugin>**

**Kode Sumber 4.41 maven-bundle-plugin pada berkas pom.xml**

Nilai pada elemen<Web-ContextPath perlu disesuaikan dengan perangkat lunak web yang dibuat.

<Bundle-Classpath> berisi *classpath* dari bundle aplikasi spring mvc ini, dimana pada *classpath* terdapat *controller* yang sudah dibuat. Jika elemen ini tidak disertakan, *controller* tidak akan dipetakan oleh *servlet* dan tidak bisa dipanggil melalui *web* *browser*.

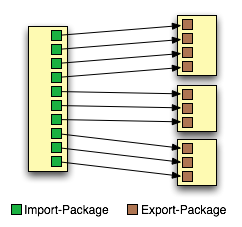
<Web-ContextPath> merupakan elemen yang berisi URL *mapping* untuk *web* *bundle* ini. Pada aplikasi ini, elemen <Web-ContextPath> diisi “springmvcosgi” sehingga untuk membuka web bundle ini url yang diperlukan adalah “[ip\_address]:[port\_tomcat]/springmvcosgi/”.

<Import-Package> merupakan elemen standard dari spesifikasi OSGi untuk menentukan dependensi *package* yang diperlukan dari *bundle* lain. Pada contoh ini, penulis menambahkan org.eclipse.virgo.web.dm versi 3.6.3.RELEASE dari OSGi *container* sebagai dependensi *package* yang diperlukan proyek ini. Package ini diperlukan untuk mengambil kelas *ServerOsgiBundleXmlWebApplicationContext* yang akan dibahas pada langkah Menambahkan OSGi *Application Context* pada web.xml.

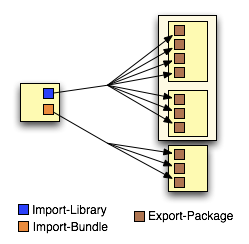
<Import-Bundle> merupakan elemen khusus spring *dynamic* *module* / gemiini blueprint untuk menentukan dependensi *bundle* yang diperlukan oleh *web* *bundle* ini. Pada dasarnya elemen ini mirip dengan elemen <Import-Package> namun elemen ini mengambil seluruh *package* pada *bundle* yang diperlukan. Pada kasus ini, penulis menambahkan *bundle* com.springsource.javax.servlet.jsp.jstl versi 1.2.0 dari OSGi *container* sebagai *bundle* yang diperlukan proyek .

<Import-Library> merupakan elemen khusus spring *dynamic* *module* / gemiini blueprint untuk menentukan kumpulan b*u*ndle yang diperlukan oleh *bundle*. Satu *library* menyatakan beberapa *bundle* yang termasuk dalam *library* tersebut. Pada contoh ini, penulis menambahkan *library* org.springframework.spring versi 3.1.0.RELEASE dari OSGi *container* sebagai *library* yang diperlukan proyek.

Berikut ilustrasi perbedaan antara Import-Package, Import-Bundle, dan Import-Library.



Gambar 4.11 Perbedaan Import-Package dan Export-Package



Gambar 4.12 Perbedaan Import-Library, Import-Bundle, dan Export-Package

* Mendefinisikan berkas manifest yang akan dimanipulasi oleh maven-bundle-plugin.

Langkah ini dilakukan dengan cara mendefinisikan ulang maven-war-plugin dan menambahkan lokasi berkas manifest proyek setelah di-*build* pada pom.xml. Pendefinisian maven-war-plugin dapat dilihat pada Kode Sumber 4.42.

1. **<plugin>**
2. **<groupId>**org.apache.maven.plugins**</groupId>**
3. **<artifactId>**maven-war-plugin**</artifactId>**
4. **<version>**2.1.1**</version>**
5. **<configuration>**
6. **<archive>**
7. **<manifestFile>**
8. ${project.build.outputDirectory}/META-INF/MANIFEST.MF
9. **</manifestFile>**
10. **</archive>**
11. **<failOnMissingWebXml>**false**</failOnMissingWebXml>**
12. **</configuration>**
13. **</plugin>**

**Kode Sumber 4.42 maven-war-plugin pada pom.xml**

### *ContextClass* pada *DispactherServlet*

Hal ini dilakukan agar aplikasi *web* dapat mengakses OSGi *BundleContext*. *BundleContext* diperlukan untuk mendaftarkan ataupun mengambil *Service* dari *Service* *Registry*.

Tambahkan kelas *ServerOsgiBundleWebApplicationContext* pada *ContextLoaderListener* atau pada *DispatcherServlet* seperti yang ditunjukkan pada Kode Sumber 4.43.

1. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
2. **<web-app** version="2.5" xmlns="http://java.sun.com/xml/ns/javaee"
3. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
4. xsi:schemaLocation="http://java.sun.com/xml/ns/javaee http://java.sun.com/xml/ns/javaee/web-app\_2\_5.xsd"**>**
6. **<context-param>**
7. **<param-name>**contextClass**</param-name>**
8. **<param-value>**org.eclipse.virgo.web.dm.ServerOsgiBundleXmlWebApplicationContext**</param-value>**
9. **</context-param>**
10. **<context-param>**
11. **<param-name>**contextConfigLocation**</param-name>**
12. **<param-value>**
13. /WEB-INF/spring/springmvcosgi/applicationContext.xml
14. **</param-value>**
15. **</context-param>**
17. **<listener>**
18. **<listener-class>**org.springframework.web.context.ContextLoaderListener**</listener-class>**
19. **</listener>**
21. **<servlet>**
22. **<servlet-name>**springmvcosgi**</servlet-name>**
23. **<servlet-class>**org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet**</servlet-class>**
24. **<init-param>**
25. **<param-name>**contextClass**</param-name>**
26. **<param-value>**org.eclipse.virgo.web.dm.ServerOsgiBundleXmlWebApplicationContext**</param-value>**
27. **</init-param>**
28. **<init-param>**
29. **<param-name>**contextConfigLocation**</param-name>**
30. **<param-value>**
31. /WEB-INF/spring/springmvcosgi/appServlet-servlet.xml
32. **</param-value>**
33. **</init-param>**
34. **<load-on-startup>**1**</load-on-startup>**
35. **</servlet>**
37. **<servlet-mapping>**
38. **<servlet-name>**springmvcosgi**</servlet-name>**
39. **<url-pattern>**/**</url-pattern>**
40. **</servlet-mapping>**
42. **</web-app>**

**Kode Sumber 4.43 Berkas web.xml yang mendukung OSGi**

## Implementasi Klasifikasi Aktivitas

Pada bagian ini implementasi yang dijelaskan meliputi pembuatan modul beserta aturan yang perlu diimplementasi, pembacaan modul pada perangkat lunak utama, dan pendaftaran servlet dari modul sehingga MVC dari modul dapat dijalankan pada perangkat lunak utama.

### Pembuatan modul

Penjelasan cara pembuatan modul meliputi aturan apa saja yang diperlukan sebuah modul agar dapat digabungkan dengan perangkat lunak utama dan langkah-langkah pembuatan modul yang mengikuti aturan-aturan yang telah dijelaskan. Langkah-langkah pembuatan peragkat lunak dengan Spring MVC akan dijelaskan pada subbab lain. Berikut aturan-aturan yang perlu diimplementasikan pada modul.

Modul wajib di-*build* sebagai berkas jar.

Modul wajib di-*build* sebagai OSGi *fragment* *bundle* dari perangkat lunak utama dengan nama *symbolic* yang berbeda dengan modul lain. Alasan modul dibuat menjadi OSGi *fragment* *bundle* dan tidak standard OSGi *bundle* adalah karena adanya masalah yang ditemukan pada proses memanggil berkas *view* pada *controller*. Kelas *InternalResourceViewResolver* tidak bisa memanggil berkas *view* selain dari perangkat lunak utama. Dengan dibuatnya modul menjadi *fragment* *bundle*, berkas *view* modul akan seolah-olah berada pada perangkat lunak utama.

Modul wajib mengimplementasikan keamanan pada menunya menggunakan anotasi @Secured.

Jika ingin mengakses obyek *security*, modul dapat mengakses obyek *HttpSession* dan menambahkan dependensi sia-domain ke dalam proyeknya. Sia-domain merupakan domain *layer* dari perangkat lunak utama yang berisi kelas-kelas entitas dari fitur admin.

Modul diwajibkan memiliki konfigurasi *DispatcherServlet* yang berupa berkas xml yang setidaknya berisi lokasi komponen Spring MVC yang berupa *controller*, *service*, atau *repository*/DAO, komponen *ViewResolver*, dan komponen *resource* *mapping*.

Antarmuka pengguna menu hanya berisi badan menu. Komponen seperti menubar, header, dan footer disediakan oleh *template* pada perangkat lunak utama.

Berkas konfigurasi *DispatcherServlet* dan JSP tidak diletakkan pada *folder* “/WEB-INF/”.

Modul wajib memiliki berkas xml yang berisi properti detil dari modul. Berkas tersebut wajib diletakkan pada *folder* “/module-detail/” dengan nama berkas “module-” + nama *symbolic* modul sebagai OSGi *bundle* + “.xml”. Properti yang wajib dimiliki modul antara lain.

* Nama modul
* URL *mapping* yang berbeda dari modul lain
* Lokasi berkas konfigurasi *servlet*
* Daftar menu. Tiap menu memiliki properti:
* Nama menu
* URL menu

#### Pembuatan Proyek Maven Baru

Pembuatan proyek maven pada Eclipse dilakukan dengan cara berikut:

1. Kilk File -> New -> Project -> Maven Project
2. Centang “Create simple project (skip archetype selection)” karena proyek tidak memerlukan maven archetype apapun
3. Isi *group* id, *artifact* id, versi, dan *packaging*. Form lain opsional.

Disarankan untuk mengisi *Group* Id dengan “com.sia.modul” dan *Artifact* Id dengan nama modul agar seragam. *Packaging* dari proyek diwajibkan untuk diisi “jar”.

1. Klik “Finish”

#### Pengaturan POM pada maven project

Pengaturan dependensi dilakukan pada berkas pom.xml. POM merupakan kepanjangan dari “Project Object Model”. Berkas pom.xml merupakan berkas khusus proyek maven yang merepresentasikan proyek ke dalam berkas xml. Pengaturan ini dilakukan agar pustaka java yang diperlukan dapat digunakan saat proses implementasi. Pengaturan dependensi yang diperlukan juga disesuaikan dengan OSGi *container* sehingga dapat di-*deploy* dan dijalankan dalam lingkup OSGi. Pengaturan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tambahkan dependensi proyek yang diperlukan modul. Dependensi standard antara lain:
2. Spring MVC versi 3.1.1.RELEASE. Semua modul dikembangkan menggunakan kerangka kerja Spring MVC.
3. Javax Servlet API versi 3.0 sebagai pustaka pendukung dari Spring MVC
4. JSP API versi 2.1 dan JSTL API versi 1.2 untuk dapat menggunakan JSP dan pustaka JSTL.
5. Spring Security versi 3.1.7.RELEASE sebagai pustaka keamanan.
6. SIA modul domain yang berisi kelas-kelas domain yang dibutuhkan modul.

Perlu ditekankan bahwa dependensi diatas merupakan dependensi standard yang harus ada. Dependensi lain mungkin saja diperlukan tergantung kebutuhan pustaka pada pengembangan modul.

