**

**RANCANG BANGUN APLIKASI PLATFORM ONLINE UNTUK REKOMENDASI PERSETUJUAN PENGAJUAN JUSTIFIKASI BERBASIS WEB**

RIZKA ANNISA KURNIA SARI

NRP 051115 40000 114

Dosen Pembimbing

SARWOSRI, S.Kom., M.T.

NURUL FAJRIN ARIYANI, S.Kom., M.Sc.

DEPARTEMEN INFORMATIKA

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

TUGAS AKHIR – IF184802

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



**RANCANG BANGUN APLIKASI PLATFORM ONLINE UNTUK REKOMENDASI PERSETUJUAN PENGAJUAN JUSTIFIKASI BERBASIS WEB**

RIZKA ANNISA KURNIA SARI

NRP 051115 40000 114

Dosen Pembimbing

SARWOSRI, S.Kom., M.T.

NURUL FAJRIN ARIYANI, S.Kom., M.Sc.

DEPARTEMEN INFORMATIKA

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

TUGAS AKHIR – IF184802

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*



**DESIGN AND DEVELOPMENT OF ONLINE PLATFORM APPLICATIONS FOR WEB-BASED JUSTIFICATION SUBMISSION RECOMMENDATIONS**

UNDERGRADUATE THESES – K141502

RIZKA ANNISA KURNIA SARI

NRP 051115 40000 114

Advisor

SARWOSRI, S.Kom., M.T.

NURUL FAJRIN ARIYANI, S.Kom., M.Sc.

DEPARTMENT OF INFORMATICS

Faculty of Information and Communication Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN APLIKASI PLATFORM ONLINE UNTUK REKOMENDASI PERSETUJUAN PENGAJUAN JUSTIFIKASI BERBASIS WEB**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat   
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer  
pada   
Bidang Studi Dasar dan Terapan Komputasi  
Program Studi S-1 Departemen Informatika  
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:  
**RIZKA ANNISA KURNIA SARI**NRP: 051115 40000 114

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

|  |  |
| --- | --- |
| SARWOSRI, S.Kom., M.T. NIP: 19760809 200112 2 001 | ................................ (pembimbing 1) |
|  |  |
| NURUL FAJRIN A., S.Kom., M.Sc. NIP: 19860722 201504 2 003 | ................................ (pembimbing 2) |
|  |  |

**Surabaya  
JULI 2019**

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

**RANCANG BANGUN APLIKASI PLATFORM ONLINE UNTUK REKOMENDASI PERSETUJUAN PENGAJUAN JUSTIFIKASI BERBASIS WEB**

Nama Mahasiswa : Rizka Annisa Kurnia Sari

NRP : 051115 40000 114

Departemen : Informatika FTIK-ITS

Dosen Pembimbing 1 : Sarwosri, S.Kom., M.T.

Dosen Pembimbing 2 : Nurul Fajrin Ariyani, S.Kom., M.Sc.

# ABSTRAK

*Gejala alam yang terjadi di dunia ini seperti cuaca, iklim dan musim merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh kepada keberlangsungan kehidupan manusia.* *Selain memberikan berbagai anugrah dan kebermanfaatan bagi manusia, gejala alam yang dapat terjadi juga bisa mendatangkan bahaya atau bahkan bisa jadi menyebabkan terjadinya bencana. Oleh karena itu data/informasi yang didapatkan saat ini dapat dimanfaatkan untuk memprediksi kemungkinan yang terjadi dan mengurangi terjadinya resiko akibat bencana alam dan melakukan tindakan mitigasi. Berdasarkan studi, curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh berbagai faktor yaitu lokal (cuaca) dan iklim regional (global). Oleh karenanya penentuan prediktor yang relevan adalah penting untuk efisiensi model penduga curah hujan. Meskipun beberapa penelitian pemodelan iklim di suatu wilayah/negara memiliki akurasi tinggi, belum tentu model tersebut sesuai untuk wilayah lainnya dikarenakan berbagai faktor.Dalam penelitian ini melakukan pendekatan yang melibatkan sejumlah fitur cuaca dan iklim dalam ruang lingkup lokal dan global dengan memperhitungkan faktor time-lag (temporal) dan lokasi (spasial). Dengan demikian, prediksi curah hujan baik dari segi prediktor yang simultan maupun model Long Short-Term Memories, prediksi yang akan dihasilkan akan lebih akurat sehingga dapat digunakan sebagai informasi perencanaan di berbagai bidang. Pemilihan prediktor dengan hanya melibatkan fitur relevan (signifikan) menjadikan proses komputasi lebih efisien sehingga informasi yang didapat untuk pengambilan keputusan akan didapat lebih cepat.*