1. Tambahkan elemen **<**scope**>**provided**</**scope**>**  untuk setiap elemen <dependency></dependency>. Penambahan elemen ini dilakukan agar maven tidak menyertakan berkas pustaka dependensi, yang berupa berkas jar, ke dalam modul saat modul di-*build*. Berkas pustaka tersebut akan disediakan OSGi *container*. Kode Sumber 4.44 menunjukkan dependensi minimal yang diperlukan modul.
2. **<dependency>**
3. **<groupId>**org.springframework**</groupId>**
4. **<artifactId>**spring-webmvc**</artifactId>**
5. **<version>**${spring-version}**</version>**
6. **<scope>**provided**</scope>**
7. **</dependency>**
8. **<dependency>**
9. **<groupId>**javax.servlet**</groupId>**
10. **<artifactId>**javax.servlet-api**</artifactId>**
11. **<version>**${servlet-version}**</version>**
12. **<scope>**provided**</scope>**
13. **</dependency>**
14. **<dependency>**
15. **<groupId>**javax.servlet.jsp**</groupId>**
16. **<artifactId>**jsp-api**</artifactId>**
17. **<version>**${jsp-version}**</version>**
18. **<scope>**provided**</scope>**
19. **</dependency>**
20. **<dependency>**
21. **<groupId>**javax.servlet**</groupId>**
22. **<artifactId>**jstl**</artifactId>**
23. **<version>**${jstl-version}**</version>**
24. **<scope>**provided**</scope>**
25. **</dependency>**
26. **<dependency>**
27. **<groupId>**org.springframework.security**</groupId>**
28. **<artifactId>**spring-security-core**</artifactId>**
29. **<version>**${spring-security-version}**</version>**
30. **<scope>**provided**</scope>**
31. **</dependency>**
32. **<dependency>**
33. **<groupId>**org.springframework.security**</groupId>**
34. **<artifactId>**spring-security-web**</artifactId>**
35. **<version>**${spring-security-version}**</version>**
36. **<scope>**provided**</scope>**
37. **</dependency>**
38. **<dependency>**
39. **<groupId>**org.springframework.security**</groupId>**
40. **<artifactId>**spring-security-config**</artifactId>**
41. **<version>**${spring-security-version}**</version>**
42. **<scope>**provided**</scope>**
43. **</dependency>**
44. **<dependency>**
45. **<groupId>**org.springframework.security**</groupId>**
46. **<artifactId>**spring-security-taglibs**</artifactId>**
47. **<version>**${spring-security-version}**</version>**
48. **<scope>**provided**</scope>**
49. **</dependency>**
50. **<dependency>**
51. **<groupId>**com.sia.modul**</groupId>**
52. **<artifactId>**sia-modul-domain**</artifactId>**
53. **<version>**${sia-modul-domain-version}**</version>**
54. **<scope>**provided**</scope>**
55. **</dependency>**

**Kode Sumber 4.44 Dependensi minimal modul pada berkas pom.xml**

1. Tambahkan maven-bundle-plugin, maven-jar-plugin, dan maven-compiler-plugin. Untuk dapat men-*deploy* modul ke dalam OSGi container, modul harus di-*build* menjadi b*u*ndle. Dengan maven-bundle-plugin, modul dapat di-build menjadi *bundle* dan properti-properti *bundle* diisi jika properti tersebut tidak dinyatakan. Properti *bundle* yang diperlukan dapat dinyatakan langsung pada berkas pom.xml atau dipisah pada berkas lain. Pada kasus ini properti bundle akan dipisah pada berkas “osgi.properties”. Untuk dapat membaca berkas tersebut, tambahkan <\_include>-osgi.properties</\_include>  ke dalam elemen <instructions> </instructions>. Properti *bundle* yang diperlukan akan dijelaskan pada langkah lain.

Maven-jar-plugin pada dasarnya merupakan plugin pada maven untuk membuat proyek dapat di-*build* menjadi berkas jar. Namun, pada kasus ini, selain digunakan untuk hal tersebut, *plugin* ini dikombinasikan dengan maven-bundle-plugin untuk memanipulasi berkas MANIFEST.MF pada berkas jar agar menyerupai berkas *bundle*. Untuk memanipulasi berkas MANIFEST.MF, tambahkan <manifestFile>${project.build.outputDirectory}/META-INF/MANIFEST.MF</manifestFile> ke dalam elemen <archive> </archive> pada elemen <configuration> </configuration>.

Maven-compiler-plugin digunakan untuk mengganti versi java yang digunakan pada proses kompilasi. Versi java yang digunakan adalah versi 1.7. Penambahan maven *plugin* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.45.

1. **<build>**
2. **<plugins>**
3. **<plugin>**
4. **<groupId>**org.apache.felix**</groupId>**
5. **<artifactId>**maven-bundle-plugin**</artifactId>**
6. **<version>**2.1.0**</version>**
7. **<extensions>**true**</extensions>**
8. **<configuration>**
9. **<supportedProjectTypes>**
10. **<supportedProjectType>**bundle**</supportedProjectType>**
11. **<supportedProjectType>**jar**</supportedProjectType>**
12. **</supportedProjectTypes>**
13. **<instructions>**
14. **<\_include>**-osgi.properties**</\_include>**
15. **</instructions>**
16. **</configuration>**
17. **<executions>**
18. **<execution>**
19. **<id>**bundle-manifest**</id>**
20. **<phase>**process-classes**</phase>**
21. **<goals>**
22. **<goal>**manifest**</goal>**
23. **</goals>**
24. **</execution>**
25. **</executions>**
26. **</plugin>**
27. **<plugin>**
28. **<artifactId>**maven-jar-plugin**</artifactId>**
29. **<configuration>**
30. **<archive>**
31. **<manifestFile>**                ${project.build.outputDirectory}/META-INF/MANIFEST.MF
32. **</manifestFile>**
33. **</archive>**
34. **</configuration>**
35. **</plugin>**
36. **<plugin>**
37. **<groupId>**org.apache.maven.plugins**</groupId>**
38. **<artifactId>**maven-compiler-plugin**</artifactId>**
39. **<configuration>**
40. **<source>**1.7**</source>**
41. **<target>**1.7**</target>**
42. **</configuration>**
43. **</plugin>**
44. **</plugins>**
45. **</build>**

**Kode Sumber 4.45 Maven *plugin* modul pada berkas pom.xml**

Jika terjadi *error* pada elemen <executions> atau elemen lain pada maven-bundle-plugin, klik pada tanda *error* dan pilih *install* m2e *connector*. Proses intallasi m2e *connector* memerlukan koneksi internet.

#### Pengisian OSGi *bundle* properties

*Bundle* properti digunakan untuk menyatakan identitas dari suatu *bundle*. Dengan maven-bundle-plugin, properti tertentu otomatis ditentukan jika properti tersebut tidak dinyatakan. Properti-properti *bundle* dinyatakan di dalam berkas osgi.properties. pembuatan dan pengisian properti dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Buat berkas osgi.properti pada *root* *project* dengan File -> New -> File pada Eclipse. Isi nama berkas dengan “osgi.properties”.
2. Isi berkas tersebut seperti pada Kode Sumber 4.46
3. Fragment-Host: com.sia.main.sia-web;bundle-version="0.0.1.SNAPSHOT"
4. Import-Package:
5. Export-Package:

**Kode Sumber 4.46 Berkas osgi.properties pada modul**

*Fragment* *host* merupakan properti yang menyatakan bahwa *bundle* tersebut merupakan pecahan dari *bundle* lain. Pada kasus ini adalah *bundle* sia-web yang merupakan perangkat lunak utama Sitem Informasi Akademik. Import-Package dan Export-Package diisi kosong karena dependensi *bundle* sudah dinyatakan pada *host* *bundle*.

#### Implementasi Modul

Proses implementasi pada subbab ini hanya meliputi penyesuaian agar modul dapat ditambah ke dalam perangkat lunak utama. Modul diimplementasi dengan menggunakan kerangka kerja Spring MVC. Langkah-langkah Implementasi yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Penambahan keamanan pada *controller*

Keamanan merupakan pembatasan akses terhadap suatu fungsi atau *request* ke dalam modul Sistem Informasi Akademik. keamanan pada modul didukung oleh kerangka kerja Spring Security. Pengaturan utama dari keamanan sudah diimplementasi pada perangkat lunak utama Sistem Informasi Akademik sehingga modul hanya perlu menentukan *request* apa saja yang ingin dibatasi.

Penambahan keamanan dilakukan dengan menambahkan anotasi @Secured pada fungsi *controller* atau pada kelas *controller*, pada Spring MVC fungsi *controller* merupakan fungsi pada java yang memiliki anotasi @RequestMapping dan kelas *controller* merupakan kelas yang memiliki anotasi @Controller. Penambahan anotasi @Secured pada suatu fungsi *controller* akan membatasi akses pada fungsi *controller* itu saja sementara penambahan anotasi @Secured pada kelas *controller* akan membatasi semua fungsi *controller* pada kelas *controller*.

Anotasi @Secured memiliki satu parameter yang merupakan *role* apa saja yang bisa mengakses *controller* tersebut. Pengaturan pada perangkat lunak utama Sistem Informasi Akademik menetapkan aturan penamaan *role* pada @Secured dengan menambahkan “ROLE\_” + nama *role*. Contoh: Untuk menetapkan @Secured untuk *role* “Administrator” pengembang menambahkan @Secured(“ROLE\_Administrator”) pada *controller*.

* Contoh penambahan anotasi @Secured pada fungsi controller ditunjukkan pada Kode Sumber 4.47

1. @Secured(value = { "ROLE\_Administrator” })
2. @RequestMapping(value = {"/home", "/"}, method = RequestMethod.GET)
3. **public** ModelAndView home() {
4. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
6. **return** modelAndView;
7. }

**Kode Sumber 4.47 Penggunaan @Secured pada @RequestMapping**

* Contoh penambahan anotasi @Secured pada kelas controller ditunjukkan pada Kode Sumber 4.48

1. @Controller
2. @Secured(value = { "ROLE\_Administrator" })
3. @RequestMapping(value = "/admin/module")
4. **public** **class** ModuleController {
6. @RequestMapping(value = {"/home", "/"}, method = RequestMethod.GET)
7. **public** ModelAndView home() {
8. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
10. **return** modelAndView;
11. }
13. }

**Kode Sumber 4.48 Penggunaan @Secured pada @Controller**

Untuk dapat mengakses obyek yang berisi identitas pengguna dan hak aksesnya, dapat dilakukan dengan mengambil atribut dengan nama “userRoleSession” dari obyek *HttpSession* dan disimpan ke dalam obyek PeranPengguna. Contoh penggunaannya ditunjukkan pada Kode Sumber 4.49.

1. @RequestMapping(value = {"/home", "/"}, method = RequestMethod.GET)
2. **public** ModelAndView home(HttpSession session) {
3. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
4. PeranPengguna peranPengguna = (PeranPengguna)session.getAttribute("userRoleSession");
6. **return** modelAndView;
7. }

**Kode Sumber 4.49 Pengambilan obyek *session* pengguna yang terautentikasi**

Untuk dapat menggunakan kelas PeranPengguna diperlukan dependensi pustaka sia-domain dari perangkat lunak utama. Tambahkan dependensi maven sia-domain ke dalam berkas pom.xml seperti pada Kode Sumber 4.50.

1. **<dependency>**
2. **<groupId>**com.sia.main**</groupId>**
3. **<artifactId>**sia-domain**</artifactId>**
4. **<version>**${sia-version}**</version>**
5. **<scope>**provided**</scope>**
6. **</dependency>**

**Kode Sumber 4.50 Penambahan dependensi sia-domain pada berkas pom.xml**

1. Implementasi akses data

Konfigurasi akses data yang disediakan perangkat lunak utama menggunakan Hibernate Transaction Manager. Oleh karena itu perlu ditambahkan anotasi @Repository pada kelas DAO dan @Transactional pada fungsi kelas tersebut.

Penambahan anotasi @Repository bertujuan untuk menginjeksi obyek Hibernate SessionFactory ke dalam atribut SessionFactory pada kelas DAO.

Anotasi @Transactional ditambah agar fungsi DAO secara otomatis menggunakan Transaction pada saat melakukan pertukaran data dari basis data. Transaction berguna ketika terjadi kesalahan pada proses pertukaran data, basis data akan dikembalikan ke keadaan sebelum pertukaran data dilakukan (*Rollback*)

Contoh penggunaan anotasi-anotasi tersebut ditunjukkan pada Kode Sumber 4.51.

1. **package** com.sia.main.data.dao.impl;
3. **import** org.hibernate.SessionFactory;
4. **import** org.springframework.stereotype.Repository;
5. **import** org.springframework.transaction.annotation.Transactional;
7. @Repository
8. @Transactional
9. **public** **class** ADAOClass {
11. **private** SessionFactory sessionFactory;
13. **public** SessionFactory getSessionFactory() {
14. **return** sessionFactory;
15. }
17. **public** **void** setSessionFactory(SessionFactory sessionFactory) {
18. **this**.sessionFactory = sessionFactory;
19. }
21. **public** **void** insert(Object object) {
22. **this**.sessionFactory.getCurrentSession().save(object);
23. }
25. }

**Kode Sumber 4.51 Contoh kelas DAO**

1. Peniadaan berkas web.xml

Berkas web.xml merupakan berkas yang berisi meta-data dari perangkat lunak berbasis web pada java seperti definisi *servlet*, *filter*,dan lain-lain. Berkas web.xml ini tidak diperlukan karena berkas web.xml dan pendaftaran konfigurasi *servlet* akan ditangani oleh perangkat lunak utama.

1. Penambahan dan aturan penempatan definisi konfigurasi *servlet*

Komponen *servlet* yang diperlukan pada dasarnya hanya:

1. <resources mapping="” location="" />  yang menyatakan lokasi *resource* dari modul. *Resource* yang dimaksud adalah berkas *stylesheet*, *javascript*, atau gambar untuk keperluan *front end*.
2. <beans:bean class="org.springframework.web.servlet.view.InternalResourceViewResolver"> dengan properti *prefix* dan *suffix* yang menentukan lokasi penempatan berkas JSP.
3. <context:component-scan base-package="" />  untuk menetukan package apa saja yang dapat dibaca sebagai komponen Spring Bean seperti *controller*, *service*, atau DAO.

Peletakkan berkas harus berbeda antara satu modul dengan modul lain. Untuk membedakan peletakkan berkas ini. Pengembang dapat membuat *folder* “module-resource” pada *folder* src/main/resources/ dan membuat *folder* dengan nama modul sebagai nama *folder* pada *folder* module-resource.

Langkah-langkah pembuatan konfigurasi *servlet* adalah sebagai berikut:

1. Buatlah *folder* dengan nama “resource” pada src/main/ jika belum ada.
2. Pada *folder* “resource”, Klik kanan dan pilih File -> New -> File. Pilih XML File pada window New File.
3. Isi nama berkas xml.
4. Isi berkas xml dengan elemen konfigurasi *servlet* Spring MVC. Contoh isi berkas XML ditunjukkan pada Kode Sumber 4.52 seperti berikut ini:
5. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
6. **<beans:beans** xmlns="http://www.springframework.org/schema/mvc"
7. xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
8. xmlns:beans="http://www.springframework.org/schema/beans"
9. xmlns:context="http://www.springframework.org/schema/context"
10. xmlns:tx="http://www.springframework.org/schema/tx"
11. xsi:schemaLocation="http://www.springframework.org/schema/mvc http://www.springframework.org/schema/mvc/spring-mvc.xsd
12. http://www.springframework.org/schema/beans http://www.springframework.org/schema/beans/spring-beans.xsd
13. http://www.springframework.org/schema/context http://www.springframework.org/schema/context/spring-context.xsd
14. http://www.springframework.org/schema/tx http://www.springframework.org/schema/tx/spring-tx-3.1.xsd "**>**
16. **<resources** mapping="/resources/\*\*" location="/resources/" **/>**
18. **<beans:bean** class="org.springframework.web.servlet.view.InternalResourceViewResolver"**>**
19. **<beans:property** name="prefix" value="/module-resource/penilaian/views/" **/>**
20. **<beans:property** name="suffix" value=".jsp" **/>**
21. **</beans:bean>**
23. **<context:component-scan** base-package="com.siakad.modul\_penilaian.controller" **/>**
24. **<context:component-scan** base-package="com.siakad.modul\_penilaian.repository" **/>**
25. **<context:component-scan** base-package="com.siakad.modul\_penilaian.service" **/>**
27. **</beans:beans>**

**Kode Sumber 4.52 Konigurasi *servlet* modul**

1. Simpan berkas.

Pada bean dengan kelas org.springframework.web.servlet.view.InternalResourceViewResolver terdapat properti dengan nama “prefix” yang bernilai “/module-resource/views/”. Artinya, penempatan berkas JSP harus pada *folder* “/module-resource/penilaian/views/”.

1. Antarmuka pengguna
2. Antarmuka pengguna dapat dibuat dengan seluruh elemen standard html lengkap.
3. Penambahan <title> dapat dilakukan di dalam <head></head>.
4. Beberapa *script* dan *stylesheet* di dalam <head></head> dari tema yang sudah disepakati tidak perlu dinyatakan ulang karena sudah dinyatakan pada template. *Script*  dan *stylesheet* tersebut ditunjukkan pada Kode Sumber 4.53:
5. **<link** rel="shotcut icon" href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/images/icon.ico"**>**
6. **<link** href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Open+Sans:400,300,600' rel='stylesheet' type='text/css'**>**
7. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/pace-master/themes/blue/pace-theme-flash.css" rel="stylesheet"**/>**
8. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/bootstrap/css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet" type="text/css"**/>**
9. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/fontawesome/css/font-awesome.css" rel="stylesheet" type="text/css"**/>**
10. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/waves/waves.min.css" rel="stylesheet" type="text/css"**/>**
11. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/toastr/toastr.min.css" rel="stylesheet" type="text/css"**/>**
12. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/css/modern.min.css" rel="stylesheet" type="text/css"**/>**
13. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/css/themes/white.css" class="theme-color" rel="stylesheet" type="text/css"**/>**

**Kode Sumber 4.53 Daftar *stylesheet* yang telah disediakan template**

Elemen <head></head> dari JSP modul akan otomatis ditambahkan ke akhir <head></head> dari *template.*

1. Penambahan *Script* pada <body> </body> dilakukan di dalam <content tag=”scripts”></content>. <content></content> merupakan elemen *custom* dari mesin *template*. Beberapa *script* dari tema yang sudah disepakati tidak perlu dinyatakan ulang karena sudah dinyatakan pada template. Berikut adalah Kode Sumber 4.54 yang menunjukkan *script* tersebut:
2. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/jquery/jquery-2.1.3.min.js"**></script>**
3. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/jquery-ui/jquery-ui.min.js"**></script>**
4. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/jquery-blockui/jquery.blockui.js"**></script>**
5. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/bootstrap/js/bootstrap.min.js"**></script>**
6. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/pace-master/pace.min.js"**></script>**
7. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/waves/waves.min.js"**></script>**
8. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/jquery-slimscroll/jquery.slimscroll.min.js"**></script>**
9. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/plugins/toastr/toastr.min.js"**></script>**
10. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/js/pages/notifications.js"**></script>**
11. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/js/modern.min.js"**></script>**
12. **<script>**
13. toastr.options = {
14. "closeButton": true,
15. "debug": false,
16. "newestOnTop": false,
17. "progressBar": false,
18. "positionClass": "toast-top-right",
19. "preventDuplicates": false,
20. "onclick": null,
21. "showDuration": "300",
22. "hideDuration": "1000",
23. "timeOut": "5000",
24. "extendedTimeOut": "1000",
25. "showEasing": "swing",
26. "hideEasing": "linear",
27. "showMethod": "fadeIn",
28. "hideMethod": "fadeOut"
29. }
31. var contextPath = "${pageContext.servletContext.contextPath}";
32. **</script>**

**Kode Sumber 4.54 Daftar *script* yang telah disediakan template**

*Script* yang ditambahkan ke dalamelemen <content></content> pada JSP modul akan otomatis ditambahkan ke sebelum *closing* *tag* </body> pada *template.*

1. Jika menggunakan tema yang sama dengan *template*. Isi <body> pada JSP modul hanya isi dari <div id=”main-wrapper”></div>.
2. Contoh JSP dengan *element* tambahan ditunjukkan pada Kode Sumber 4.55
3. **<**%@ page language="java" contentType="text/html; charset=ISO-8859-1" pageEncoding="ISO-8859-1"%**>**
4. **<**%@ taglib prefix="c" uri="http://java.sun.com/jsp/jstl/core" %**>**
5. **<**%@ taglib prefix="fn" uri="http://java.sun.com/jsp/jstl/functions" %**>**
7. <!DOCTYPE html**>**
8. **<html>**
9. **<head>**
10. **<title>**Insert title here**</title>**
11. **<link** href="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/aCSSPlugin/aCSSPlugin.css"**></link**
12. **</head>**
13. **<body>**
14. **<div** class="row"**>**
15. **</div>**
16. **<content** tag="scripts"**>**
17. **<script** src="${pageContext.servletContext.contextPath}/resources/aJSPlugin/aJSPlugin.js"**></script>**
18. **<script>**
19. <!-- js / jquery here -->
20. **</script>**
21. **</content>**
22. **</body>**
23. **</html>**

**Kode Sumber 4.55 Contoh struktur berkas JSP**

1. Penempatan berkas JSP wajib disesuaikan dengan nilai *prefix* dari kelas *InternalResourceViewResolver* pada berkas konfigurasi yang telah dijelaskan.
2. Penempatan berkas resources seperti stylesheet dan javascript dapat diletakkan pada *folder* resources pada *folder* src/main/resources.
3. Tiap menu pada modul dapat menampilkan judul menu ke *template* antar muka pengguna dengan cara mendaftarkan obyek Menu ke dalam obyek *HttpSession* dengan nama atribut “menuActive” seperti yang ditunjukkan pada Kode Sumber 4.56.
4. @RequestMapping(value = {"/home", "/"}, method = RequestMethod.GET)
5. **public** ModelAndView home(HttpSession session) {
6. ModelAndView modelAndView = **new** ModelAndView();
7. String menu;
8. //isi object menu yang sesuai dengan request mapping
9. session.setAttribute("menuActive", menu);
11. **return** modelAndView;
12. }

**Kode Sumber 4.56 Penambahan menu yang sedang diakses**

1. Penambahan Rincian Modul

Walaupun modul dapat dibaca oleh OSGi sebagai *fragment* *bundle* dari perangkat lunak utama, perangkat lunak utama tidak mengetahui properti - properti dari modul tersebut. Untuk itu diperlukan suatu berkas yang berisi properti modul. Properti-properti tersebut harus dimiliki modul. Jika tidak, modul tidak bisa ditambahkan ke dalam perangkat lunak utama. Rincian modul dibuat sebagai berkas xml. Properti tersebut antara lain adalah:

1. Nama modul dengan elemen dalam xml <name></name>. Elemen ini harus ada di dalam elemen <module></module>.
2. URL *mapping* modul. URL *mapping* modul merupakan URL *mapping* yang akan ditambahkan pada *request* *mapping* menu pada modul untuk membedakan URL suatu modul dengan modul lain. URL *mapping* harus berbeda antara suatu modul dengan modul lain. Jika tidak, modul tidak bisa ditambahkan. Elemen properti ini adalah <url-maping></url-mapping>. Elemen ini harus ada di dalam elemen <module></module>.
3. Lokasi konfigurasi *servlet*. Konfigurasi *servlet* yang telah dibuat pada langkah sebelumnya perlu didaftarkan ke dalam berkas rincian ini. Perangkat lunak utama akan memeriksa apakah konfigurasi *servlet* ada pada lokasi yang tertulis pada properti ini. Jika konfigurasi *servlet* tidak ditemukan, penambahan modul ditolak. Elemen properti ini adalah <config-locations></config-locations>. Elemen ini harus ada di dalam elemen <module></module>.
4. Daftar menu dengan elemen <menues></menues>. Properti ini diisi oleh elemen <menu></menu>. Elemen ini harus ada di dalam elemen <module></module>.
5. Menu dengan elemen <menu></menu>. Properti ini digunakan untuk pembatasan akses peran terhadap menu dan agar menu bisa diakses melalui menubar pada antarmuka pengguna. Elemen ini harus ada di dalam elemen <menues></menues>.
6. Nama menu dengan elemen yang sama dengan nama modul yaitu <name></name>. Elemen ini harus ada di dalam elemen <menu></menu>.
7. URL menu dengan elemen <url></URL>. Elemen ini harus ada di dalam elemen <menu></menu>.