***Kata kunci: cuaca, iklim, spatio temporal, time series, detrended partial cross correlation, neural network, long short term memories.***

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF ONLINE PLATFORM APPLICATIONS FOR WEB-BASED JUSTIFICATION SUBMISSION RECOMMENDATIONS**

Student’s Name : Rizka Annisa Kurnia Sari

Student’s ID : 051115 40000 114

Department : Informatika FTIK-ITS

Advisor 1 : Sarwosri, S.Kom., M.T.

Advisor 2 : Nurul Fajrin Ariyani, S.Kom., M.Sc.

# ABSTRACT

*Natural phenomena that occur in the world such as weather, climate and seasons are one of the factors that greatly influence the sustainability of human life. In addition to giving various gifts and benefits to humans, natural phenomena that can occur can also bring harm or may even cause disasters. Therefore data / information obtained at this time can be used to predict the possibilities that occur and reduce the occurrence of risks due to natural disasters and take mitigation actions. Based on the study, rainfall in Indonesia is influenced by various factors, namely local (weather) and regional (global) climate. Therefore the determination of relevant predictors is important for the efficiency of the rainfall estimator model. Although some climate modeling studies in a region / country have high accuracy, it is not necessarily the model that is suitable for other regions due to various factors. In this study an approach that involves a number of weather and climate features in local and global scope taking into account time-lag factors (temporal) and location (spatial). Thus, predictions of rainfall both in terms of simultaneous predictors and Long Short-Term Memories models, predictions to be produced will be more accurate so that they can be used as planning information in various fields. The selection of predictors by only involving relevant features (significant) makes the computing process more efficient so that the information obtained for decision making will be obtained more quickly.*

*.*

***Keywords: weather, climate, spatio temporal, time series, detrended partial cross correlation, neural network, long short term memories.***

# KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karenaa atas karunia dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

**RANCANG BANGUN APLIKASI PLATFORM ONLINE UNTUK REKOMENDASI PERSETUJUAN PENGAJUAN JUSTIFIKASI BERBASIS WEB**

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.

Melalui lembar ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghormatan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Mama dan Papa yang selalu menemani, mengingatkan, mendoakan, dan mejadi #1 s*upport system* bagi penulis.
2. Mbak Fika, Mas Rheza, Mas Bayu, Ara dan keluarga besar yang selalu memberikan doa serta berbagai macam bentuk dukungan baik berupa materil dan moril kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Sarwosri, S.Kom., M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir pertama yang telah memberikan masukkan serta koreksi dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Ibu Nurul Fajrin Ariyani, S.Kom., M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir kedua yang telah membimbing dan sangat banyak membantu pengerjaan program tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen, Karyawan serta seluruh civitas Departemen Informatika yang telah memberikan pelajaran dan pengalaman selama menjadi mahasiswa di Departemen Informatika.
6. Cumi Cumi Keju (Neny, Devi, Sarah, Nada) yang telah menjadi teman penghilang stress, penat dan *moodbooster* yang selalu ada dari masa-masa kelam SMA hingga masa-masa tidak tentu di perkuliahan ini.
7. Zakiya, Nindy, Bonbon, Irsa, Ufa, Cynde dan kawan-kawan TC15, C1F, serta seluruh anggota HMTC yang sudah menemani, mendukung dan memberikan pelajaran dalam organisasi maupun perkuliahan.
8. Teman-teman se-*rumah* di lab. LP. Bonbon, Raca, Brian. Yuuta, Irsyad, Mala, Ghisa, Chael, John, Mas Afiif, Mas Hari, Mas Nafiar dan yang lainnya untuk semangat, dukungan serta rasa kekeluargaan yang ada.
9. Serta pihak-pihak lain yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Bagaimanapun juga penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Namun, penulis mohon maaf apabila terdapat kekurangan ataupun kesalahkan yang penulis lakukan. Kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan sebagai bahan perbaikan untuk ke depannya.