Langkah-langkah membuat berkas rincian ini adalah sebagai berikut:

1. Buatlah *folder* “module-detail” pada *folder* “resource” yang telah dibuat pada langkah sebelumnya.
2. Pada *folder* tersebut buatlah berkas xml. Isi nama berkas xml dengan “module-” + *group* id proyek maven + “.” + *artifact* id proyek maven + “.xml”. Contoh: “module-com.sia.modul.penilaian.xml”.
3. Isi berkas xml tersebut dengan elemen properti yang telah dijelaskan sebelumnya dan simpan. Berkas XML ini ditunjukkan pada Kode Sumber 4.57 yaitu sebagai berikut:
4. **<?xml** version="1.0" encoding="UTF-8"**?>**
5. **<module>**
6. **<name>**Modul Penilaian**</name>**
7. **<url-mapping>**/penilaian/\***</url-mapping>**
8. **<config-locations>**/module-resource/spring/appServlet/servlet-context.xml**</config-locations>**
9. **<menues>**
10. **<menu>**
11. **<name>**Lihat IPS**</name>**
12. **<url>**/lihat\_ips/**</URL>**
13. **</menu>**
14. **</menues>**
15. **</module>**

**Kode Sumber 4.57 Contoh struktur berkas properti modul**

1. *Build* modul

Langkah ini merupakan langkah terakhir sebelum modul ditambahkan. Langkah build modul dilakukan dengan maven build. Langkah melakukan maven *build* adalah sebagai berikut:

1. Klik kanan pada maven proyek modul
2. Pilih Run As -> Maven build
3. Isi Goals dengan “clean install”
4. Klik Run

Jika terjadi *error*, Beberapa cara dibawah ini dapat dilakukan:

* Pastikan proyek bisa mengakses *repository* utama maven.
* Pastikan semua dependensi yang dibutuhkan sudah diatur pada berkas pom.xml
* Ubah Goals dengan “install” melalui Run As -> Run Configuration.

1. Berkas modul yang berupa jar dapat ditemukan pada *folder* “target”
2. Modul siap ditambahkan ke dalam perangkat lunak utama

### Pembacaan modul

Pembacaan berkas detail modul yang berupa berkas xml dilakukan di dalam fungsi *installModule*() dari kelas implementasi *interface* *ModulService*. Pada implementasi fungsi tersebut, fungsi *readModule*() dari kelas *XmlModuleReaderBean* dipanggil. Pada fungsi tersebut, berkas detail modul dibaca pada lokasi, *prefix*, *suffix* dari berkas yang telah ditentukan yaitu pada lokasi adalah “/module-detail/”, *prefix* adalah “module-”, dan *suffix* adalah “.xml”. Jika ada properti yang kurang, maka fungsi tersebut menghasilkan error. Jika properti modul lengkap, obyek modul beserta menu didalamnya ditambahkan ke dalam basis data melalui kelas implementasi dari *ModulDAO*. Fungsi *readModule*() ditunjukkan Kode Sumber 4.58.

1. @Override
2. **public** Modul readModule(Object module, Object host) **throws** Exception {
3. Bundle moduleBundle = (Bundle) module;
4. Bundle hostBundle = (Bundle) host;
5. Modul modul = **null**;
6. **try** {
7. SAXParserFactory factory = SAXParserFactory.newInstance();
8. SAXParser saxParser = factory.newSAXParser();
9. String moduleDetailLocation = **this**.moduleDetailXmlPath + **this**.prefix + moduleBundle.getSymbolicName() + ".xml";
10. URL fileURL = hostBundle.getResource(moduleDetailLocation);
11. **if**(fileURL == **null**) {
12. **throw** **new** NullPointerException("Berkas xml tidak ditemukan");
13. }
14. ModuleXmlParseHandler parseHandler = **new** ModuleXmlParseHandler();
15. saxParser.parse(fileURL.openStream(), parseHandler);
16. modul = parseHandler.getGeneratedModule();
17. **if**(modul.getNamaModul() == **null** || modul.getNamaModul().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Nama modul tidak boleh kosong");
18. **if**(modul.getURLMapping() == **null** || modul.getURLMapping().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Pemetaan URL modul tidak boleh kosong");
19. **if**(modul.getLokasiKonfigServlet() == **null** || modul.getLokasiKonfigServlet().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Lokasi konfigurasi servlet modul tidak boleh kosong");
20. **if**(modul.getMenus() == **null** || modul.getMenus().size() == 0) **throw** **new** NullPointerException("Tidak ada menu terdaftar pada modul");
21. **else** {
22. **for**(Menu menu: modul.getMenus()) {
23. **if**(menu.getNamaMenu() == **null** || menu.getNamaMenu().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("Nama menu tidak boleh kosong");
24. **if**(menu.getURLMenu() == **null** || menu.getURLMenu().equals("")) **throw** **new** NullPointerException("URL menu tidak boleh kosong");
25. }
26. }
27. **for**(String configLocation: modul.getServletConfigLocationList()) {
28. URL configLocURL = hostBundle.getResource(configLocation);
29. **if**(configLocURL == **null**) {
30. **throw** **new** NullPointerException("Konfigurasi servlet tidak ditemukan");
31. }
32. }
33. } **catch** (ParserConfigurationException | SAXException | IOException | NullPointerException e) {
34. **throw** e.getClass().getDeclaredConstructor(String.**class**).newInstance("Pembacaan detail modul pada berkas xml gagal. Pesan Exception: " + e.getMessage());
35. }
36. **return** modul;
37. }

Kode Sumber 4.58 Kode sumber fungsi *readModule*()

### Pendaftaran *servlet* modul

Modul yang telah dibaca dan disimpan dalam basis data didaftarkan ke dalam perangkat lunak utama sebagai obyek dari kelas *DispatcherServlet* yang disediakan oleh pustaka Spring MVC. Sampai saat buku ini dibuat, penulis hanya dapat mendaftarkan *servlet* pada saat aplikasi pertama kali dijalankan. Untuk dapat mendaftarkan *servlet*, perlu dibuat kelas yang mengimplementasi fungsi *onStartup*(*ServletContext* *servletContext*) dari interface *WebApplicationInitialzer*. Pada implementasi ini kelas implementasi tersebut dinamai *WebAppInitializer*. Fungsi implementasi dari *onStartup*(*ServletContext* *servletContext*) memanggil *instance* dari kelas *SIAMainWebApplication* dan memanggil fungsi *init*() dari kelas tersebut seperti yang ditunjukkan pada Kode Sumber 4.60. Pada fungsi *init*(), fungsi *registerServlet*() pada kelas yang sama dipanggil. Informasi yang diperlukan untuk pendaftaran *servlet* diambil langsung dari basis data melalui *interface* *ModulService*. *Interface* tersebut merupakan *interface* dari layer *service*. *Interface* tersebut diambil melalui kelas *ServiceTracker* yang disediakan OSGi untuk mengambil *service* pada OSGi *Service* *Registry*. Pengambilan *service* dari OSGi *Service* *Registry* sebenarnya dapat lebih mudah dilakukan yaitu dengan *blueprint* namun *blueprint* tidak bisa dilakukan sebelum fungsi *onStartup*() selesai. Kode sumber bagian tersebut ditunjukkan pada Kode Sumber 4.59. Pada saat pendaftaran *servlet* dilakukan, konfigurasi tambahan yang meliputi implementasi hak akses dan keamanan disertakan bersama dengan konfigurasi *servlet* pada masing-masing modul. Selain itu tiap URL *mapping* tiap *servlet* diberikan *prefix* “/modul” untuk berguna sebagai pembeda antara *servlet* perangkat lunak utama dan *servlet* modul dan sebagai pembeda saat penentuan *template* antarmuka pengguna yang digunakan. Kode sumber dari fungsi *registerServlet* ditunjukkan pada Kode Sumber 4.60.

1. **package** com.sia.main.web;
3. **import** javax.servlet.ServletContext;
4. **import** javax.servlet.ServletException;
6. **import** org.springframework.web.WebApplicationInitializer;
8. **public** **class** WebAppInitializer **implements** WebApplicationInitializer {
10. @Override
11. **public** **void** onStartup(ServletContext servletContext)**throws** ServletException {
12. SIAMainWebApplication webApplication = SIAMainWebApplication.getInstance();
13. webApplication.setServletContext(servletContext);
14. webApplication.init();
15. }
17. }

Kode Sumber 4.59 Kode sumber kelas WebAppInitializer

1. **package** com.sia.main.web;
3. **import** java.util.List;
5. **import** javax.servlet.ServletContext;
6. **import** javax.servlet.ServletRegistration;
8. **import** org.osgi.framework.BundleContext;
9. **import** org.osgi.framework.FrameworkUtil;
10. **import** org.springframework.web.context.support.XmlWebApplicationContext;
11. **import** org.springframework.web.servlet.DispatcherServlet;
13. **import** com.sia.main.domain.Modul;
14. **import** com.sia.main.plugin.ApplicationInitializer;
15. **import** com.sia.main.service.services.ModulService;
16. **import** com.sia.main.web.osgi.ServiceLocator;
18. **public** **class** SIAMainWebApplication **implements** ApplicationInitializer {
20. **private** **static** SIAMainWebApplication instance;
22. **private** ServletContext servletContext;
24. **private** ServletRegistration.Dynamic dispatcher;
26. **private** String moduleContextPathPrefix;
28. **private** String[] additionalModuleConfigLocations;
30. **public** **static** SIAMainWebApplication getInstance() {
31. **if**(instance == **null**) {
32. instance = **new** SIAMainWebApplication();
33. }
34. **return** instance;
35. }
37. **private** SIAMainWebApplication() {
38. **this**.moduleContextPathPrefix = "/modul";
39. **this**.additionalModuleConfigLocations = **new** String[] {"/WEB-INF/spring-beans/servlet/modul/sia-modul-servlet.xml", "/WEB-INF/spring-beans/servlet/modul/sia-modul-dataaccess.xml"};
40. }
42. // properties setters and getters
44. @Override
45. **public** **void** init() {
46. **this**.registerServlet();
47. }
49. **private** **void** registerServlet() {
50. ModulService modulService = **this**.getModulService();
51. **if**(modulService != **null**) {
52. List<Modul> modules =  modulService.getByParam("where status = 'RESOLVED'");
53. **if**(modules != **null** && modules.size() > 0) {
54. **for**(Modul module: modules) {
55. List<String> servletConfigLocations = module.getServletConfigLocationList();
56. **for**(String loc: **this**.additionalModuleConfigLocations) {
57. servletConfigLocations.add(loc);
58. }
59. XmlWebApplicationContext context = **new** XmlWebApplicationContext();
60. context.setConfigLocations(servletConfigLocations.toArray(**new** String[servletConfigLocations.size()]));
61. **this**.dispatcher = **this**.servletContext.addServlet(module.getNamaServlet(), **new** DispatcherServlet(context));
62. **this**.dispatcher.addMapping(**this**.moduleContextPathPrefix + module.getURLMapping());
63. **this**.dispatcher.setLoadOnStartup(0);
64. }
65. }
66. }
67. }
69. **private** ModulService getModulService() {
70. BundleContext bundleContext = FrameworkUtil.getBundle(**this**.getClass()).getBundleContext();
71. ServiceLocator<ModulService> serviceLocator = **new** ServiceLocator<ModulService>(bundleContext, ModulService.**class**);
72. **return** serviceLocator.getService(0);
73. }
75. }

Kode Sumber 4.60 Kode sumber kelas SIAMainWebApplication sebagai kelas pendaftar servlet

# BAB V UJI COBA DAN EVALUASI

Pada bab ini akan dijelaskan pengujian dan evaluasi dari perangkat lunak ini yang meliputi rincian lingkungan uji coba dan pengujian pada semua fungsionalitas administratif dan semua menu pada modul yang terintegrasi. Aspek yang diperhatikan dalam pengujian perangkat lunak ini adalah terpenuhinya fungsionalitas administratif dan integrasi modul ke dalam perangkat lunak.



## Lingkungan Uji Coba

Lingkungan uji coba merupakan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan selama melakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua lingkungan pengujian yaitu klien dan *server* yang merangkap sebagai *web* *server* dan *server* basis data. Rincian dari kedua lingkungan pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.1 Tabel lingkungan uji coba klien

|  |  |
| --- | --- |
| Spesifikasi | Deskripsi |
| CPU | Intel ® Core ™ i5-2450 CPU @ 2.50 GHz |
| RAM | 4.00 GB |
| Sistem Operasi | Windows 7 Ultimate 64 bit |
| Browser | Google Chrome versi 47.0 |

Tabel 5.2 Tabel lingkungan uji coba server

|  |  |
| --- | --- |
| Spesifikasi | Deskripsi |
| CPU | Intel® Xeon® E5-2600 v3@ 2.4 GHz |
| RAM | 8.00 GB |
| Sistem Operasi | Ubuntu Server 14.04.3 LTS |
| Web Server | Eclipse Virgo Tomcat Server 3.6.3.RELEASE |
| Basis Data | PostgreSQL 9.3 |

## Uji Coba

Uji coba fungsionalitas administratif adalah uji coba yang dilakukan terhadap fungsionalitas yang dapat dilakukan oleh administrator. Fungsionalitas tersebut merupakan kasus penggunaan yang sebelumnya telah dijelaskan pada Subbab 3.1.3. Penjelasan uji coba meliputi skenario uji coba dan hasil uji coba.

Uji coba dilakukan dengan metode *black box* yang artinya fungsionalitas diperiksa apakah terpenuhi atau tidak tanpa melihat struktur internal ataupun metode yang digunakan dalam pengerjaan fungsionalitas tersebut.

### Kasus uji fungsionalitas administratif

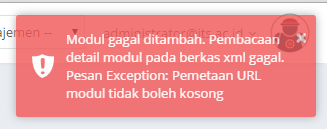
Pengujian fungsionalitas administratif dilakukan dengan menguji kasus-kasus uji tiap kasus penggunaan. Berikut adalah kasus uji dari fungsionalitas administratif.

#### Kasus uji menambah modul

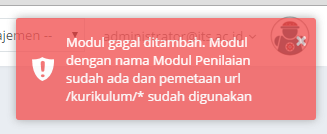
Pada kasus uji ini terdapat empat skenario yaitu jika modul yang ditambahkan belum ada, jika properti modul yang ingin ditambahkan tidak terpenuhi, jika modul yang ingin ditambahkan sudah terdaftar dan URL mapping belum digunakan, dan jika ada modul yang terdaftar memiliki URL mapping yang sama dengan modul yang ingin ditambah. Properti yang dimaksud sudah dijelaskan pada Subbab 4.5.1.4. Properti tidak memenuhi artinya salah satu properti yang diperlukan tidak ada atau berkas konfigurasi *servlet* yang dinyatakan dalam properti tidak ditemukan. Jika properti tidak memenuhi atau terdapat URL *mapping* yang sama pada modul yang sudah terdaftar dengan modul yang ingin ditambah, sistem akan mengeluarkan pesan *error* seperti pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2. Rincian kasus uji ini ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Tabel kasus uji menambah modul

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-001 |
| Kasus Penggunaan | Menambah modul |
| Nama | Pengujian menambah modul |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah modul dapat ditambah ke dalam perangkat lunak |
| *Skenario 1* | *Aktor menambahkan modul dengan semua properti dan URL mapping memenuhi* |
| Kondisi Awal | Modul belum terdaftar |
| Data Uji | * 1. Modul yang didaftarkan dengan properti modul: * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: /penilaian/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/penilaian/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/ |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu menambah modul. 2. Aktor memilih berkas modul yang ingin ditambah 3. Aktor memulai ulang perangkat lunak *web* melalui *web* *server* |
| Hasil yang Diharapkan | Modul berhasil didaftarkan |
| Kondisi Akhir | Modul terdaftar |
| *Skenario 2* | *Aktor menambahkan modul dengan properti yang kurang* |
| Kondisi Awal | Modul belum terdaftar atau modul sudah terdaftar |
| Data Uji | * + 1. Modul yang didaftarkan dengan properti modul: * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/penilaian/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/ |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu menambah modul. 2. Aktor memilih berkas modul yang ingin ditambah |
| Hasil yang diharapkan | Penambahan modul gagal dan mengeluarkan pesan error |
| Kondisi Akhir | Modul kembali ke kondisi awal |
| *Skenario 3* | *Aktor menambahkan modul yang sudah terdaftar dengan URL mapping yang belum digunakan* |
| Kondisi Awal | Modul sudah terdaftar |
| Data Uji | * + - 1. Modul yang didaftarkan dengan properti modul: * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: /penilaian/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/penilaian/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/   1. Modul yang sudah terdaftar * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: /modul\_penilaian/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/ |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu menambah modul. 2. Aktor memilih berkas modul yang ingin ditambah 3. Aktor memulai ulang perangkat lunak *web* melalui *web* *server* |
| Hasil yang diharapkan | Properti modul diperbarui |
| Kondisi Akhir | Properti modul yang terdaftar diperbarui menjadi:   * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: /penilaian/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/penilaian/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/ |
| *Skenario 4* | *Aktor menambahkan modul yang sudah terdaftar dengan URL mapping yang sama dengan modul lain* |
| Kondisi Awal | Modul sudah terdaftar |
| Data Uji | * + - 1. Modul yang didaftarkan dengan properti modul: * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: /kurikulum/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/penilaian/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/   + 1. Modul yang sudah terdaftar * Nama modul: Modul Penilaian * URL *mapping*: /penilaian/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Transkrip Nilai * URL Menu: /lihat\_transkrip/ * Nama modul: Modul Kurikulum * URL *mapping*: /kurikulum/\* * Lokasi konfigurasi *servlet*: /module-resource/kurikulum/servlet-context.xml * Menu: * Nama Menu: Kelola Rencana Pembelajaran * URL Menu: /kelola\_rp/ |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu menambah modul. 2. Aktor memilih berkas modul yang ingin ditambah |
| Hasil yang diharapkan | Penambahan modul gagal |
| Kondisi Akhir | Modul tidak terdaftar |



Gambar 5.1 *Error* jika properti modul tidak lengkap



Gambar 5.2 *Error* jika URL *mapping* sudah digunakan

#### Kasus uji menghapus modul

Kasus uji menghapus modul memeriksa apakah modul dapat dihapus dari basis data perangkat lunak dan dari OSGi *Environment*. Penghapusan modul sekaligus menghapus menu semua menu pada modul tersebut. Rincian kasus uji menghapus modul ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Tabel kasus uji menghapus modul

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-002 |
| Kasus Penggunaan | Menghapus modul |
| Nama | Pengujian menghapus modul |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah modul dapat dihapus dari perangkat lunak |
| Kondisi Awal | Modul terdaftar |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola modul. 2. Aktor memilih modul yang ingin dihapus 3. Aktor menekan tombol hapus |
| Hasil yang Diharapkan | Modul berhasil dihapus |
| Kondisi Akhir | Modul tidak terdaftar |

#### Kasus uji menambah akses menu

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah peran dan menu dapat dipetakan. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Tabel kasus uji menambah akses menu

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-003 |
| Kasus Penggunaan | Menambah akses menu |
| Nama | Pengujian menambah akses menu |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah akses menu dapat ditambah |
| Kondisi Awal | Menu tidak terpetakan dengan hak akses/peran |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola modul 2. Aktor memilih modul yang akses menunya ingin dikelola 3. Aktor menekan tombol “Akses Menu” 4. Aktor memilih menu dan peran yang ingin dipetakan 5. Aktor menyimpan perubahan |
| Hasil yang Diharapkan | Menu berhasil dipetakan dengan peran |
| Kondisi Akhir | Menu terpetakan dengan peran |

#### Kasus uji menghapus akses menu

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah pemetaan menu terhadap peran yang sudah ada dapat dihapus. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Tabel kasus uji menghapus akses menu

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-004 |
| Kasus Penggunaan | Menghapus akses menu |
| Nama | Pengujian menghapus akses menu |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah akses menu dapat dihapus |
| Kondisi Awal | Menu terpetakan dengan hak akses/peran |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola modul 2. Aktor memilih modul yang akses menunya ingin dikelola 3. Aktor menekan tombol “Akses Menu” 4. Aktor menghapus menu yang sudah dipetakan untuk dihapus 5. Aktor menyimpan perubahan |
| Hasil yang Diharapkan | Pemetaan menu dan peran dapat terhapus |
| Kondisi Akhir | Pemetaan menu dan peran dapat terhapus |

#### Kasus uji menambah pengguna

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah pengguna perangkat lunak dapat didaftarkan. Kasus uji ini memiliki dua skenario yaitu penambahan satu per satu atau dengan berkas CSV. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Tabel kasus uji menambah pengguna

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-005 |
| Kasus Penggunaan | Menambah pengguna |
| Nama | Pengujian menambah pengguna |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah pengguna dapat ditambah |
| *Skenario 1* | *Aktor menambahkan pengguna satu per satu* |
| Kondisi Awal | Pengguna belum terdaftar |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola pengguna. 2. Aktor memilih pilihan tambah pengguna 3. Aktor memilih pilihan menambah pengguna satu per satu 4. Aktor mengisi isian NRP, username, tipe pengguna, dan satuan manajemen. 5. Aktor menyimpan pengguna |
| Hasil yang Diharapkan | Pengguna berhasil didaftarkan |
| Kondisi Akhir | Pengguna terdaftar |
| *Skenario 2* | *Aktor mengunggah berkas CSV* |
| Kondisi Awal | Pengguna belum terdaftar |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola pengguna. 2. Aktor memilih pilihan tambah pengguna 3. Aktor memilih pilihan unggah CSV 4. Aktor memilih berkas CSV 5. Aktor mengunggah berkas yang dipilih |
| Hasil yang diharapkan | Pengguna berhasil didaftarkan |
| Kondisi Akhir | Pengguna terdaftar |

#### Kasus uji menonaktifkan pengguna

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah pengguna perangkat lunak yang sudah terdaftar dapat dinonaktifkan. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Tabel kasus uji menonaktifkan pengguna

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-006 |
| Kasus Penggunaan | Menonaktifkan pengguna |
| Nama | Pengujian menonaktifkan pengguna |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah pengguna dapat dinonaktifkan |
| Kondisi Awal | Pengguna terdaftar |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola pengguna. 2. Aktor memilih pengguna yang ingin dihapus 3. Aktor memilih menu hapus |
| Hasil yang Diharapkan | Pengguna berhasil dinonaktifkan |
| Kondisi Akhir | Pengguna terdaftar namun berstatus non aktif |

#### Kasus uji menambah hak akses pengguna

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah pengguna dapat diberikan hak akses. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Tabel kasus uji menambah hak akses pengguna.