Surabaya, Juli 2019

Rizka Annisa Kurnia Sari

# DAFTAR ISI

[LEMBAR PENGESAHAN vii](#_Toc534191276)

[ABSTRAK ix](#_Toc534191277)

[ABSTRACT xi](#_Toc534191278)

[KATA PENGANTAR xiii](#_Toc534191279)

[DAFTAR ISI xv](#_Toc534191280)

[DAFTAR GAMBAR xix](#_Toc534191281)

[DAFTAR TABEL xxi](#_Toc534191282)

[DAFTAR KODE SUMBER xxiii](#_Toc534191283)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc534191284)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc534191285)

[1.2 Rumusan Permasalahan 2](#_Toc534191286)

[1.3 Batasan Permasalahan 2](#_Toc534191287)

[1.4 Tujuan 3](#_Toc534191288)

[1.5 Manfaat 4](#_Toc534191289)

[1.6 Metodologi 4](#_Toc534191290)

[1.7 Sistematika Penulisan 5](#_Toc534191291)

[BAB II DASAR TEORI 7](#_Toc534191292)

[2.1 Cuaca dan Iklim 7](#_Toc534191293)

[2.2 *El Nino-Southern Oscillation* (ENSO) 7](#_Toc534191294)

[*2.3* *Bahasa R* 7](#_Toc534191295)

[*2.4* *Keras* 8](#_Toc534191296)

[2.5 *Multivariate Time Series* (MTS) 8](#_Toc534191297)

[2.6 *Detrended Parcial Cross-Correlation Analysis* (DPCCA) 9](#_Toc534191298)

[2.7 *Long Short Term Memories* (LSTM) 11](#_Toc534191299)

[2.8 RMSprop 12](#_Toc534191300)

[*2.9* *Categorical Cross-Entropy* 13](#_Toc534191301)

[BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM 15](#_Toc534191302)

[3.1 Analisis Metode Secara Umum 15](#_Toc534191303)

[3.2 Perancangan Data 16](#_Toc534191304)

[3.2.1. Spatio Temporal 17](#_Toc534191305)

[3.2.2. Data *Training* 17](#_Toc534191306)

[3.2.3. Data *Testing* 18](#_Toc534191307)

[3.3 Perancangan Proses 18](#_Toc534191308)

[3.3.1. Metode DPCCA 18](#_Toc534191309)

[3.3.2. Metode LSTM 20](#_Toc534191310)

[BAB IV IMPLEMENTASI 21](#_Toc534191311)

[4.1 Lingkungan Implementasi 21](#_Toc534191312)

[4.2 Implementasi Proses 21](#_Toc534191313)

[4.2.1. Implementasi Metode *Moving Average* 22](#_Toc534191314)

[4.2.2. Implementasi Metode *Support Vector Regression* 23](#_Toc534191315)

[4.2.3. Implementasi Metode *Support Vector Regression – Genetic Algorithm* 26](#_Toc534191316)

[4.2.4. Implementasi Metode *Support Vector Regression – Particle Swarm Optimization* 31](#_Toc534191317)

[BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI 33](#_Toc534191318)

[5.1 Lingkungan Pengujian 33](#_Toc534191319)

[5.2 Data Uji Coba 33](#_Toc534191320)

[5.3 Skenario Uji Coba 33](#_Toc534191321)

[5.4 Skenario Pengujian 1 36](#_Toc534191322)