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-007 |
| Kasus Penggunaan | Menambah hak akses pengguna |
| Nama | Pengujian menambah hak akses pengguna |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah hak akses pengguna dapat ditambah |
| Kondisi Awal | Pengguna belum memiliki hak akses yang ingin ditambahkan |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola pengguna 2. Aktor memilih pengguna terkait hak akses yang ingin ditambahkan 3. Aktor mengisi isian peran yang ingin ditambahkan ke pengguna sebagai hak akses 4. Aktor memilih pilihan untuk menyimpan perubahan |
| Hasil yang Diharapkan | Penambahan hak akses pengguna berhasil |
| Kondisi Akhir | Pengguna memiliki hak akses yang diinginkan |

#### Kasus uji menghapus hak akses pengguna

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah hak akses yang sudah dimiliki pengguna dapat dihapus. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Tabel kasus uji menghapus hak akses pengguna.

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-008 |
| Kasus Penggunaan | Menghapus hak akses pengguna |
| Nama | Pengujian menghapus hak akses pengguna |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah hak akses pengguna dapat dihapus |
| Kondisi Awal | Pengguna memiliki hak akses yang ingin dihapus |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola pengguna 2. Aktor memilih pengguna terkait hak akses yang ingin dihapus dari pengguna 3. Aktor memilih pilihan hapus hak akses yang ingin dihapus dari pengguna 4. Aktor menyimpan perubahan |
| Hasil yang Diharapkan | Hak akses pengguna berhasil dihapus. |
| Kondisi Akhir | Pengguna tidak memiliki hak akses yang ingin dihapus |

#### Kasus uji menambah peran

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah peran dapat ditambah ke dalam perangkat lunak untuk digunakan sebagai hak akses. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Tabel kasus uji menambah peran

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-009 |
| Kasus Penggunaan | Menambah peran |
| Nama | Pengujian menambah peran |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah peran dapat ditambahkan |
| Kondisi Awal | Peran tidak terdaftar |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola peran 2. Aktor memilih pilihan tambah peran 3. Aktor mengisi isian nama peran 4. Aktor memilih pilihan tambah |
| Hasil yang Diharapkan | Peran berhasil ditambah |
| Kondisi Akhir | Peran terdaftar |

#### Kasus uji menghapus peran

Kasus uji ini digunakan untuk menguji apakah peran yang terdaftar dapat dihapus dari perangkat. Rincian kasus uji ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Tabel kasus uji menghapus peran

|  |  |
| --- | --- |
| ID | TC-010 |
| Kasus Penggunaan | Menghapus peran |
| Nama | Pengujian menghapus peran |
| Tujuan Pengujian | Menguji apakah peran dapat dihapus |
| Kondisi Awal | Peran terdaftar |
| Langkah Pengujian | 1. Aktor memilih menu kelola peran 2. Aktor memilih peran yang ingin dihapus 3. Aktor menekan tombol hapus |
| Hasil yang Diharapkan | Peran berhasil dihapus |
| Kondisi Akhir | Peran tidak terdaftar |

### Uji coba integrasi modul

Modul yang diuji coba merupakan modul-modul yang telah dibuat pada tugas akhir lain. Modul tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.13. Pengujian pada modul tidak dilakukan dengan kasus uji karena sudah dibahas pada masing-masing buku melainkan dilakukan dengan menjalankan semua menu yang ada pada suatu modul dan memeriksa apakah menu dapat dijalankan dengan normal seperti saat modul masih berdiri sendiri. Menu-menu tiap modul ditunjukkan pada Tabel 5.14, Tabel 5.15, Tabel 5.16, dan Tabel 5.17.

**Tabel 5.13 Tabel daftar modul yang diuji coba**

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Nama Modul** |
| 1 | Modul Ekivalensi [4] |
| 2 | Modul Kurikulum [3] |
| 3 | Modul Pembelajaran [5] |
| 4 | Modul Penilaian [6] |

Tabel 5.14 Tabel daftar menu pada modul kurikulum [3]

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** |
| 1 | Kelola Bentuk Penilaian |
| 2 | Kelola Capaian Belajar Mata Kuliah |
| 3 | Kelola Capaian Belajar Satuan Manajemen |
| 4 | Kelola Kurikulum |
| 5 | Kelola Mata Kuliah |
| 6 | Kelola Mata Kuliah Prasyarat |
| 7 | Kelola Mata Kuliah untuk Satuan Manajemen |
| 8 | Kelola Metode Pembelajaran |
| 9 | Kelola Pustaka Mata Kuliah |
| 10 | Kelola Rencana Pembelajaran |
| 11 | Kelola Rumpun Matakuliah |
| 12 | Kelola Silabus |
| 13 | Laporan Rencana Pembelajaran |
| 14 | Laporan Silabus |

Tabel 5.15 Tabel daftar menu pada modul pembelajaran [5]

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** |
| 1 | Absensi |
| 2 | Berita Acara |
| 3 | Kartu Rencana Studi |
| 4 | Kelola Aturan Pengganti |
| 5 | Kelola Batas Pengambilan KRS |
| 6 | Kelola Pembelajaran |
| 7 | Kelola Pendamping Akademik |
| 8 | Kelola Periode |
| 9 | Kelola Rombongan Belajar |
| 10 | Kelola Semester |
| 11 | Kelola Status Absensi |
| 12 | Kelola Tahun Ajaran |
| 13 | Laporan Pembayaran |
| 14 | Laporan Pertemuan |
| 15 | Monitoring Pengambilan KRS |
| 16 | Persetujuan Kartu Rencana Studi |

Tabel 5.16 Tabel daftar menu pada modul penilaian [6]

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** |
| 1 | Isi Kuisioner |
| 2 | Kelola Kuisioner |
| 3 | Kelola Nilai |
| 4 | Konversi Nilai |
| 5 | Laporan Kuisioner Per Kelas |
| 6 | Laporan Kuisioner Periodik |
| 7 | Peringkat IPK |
| 8 | Peringkat IPS |
| 9 | Lihat Nilai Per Kelas |
| 10 | Nilai Per Periode |
| 11 | Transkrip Nilai |
| 12 | Perbaharui IP |

Tabel 5.17 Tabel daftar menu pada modul ekuivalensi [4]

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** |
| 1 | Kelola Katalog Alih Jenjang |
| 2 | Kelola Matakuliah Alih Jenjang |
| 3 | Kelola Katalog Satman |
| 4 | Manajemen Mahasiswa Alih Jenjang |
| 5 | Laporan Alih Jenjang |
| 6 | Laporan Ekuivalensi |
| 7 | Persetujuan Ekuivalensi |
| 8 | Ekuivalensi Kurikulum |
| 9 | Kelola Katalog Satman |
| 10 | Ekuivalensi Alihjenjang |
| 11 | Ekuivalensi Alih Jenjang |

### Uji coba hak akses

Uji coba ini dilakukan untuk menguji apakah hak akses berhasil diterapkan ke dalam menu-menu pada modul. Aspek pengujian yang dilihat pada pengujian ini adalah apakah suatu menu hanya dapat diakses oleh peran tertentu yang sudah dinyatakan saja. Peran-peran yang sudah terdaftar pada basis data ditunjukkan pada Tabel 5.18. Daftar menu-menu pada modul dengan hak aksesnya ditunjukkan pada Tabel 5.19, Tabel 5.20, Tabel 5.21, dan Tabel 5.22. Dapat dilihat pada daftar peran terdapat peran Admin dan System Admin. Kedua peran tersebut berbeda dimana peran Admin hanya memiliki fungsi administrator pada modul sementara SystemAdmin adalah administrator yang mengurus fungsi administratif perangkat lunak ini.

Tabel 5.18 Tabel daftar peran

|  |  |
| --- | --- |
| **No** | **Nama Peran** |
| 1 | Kepala |
| 2 | Pendidik |
| 3 | Tenaga Kependidikan |
| 4 | Tim Ekuivalensi |
| 5 | Admin |
| 6 | SystemAdmin |
| 7 | Peserta Didik |

Tabel 5.19 Tabel daftar akses menu dari modul kurikulum [3]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Peran** |
| 1 | Kelola Bentuk Penilaian | Admin |
| 2 | Kelola Capaian Belajar Mata Kuliah | Kepala |
| 3 | Kelola Capaian Belajar Satuan Manajemen | Kepala |
| 4 | Kelola Kurikulum | Admin |
| 5 | Kelola Mata Kuliah | Admin |
| 6 | Kelola Mata Kuliah Prasyarat | Admin |
| 7 | Kelola Mata Kuliah untuk Satuan Manajemen | Admin |
| 8 | Kelola Metode Pembelajaran | Admin |
| 9 | Kelola Pustaka Mata Kuliah | Admin |
| 10 | Kelola Rencana Pembelajaran | Pendidik |
| 11 | Kelola Rumpun Matakuliah | Admin |
| 12 | Kelola Silabus | Kepala |
| 13 | Laporan Rencana Pembelajaran | Pendidik, Peserta Didik |
| 14 | Laporan Silabus | Kepala, Pendidik, Peserta Didik |

Tabel 5.20 Tabel daftar akses menu dari modul pembelajaran [5]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Peran** |
| 1 | Absensi | Tenaga Kependidikan |
| 2 | Berita Acara | Pendidik |
| 3 | Kartu Rencana Studi | Peserta Didik |
| 4 | Kelola Aturan Pengganti | Admin |
| 5 | Kelola Batas Pengambilan KRS | Admin |
| 6 | Kelola Pembelajaran | Tenaga Kependidikan |
| 7 | Kelola Pendamping Akademik | Tenaga Kependidikan |
| 8 | Kelola Periode | Admin |
| 9 | Kelola Rombongan Belajar | Tenaga Kependidikan |
| 10 | Kelola Semester | Admin |
| 11 | Kelola Status Absensi | Admin |
| 12 | Kelola Tahun Ajaran | Admin |
| 13 | Laporan Pembayaran | Kepala |
| 14 | Laporan Pertemuan | Kepala |
| 15 | Monitoring Pengambilan KRS | Admin |
| 16 | Persetujuan Kartu Rencana Studi | Pendidik |

Tabel 5.21 Tabel daftar akses menu dari modul penilaian [6]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Peran** |
| 1 | Isi Kuisioner | Peserta Didik |
| 2 | Kelola Kuisioner | Admin |
| 3 | Kelola Nilai | Pendidik |
| 4 | Konversi Nilai | Admin |
| 5 | Laporan Kuisioner Per Kelas | Admin, Kepala |
| 6 | Laporan Kuisioner Periodik | Admin, Kepala |
| 7 | Peringkat IPK | Admin, Kepala, Pendidik, Peserta Didik, Tenaga Kependidikan |
| 8 | Peringkat IPS | Admin, Kepala, Pendidik, Peserta Didik, Tenaga Kependidikan |
| 9 | Lihat Nilai Per Kelas | Admin, Kepala, Pendidik, Peserta Didik, Tenaga Kependidikan |
| 10 | Nilai Per Periode | Admin, Kepala, Pendidik, Peserta Didik, Tenaga Kependidikan |
| 11 | Transkrip Nilai | Admin, Kepala, Pendidik, Peserta Didik, Tenaga Kependidikan |
| 12 | Perbaharui IP | Admin |

Tabel 5.22 Tabel daftar akses menu dari modul ekuivalensi [4]

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Peran** |
| 1 | Kelola Katalog Alih Jenjang | Admin |
| 2 | Kelola Matakuliah Alih Jenjang | Admin |
| 3 | Kelola Katalog Satman | Admin |
| 4 | Manajemen Mahasiswa Alih Jenjang | Admin |
| 5 | Laporan Alih Jenjang | Admin |
| 6 | Laporan Ekuivalensi | Peserta Didik, Tenaga Kependidikan |
| 7 | Persetujuan Ekuivalensi | Tim Ekuivalensi |
| 8 | Ekuivalensi Kurikulum | Tim Ekuivalensi |
| 9 | Kelola Katalog Satman | Tim Ekuivalensi |
| 10 | Ekuivalensi Alihjenjang | Tim Ekuivalensi |
| 11 | Ekuivalensi Alih Jenjang | Tim Ekuivalensi |

## Evaluasi

Pada Subbab ini dijelaskan hasil dari pengujian yang dilakukan pada Subbab sebelumnya. Sama seperti Subbab sebelumnya, evaluasi dibagi menjadi tiga yaitu evaluasi pengujian fungsionalitas administratif, evaluasi integrasi modul, dan evaluasi hak akses.

### Evaluasi fungsionalitas administratif

Evaluasi ini adalah hasil dari pengujian kasus uji pada Subbab 5.2.1. Hasil dinyatakan dalam status terpenuhi atau tidak. Hasil tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23 Tabel evaluasi kasus uji fungsionalitas administratif

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No. | Kode Kasus Pengujian | Terpenuhi |
| 1 | TC-001 | √ |
| 2 | TC -002 | √ |
| 3 | TC -003 | √ |
| 4 | TC -004 | √ |
| 5 | TC -005 | √ |
| 6 | TC -006 | √ |
| 7 | TC -007 | √ |
| 8 | TC -008 | √ |
| 9 | TC -009 | √ |
| 10 | TC -010 | √ |

Berdasarkan Tabel 5.23 dapat disimpulkan bahwa seluruh fungsionalitas administratif dapat dijalankan oleh aktor dan semua kasus uji coba terpenuhi.

### Evaluasi Integrasi modul

Evaluasi ini adalah hasil dari uji coba integrasi modul. Hasil menyatakan apakah menu-menu pada modul dapat berjalan dan jika tidak, disertakan penyebab kegagalan menu tersebut. Hasil ditunjukkan pada Tabel 5.24, Tabel 5.25, Tabel 5.26, dan Tabel 5.27.

Tabel 5.24 Tabel evaluasi integrasi modul kurikulum [3]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Terpenuhi** | **Keterangan** |
| 1 | Kelola Bentuk Penilaian | √ |  |
| 2 | Kelola Capaian Belajar Mata Kuliah | X | Masalah pada javascript |
| 3 | Kelola Capaian Belajar Satuan Manajemen | X | Masalah pada javascript |
| 4 | Kelola Kurikulum | √ |  |
| 5 | Kelola Mata Kuliah | √ |  |
| 6 | Kelola Mata Kuliah Prasyarat | √ |  |
| 7 | Kelola Mata Kuliah untuk Satuan Manajemen | √ |  |
| 8 | Kelola Metode Pembelajaran | √ |  |
| 9 | Kelola Pustaka Mata Kuliah | √ |  |
| 10 | Kelola Rencana Pembelajaran | X | Masalah pada javascript |
| 11 | Kelola Rumpun Matakuliah | √ |  |
| 12 | Kelola Silabus | √ |  |
| 13 | Laporan Rencana Pembelajaran | X | Masalah pada javascript dan kemungkinan masalah pada JasperReports |
| 14 | Laporan Silabus | X | Masalah pada javascript dan kemungkinan masalah pada JasperReports |

Tabel 5.25 Tabel evaluasi integrasi modul pembelajaran [5]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Terpenuhi** | **Keterangan** |
| 1 | Absensi | √ |  |
| 2 | Berita Acara | X | Kemungkinan masalah pada pustaka joda.time yang gagal melakukan deserializing data dari JSON yang berupa tanggal |
| 3 | Kartu Rencana Studi | √ |  |
| 4 | Kelola Aturan Pengganti | X | Kemungkinan masalah pada pustaka joda.time yang gagal melakukan deserializing data dari JSON yang berupa tanggal |
| 5 | Kelola Batas Pengambilan KRS | √ |  |
| 6 | Kelola Pembelajaran | √ |  |
| 7 | Kelola Pendamping Akademik | √ |  |
| 8 | Kelola Periode | X | Kemungkinan masalah pada pustaka joda.time yang gagal melakukan deserializing data dari JSON yang berupa tanggal |
| 9 | Kelola Rombongan Belajar | √ |  |
| 10 | Kelola Semester | √ |  |
| 11 | Kelola Status Absensi | √ |  |
| 12 | Kelola Tahun Ajaran | √ |  |
| 13 | Laporan Pembayaran | √ |  |
| 14 | Laporan Pertemuan | √ |  |
| 15 | Monitoring Pengambilan KRS | √ |  |
| 16 | Persetujuan Kartu Rencana Studi | √ |  |

Tabel 5.26 Tabel evaluasi integrasi modul penilaian [6]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Terpenuhi** | **Keterangan** |
| 1 | Isi Kuisioner | √ |  |
| 2 | Kelola Kuisioner | √ |  |
| 3 | Kelola Nilai | √ |  |
| 4 | Konversi Nilai | √ |  |
| 5 | Laporan Kuisioner Per Kelas | √ |  |
| 6 | Laporan Kuisioner Periodik | √ |  |
| 7 | Peringkat IPK | √ |  |
| 8 | Peringkat IPS | √ |  |
| 9 | Lihat Nilai Per Kelas | √ |  |
| 10 | Nilai Per Periode | √ |  |
| 11 | Transkrip Nilai | X | Kemungkinan masalah pada versi JasperReporting yang digunakan |
| 12 | Perbaharui IP | √ |  |

Tabel 5.27 Tabel evaluasi integrasi modul ekuivalensi [4]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Terpenuhi** | **Keterangan** |
| 1 | Kelola Katalog Alihjenjang | √ |  |
| 2 | Kelola Matakuliah Alihjenjang | √ |  |
| 3 | Kelola Katalog Satman | √ |  |
| 4 | Manajemen Mahasiswa Alihjenjang | X | Kemungkinan masalah pada pustaka joda.time yang gagal melakukan deserializing data dari JSON yang berupa tanggal |
| 5 | Laporan Alihjenjang | X | Kemungkinan masalah pada versi JasperReporting yang digunakan |
| 6 | Laporan Ekuivalensi | X | Kemungkinan masalah pada versi JasperReporting yang digunakan |
| 7 | Persetujuan Ekuivalensi | √ |  |
| 8 | Ekuivalensi Kurikulum | √ |  |
| 9 | Kelola Katalog Satman | √ |  |
| 10 | Ekuivalensi Alihjenjang | X | Memerlukan input dari menu Manajemen Mahasiswa Alihjenjang |

Berdasarkan keempat tabel diatas, yaitu Tabel 5.24, Tabel 5.25, Tabel 5.26, dan Tabel 5.27, hampir semua menu pada modul yang sudah diintegrasikan dapat dijalankan dan terdapat beberapa menu yang tidak dapat dijalankan. Hal-hal yang mengakibatkan tidak dapat berjalannya menu-menu tersebut antara lain:

* 1. Versi JasperReport. JasperReport merupakan sebuah pustaka pembuatan laporan dalam bentuk berkas PDF ataupun berkas lain. Versi pustaka yang digunakan pada modul dan versi yang disediakan pada perangkat lunak utama tidak cocok sehingga laporan yang sudah dibuat pada modul perlu diganti menyesuaikan versi pustaka pada perangkat lunak utama. Menu-menu yang tidak dapat dijalankan karena masalah ini antara lain:
* Menu laporan rencana pembelajaran dan menu laporan silabus pada modul kurikulum.
* Menu transkrip nilai pada modul penilaian.
* Menu laporan alihjenjang dan laporan ekivalensi pada modul ekivalensi
  1. Kelas-kelas pustaka joda.time yang tidak dapat terbaca oleh perankat lunak utama pada saat *runtime.* Menu-menu yang terpengaruhi adalah menu-menu yang memerlukan format tanggal pada input nya, yaitu antara lain:
* Menu berita acara, kelola aturan pengganti, dan kelola periode pada modul pembelajaran.
* Menu manajemen mahasiswa alihjenjang pada modul ekivalensi yang mengakibatkan tidak berjalannya menu ekivalensi alihjenjang pada modul yang sama.
  1. Kesalahan pada pembuatan javascript pada menu modul. Menu yang terpengaruh masalah ini adalah menu kelola capaian belajar mata kuliah, capaian belajar satuan manajemen, dan kelola rencana pembelajaran pada modul kurikulum.

### Evaluasi hak akses modul

Evaluasi hak akses modul adalah hasil dari uji coba hak akses. Hasil yang ditampilkan yaitu berupa tabel yang berisi nama menu pada tiap modul dengan rincian apakah suatu peran dapat mengakses menu tersebut. Tabel tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.28, Tabel 5.29, Tabel 5.30, dan Tabel 5.31.

Tabel 5.28 Tabel evaluasi hak akses untuk modul kurikulum [3]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Kepala** | **Pendidik** | **Tenaga Kependidikan** | **Tim Ekuivalensi** | **Admin** | **Peserta Didik** |
| 1 | Kelola Bentuk Penilaian | X | X | X | X | √ | X |
| 2 | Kelola Capaian Belajar Mata Kuliah | √ | X | X | X | X | X |
| 3 | Kelola Capaian Belajar Satuan Manajemen | √ | X | X | X | X | X |
| 4 | Kelola Kurikulum | X | X | X | X | √ | X |
| 5 | Kelola Mata Kuliah | X | X | X | X | √ | X |
| 6 | Kelola Mata Kuliah Prasyarat | X | X | X | X | √ | X |
| 7 | Kelola Mata Kuliah untuk Satuan Manajemen | X | X | X | X | √ | X |
| 8 | Kelola Metode Pembelajaran | X | X | X | X | √ | X |
| 9 | Kelola Pustaka Mata Kuliah | X | X | X | X | √ | X |
| 10 | Kelola Rencana Pembelajaran | X | √ | X | X | X | X |
| 11 | Kelola Rumpun Matakuliah | X | X | X | X | √ | X |
| 12 | Kelola Silabus | √ | X | X | X | X | X |
| 13 | Laporan Rencana Pembelajaran | X | √ | X | X | X | √ |
| 14 | Laporan Silabus | √ | √ | X | X | X | √ |