[5.4.1. Skenario Pengujian 1.1 37](#_Toc534191323)

[5.4.2. Skenario Pengujian 1.2 38](#_Toc534191324)

[5.4.3. Skenario Pengujian 1.3 39](#_Toc534191325)

[5.4.4. Skenario Pengujian 1.4 40](#_Toc534191326)

[5.5 Skenario Pengujian 2 41](#_Toc534191327)

[5.5.1. Skenario Pengujian 2.1 41](#_Toc534191328)

[BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 44](#_Toc534191329)

[6.1. Kesimpulan 44](#_Toc534191330)

[6.2. Saran 45](#_Toc534191331)

[DAFTAR PUSTAKA 46](#_Toc534191332)

[LAMPIRAN 48](#_Toc534191333)

[BIODATA PENULIS 56](#_Toc534191334)

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2. 1 Contoh data time series yang diperoleh dari Climexp pada tahun 1987-2016 9](#_Toc534190548)

[Gambar 2. 2 Dendogram CCF antara curah hujan dan temperatur 10](#_Toc534190549)

[Gambar 2. 3 Modul berulang dalam LSTM 11](#_Toc534190550)

[Gambar 3. 1 Diagram alir implementasi metode secara umum 16](#_Toc534190574)

[Gambar 3. 2 Stacked layer LSTM 20](#_Toc534190575)

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# DAFTAR TABEL

[Tabel 3. 1 Jarak antar stasiun 17](#_Toc534190627)

[Tabel 3. 2 Detil jumlah baris dan kolom data training 18](#_Toc534190628)

[Tabel 3. 3 Detil jumlah baris dan kolom data testing 18](#_Toc534190629)

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# DAFTAR KODE SUMBER

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# BAB I PENDAHULUAN

## Latar Belakang

PT Telkom Indonesia terutama Regional V Surabaya sangatlah mawas dengan perkembangan teknologi yang ada. PT Telkom bukan lagi perusahaan telekomunikasi yang menyediakan layanan telepon jaringan tetap atau telepon kabel, tetapi kini menjadi penyedia jasa dan jaringan telekomunikasi secara lengkap. Sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang informasi dan komunikasi, sudah selayaknya PT Telkom menerapkan teknologi dalam menjalankan bisnis. Seperti halnya pentingnya penerapan teknologi pada Divisi *Government and Enterprise Service* (GES). Divisi GES adalah divisi yang memiliki peran sebagai penghubung dan mengatur kesepakatan penjualan antara *client* yang membutuhkan barang atau jasa (pengadaan barang dan jasa), dengan vendor-vendor yang menyediakan barang atau jasa, seperti PT Sigma Cipta Caraka (TelkomSigma), PT Administrasi Medika (AdMedika), PT Finnet Indonesia (Finnet), dsb. Perusahaan-perusahaan tersebut merupakan mitra kerja PT Telkom. Sebagai contoh, ITS (sebagai *client*) membutuhkan 300 *server* dengan spesifikasi 2x800W 32GB 2TB SAS, dengan kisaran harga di pasaran Rp. 120.000.000 - Rp. 140.000.000 (Sumber: bukalapak.com) tentunya baik dari pihak ITS dan PT Telkom tidak akan serta merta memberikan uang dan barang begitu saja karena harga yang sangat tinggi. Maka dari itulah peran dari divisi GES ini, sebagai penimbang apakah suatu proyek layak untuk dikerjakan atau tidak, dan berapa banyak profit yang bisa didapatkan.

Justifikasi merupakan proses pembuatan izin prinsip proyek (yang selanjutnya disebut P0) untuk melakukan pengajuan justifikasi kebutuhan barang dan atau jasa (yang selanjutnya disebut P1). Setiap proyek yang masuk ke dalam PT Telkom, akan selalu melewati tahap P0 dan P1 hingga sampai pengadaan barang dan jasa selesai (bisa dalam bentuk barang atau jasa yang siap digunakan *client*). Namun karena keterbatasan prosedur bisnis perusahaan (SOP), sistem pengadaan barang dan jasa yang seharusnya melewati banyak proses, yang akan dibuat hanya untuk pengajuan justifikasi saja yaitu tahap P0 dan P1 dari serangkain proses yang ada hingga proyek selesai.