Tabel 5.29 Tabel evaluasi hak akses untuk modul pembelajaran [5]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Kepala** | **Pendidik** | **Tenaga Kependidikan** | **Tim Ekuivalensi** | **Admin** | **Peserta Didik** |
| 1 | Absensi | X | X | √ | X | X | X |
| 2 | Berita Acara | X | √ | X | X | X | X |
| 3 | Kartu Rencana Studi | X | X | X | X | X | √ |
| 4 | Kelola Aturan Pengganti | X | X | X | X | √ | X |
| 5 | Kelola Batas Pengambilan KRS | X | X | X | X | √ | X |
| 6 | Kelola Pembelajaran | X | X | √ | X | X | X |
| 7 | Kelola Pendamping Akademik | X | X | √ | X | X | X |
| 8 | Kelola Periode | X | X | X | X | √ | X |
| 9 | Kelola Rombongan Belajar | X | X | √ | X | X | X |
| 10 | Kelola Semester | X | X | X | X | √ | X |
| 11 | Kelola Status Absensi | X | X | X | X | √ | X |
| 12 | Kelola Tahun Ajaran | X | X | X | X | √ | X |
| 13 | Laporan Pembayaran | √ | X | X | X | X | X |
| 14 | Laporan Pertemuan | √ | X | X | X | X | X |
| 15 | Monitoring Pengambilan KRS | X | X | X | X | √ | X |
| 16 | Persetujuan Kartu Rencana Studi | X | √ | X | X | X | X |

Tabel 5.30 Tabel evaluasi hak akses untuk modul penilaian [6]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Kepala** | **Pendidik** | **Tenaga Kependidikan** | **Tim Ekuivalensi** | **Admin** | **Peserta Didik** |
| 1 | Isi Kuisioner | X | X | X | X | X | √ |
| 2 | Kelola Kuisioner | X | X | X | X | √ | X |
| 3 | Kelola Nilai | X | √ | X | X | X | X |
| 4 | Konversi Nilai | X | X | X | X | √ | X |
| 5 | Laporan Kuisioner Per Kelas | √ | X | X | X | √ | X |
| 6 | Laporan Kuisioner Periodik | √ | X | X | X | √ | X |
| 7 | Peringkat IPK | √ | √ | √ | X | √ | √ |
| 8 | Peringkat IPS | √ | √ | √ | X | √ | √ |
| 9 | Lihat Nilai Per Kelas | √ | √ | √ | X | √ | √ |
| 10 | Nilai Per Periode | √ | √ | √ | X | √ | √ |
| 11 | Transkrip Nilai | √ | √ | √ | X | √ | √ |
| 12 | Perbaharui IP | X | X | X | X | X | X |

Tabel 5.31 Tabel evaluasi hak akses untuk modul ekuivalensi [4]

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Nama Menu** | **Kepala** | **Pendidik** | **Tenaga Kependidikan** | **Tim Ekuivalensi** | **Admin** | **Peserta Didik** |
| 1 | Kelola Katalog Alihjenjang | X | X | X | X | √ | X |
| 2 | Kelola Matakuliah Alihjenjang | X | X | X | X | √ | X |
| 3 | Kelola Katalog Satman | X | X | X | X | √ | X |
| 4 | Manajemen Mahasiswa Alihjenjang | X | X | X | X | √ | X |
| 5 | Laporan Alihjenjang | X | X | X | X | √ | X |
| 6 | Laporan Ekuivalensi | X | X | √ | X | X | √ |
| 7 | Persetujuan Ekuivalensi | X | X | X | √ | X | X |
| 8 | Ekuivalensi Kurikulum | X | X | X | √ | X | X |
| 9 | Kelola Katalog Satman | X | X | X | √ | X | X |
| 10 | Ekuivalensi Alihjenjang | X | X | X | √ | X | X |

Berdasarkan tabel evaluasi hak akses modul, yaitu Tabel 5.28, Tabel 5.29, Tabel 5.30, Tabel 5.31, implementasi otorisasi menu untuk membatasi akses menu pada modul yang sudah diintegrasi berhasil.

# BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan yang dapat diambil dari hasil uji coba dan perancangan perangkat lunak sebagai jawaban dari rumusan masalah yang telah dikemukakan dan saran yang berisi pengembangan yang dapat dilakukan lebih lanjut untuk menyempurnakan perangkat lunak.



## Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari proses pengembangan dan hasil uji coba.

1. Perangkat lunak telah dapat mengintegrasikan fungsionalitas modul. Perangkat lunak telah dapat mengintegrasikan modul-modul generik dari tugas akhir sebelumnya dan menjalankan menu di dalam modul-modul tersebut. Modul yang diintegrasikan dalam perangkat lunak ini antara lain modul kurikulum [3], modul pembelajaran [5], modul penilaian [6], dan modul ekuivalensi [4]. Bagan modul-modul tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.1.
2. Terdapat beberapa menu pada modul yang tidak dapat dijalankan yang kemungkinan dikarenakan masalah dependensi proyek terhadap JasperReports dan Joda-Time pada lingkungan OSGi dan implementasi Javascript pada menu-menu tersebut.
3. Modularitas perangkat lunak dapat dicapai dengan menggunakan OSGi.
4. Modul wajib dibuat dalam bentuk OSGi *fragment* *bundle* dan mengimplementasi spesifikasi/aturan yang telah ditetapkan perangkat lunak utama agar dapat dibaca dan dibedakan dengan modul yang lain.
5. Penggunaan *fragment* *bundle* sebagai bentuk modul memiliki kekurangan pada proses OSGi *dependency* *resolving* dimana dependensi OSGi yang diperlukan modul harus dinyatakan pada perangkat lunak utama.

## Saran

Berikut ini merupakan pengembangan lebih lanjut yang dapat dilakukan untuk menyempurnakan perangkat lunak.

* 1. Baik modul yang belum terintegrasi dan sudah terintegrasi dapat ditambah atau diganti untuk menyesuaikan proses bisnis sistem informasi akademik pada perguruan tinggi tertentu. Contoh modul sistem informasi akademik yang mungkin dapat ditambah ditunjukkan sebagai kotak berwarna putih pada Gambar 6.1.
  2. Perangkat lunak utama perlu dikembangkan lebih lanjut untuk membaca modul dalam bentuk OSGi *bundle* mengingat adanya kekurangan pada OSGi *fragment* *bundle*. Pengembangan yang dilakukan untuk masalah ini adalah pengembangan komponen *ViewResolver* pada Spring MVC agar dapat membaca berkas JSP antar OSGi *bundle*.
  3. Perangkat lunak utama perlu dikembangkan lebih lanjut untuk fitur *hot* *deployment* agar perangkat lunak utama tidak perlu di-*restart* ketika ada penambahan modul.
  4. Versi bundle dan dependensinya pada lingkungan OSGi perlu disesuaikan untuk menghindari masalah pustaka seperti JasperReports.



Gambar 6.1 Modul-modul SIAKAD yang sudah terintegrasi dan yang dapat dikembangkan lebih lanjut

# DAFTAR PUSTAKA

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | PDDIKTI, "SRV5 PDDIKTI : Pangkalan Data Pendidikan Tinggi," PDDIKTI, 2013. [Online]. Available: http://forlap.dikti.go.id/perguruantinggi/homegraphpt. [Accessed 29 Desember 2015]. |
| [2] | A. Rouf, "PENGUJIAN PERANGKAT LUNAK DENGAN MENGGUNAKAN METODEWHITE BOX DAN BLACK BOX," *STIMIK HIMSYA JOURNAL,* vol. VIII, no. 1, pp. 3-6, 2012. |
| [3] | A. T. Averousi, Rancang Bangun Perangkat Lunak Sistem Informasi Akademik Generik Pada Modul Kurikulum, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015. |
| [4] | B. A. Alfirdaus, Rancang Bangun Perangkat Lunak Sistem Informasi Akademik Generik Berbasis Web Pada Modul Ekuivalensi, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015. |
| [5] | G. P. N. Suminto, Rancang Bangun Commercial Off The Shelf (COTS) Sistem Informasi Akademik Berbasis Web Pada Modul Kelola Pembelajaran, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015. |
| [6] | H. Rahman, Rancang Bangun Sistem Informasi Akademik Generik Pada Modul Penilaian Menggunakan Pola Perancangan Hierarchical Model-View-Controller, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015. |
| [7] | C. Walls, Modular Java - Creating Flexible Applications with OSGi and Spring, The Pragmatic Bookshelf, 2009. |
| [8] | J. Cai, R. Kapila and G. Pal, "HMVC: The layered pattern for developing strong client tiers," JavaWorld, Inc, 21 Juli 2000. [Online]. Available: http://www.javaworld.com/article/2076128/design-patterns/hmvc--the-layered-pattern-for-developing-strong-client-tiers.html. [Accessed 29 Desember 2015]. |
| [9] | "Introduction of Spring Framework," Spring, [Online]. Available: http://docs.spring.io/spring-framework/docs/3.0.x/reference/overview.html. [Accessed 6 April 2015]. |
| [10] | R. Harrop, "OSGi Concepts," Eclipse Virgo, 2011. [Online]. Available: http://www.eclipse.org/virgo/documentation/virgo-documentation-3.6.4.RELEASE/docs/virgo-user-guide/htmlsingle/virgo-user-guide.html#concepts.osgi. [Accessed 29 Desember 2015]. |
| [11] | T. A. S. Foundation, "Apache Tomcat," The Apache Software Foundation, [Online]. Available: http://tomcat.apache.org/. [Accessed 2015 Desember 29]. |
| [12] | T. P. G. D. Group, "PostgreSQL 9.3.10 Documentation," The PostgreSQL Global Development Group, [Online]. Available: http://www.postgresql.org/docs/9.3/static/intro-whatis.html. [Accessed 2015 Desember 29]. |
| [13] | J2EEBrain, "Hibernate Object Relational Mapping," J2EEBrain, [Online]. Available: http://www.j2eebrain.com/java-J2ee-hibernate-object-relational-mapping.html. [Accessed 29 Desember 2015]. |
| [14] | B. Varanasi and S. Belida, "Maven Dependency Management," in *Introducing Maven*, Apress, 2014, p. 15. |
| [15] | B. Varanasi and S. Belida, "Transitive Dependencies," in *Introducing Maven*, Apress, 2014, p. 19. |
| [16] | B. Varanasi and S. Belida, "Dependency Scope," in *Introducing Maven*, Apress, 2014, p. 21. |
| [17] | B. Varanasi and S. Belida, "Maven Life Cycle," in *Introducing Maven*, Apress, 2014, p. 37. |
| [18] | M. Fayad and D. C. Schmidt, "Object-Oriented Application Frameworks," 28 September 2006. [Online]. Available: http://www1.cse.wustl.edu/~schmidt/CACM-frameworks.html. [Accessed 2016 Januari 14]. |
| [19] | MvnRepository, "MavenRepository," Maven, 2006. [Online]. Available: http://mvnrepository.com/. [Accessed 29 Desember 2015]. |
| [20] | SpringSource, "SpringSource Enterprise Bundle Repository," SpringSource, 2008. [Online]. Available: http://ebr.springsource.com/repository/app/. [Accessed 29 Desember 2015]. |
| [21] | M. Deinum and K. Serneels, "The request processing workflow," in *Pro Spring MVC*, New York, Apress, 2012, p. 66. |

***[Halaman ini sengaja dikosongkan]***

# BIODATA PENULIS

Salahudin Agung Wijaya, lahir di Jakarta, pada tanggal 15 April 1993. Penulis menempuh pendidikan dasar di SD Islam Pondok Duta Depok (1999-2005), pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 103 Jakarta (2005-2008), pendidikan menengah atas di SMA Negeri 58 Jakarta (2008-2011) dan pendidikan tinggi di S1 Teknik Informatika ITS (2011-2015).

Selama kuliah di Teknik Informatika ITS, penulis mendalami bidang minat Rekayasa Perangkat Lunak (RPL) dan Penulis pernah menjadi asisten dosen pada mata kuliah konstruksi perangkat lunak. Penulis dapat dihubungi melalui surel: **salahudin.agung@yahoo.co.id**.