Dalam proses justifikasi sendiri melibatkan beberapa *stakeholder*, yaitu *Account Manager* (AM), *Sales Engineer* (SE), *Bidding*, *Manager*, *Deputy*, dan *General Manager* (GM). *Account Manager* (AM) berperan sebagai pembuat justifikasi, AM lah yang bertemu dan melakukan negosiasi dengan *client*, lalu membuat izin pronsip proyek yang selanjutnya akan dibuat proses pengajuan justifikasi. *Sales Engineer* (SE) berperan sebagai penimbang untung atau rugi-nya dan layak atau tidak-nya suatu proyek, namun bisa jadi SE melakukan pekerjaan seperti AM, mengajukan proses justifikasi dan melakukan negosiasi kepada *client*. Bidding berperan sebagai penimbang dalam segi hukum untuk legalitas proyek. *Manager*, *Deputy* dan *General Manager* berperan sebagai pemberi persetujuan dan memberikan revisi untuk ditindak lanjuti karena seluruh *stakeholder* ikut mengawasi jalannya proyek.

Berdasarkan *survey* yang telah dilakukan, sistem yang sudah ada hanyalah sistem untuk mengelola pengajuan justifikasi saja (berupa web yang mengatur *create, update*, *delete* CRUD dari pengajuan justifikasi), belum ada pengolahan data apabila *Account Manager* membuat pengajuan justifikasi dengan nilai harga dan masa kontrak yang telah ditentukan apakah akan untung, dan seberapa banyak untung untuk PT Telkom sedangkan PT Telkom masih harus berbagi hasil dengan mitra yang ikut serta dalam proyek dan bahkan mungkin bisa lebih dari satu mitra yang ikut serta dalam satu proyek. Maka dari itu, dibuatlah Sistem Informasi Pengajuan Justifikasi yang dapat memberi rekomendasi kepada Sales Engineer dalam proses pembuatan keputusan apakah suatu proyek layak untuk dikerjakan. Dalam proses mengolah data itu, digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) agar mendapatkan hasil yang akurat. Selain itu, sistem juga akan mengekspor laporan dalam bentuk *word* .docx agar *Account Manager* tidak perlu kerja dua kali, setelah menyimpan data dalam *database* masih harus membuat laporan dalam bentuk *word*. Sistem juga akan memberikan notifikasi melalui Bot Telegram tentang justifikasi apa saja yang sedang dalam proses pembuatan dan Bot Telegram juga berperan sebagai *reminder deadline* masa kontrak. Dengan adanya Sitem Informasi Pengajuan Justifikasi ini diharapkan akan membantu karyawan PT Telkom divisi GES dalam mengelola pengajuan justfifikasi sehingga dapat memudahkan karyawan untuk mengelola sistem secara mandiri.

## Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pembuatan Rancang Bangun Aplikasi Platform Online untuk Rekomendasi Persetujuan Pengajuan Justifikasi Berbasis Web?
2. Bagaimana aplikasi ini dapat memberikan rekomendasi persetujuan kepada *Sales Engineer* SE atas pengajuan justifikasi menggunakan metode AHP?
3. Bagaimana aplikasi ini dapat mengirimkan notifikasi dan *reminder* melalui aplikasi Telegram?
4. Bagaimana aplikasi ini dapat mengekspor data dalam database menjadi laporan dalam bentuk format docx?

## Batasan Permasalahan

Untuk menghindari meluasnya materi pembahasan tugas akhir, maka permasalahan dalam tugas akhir ini dibatasi mencakup hal berikut:

1. Arsitektur perangkat lunak yang digunakan adalah Model-View-Controller dengan *framework* Laravel, Bahasa PHP dan *database* SQL.
2. Sistem pengajuan justifikasi hanya digunakan oleh PT Telkom Divisi GES.
3. Data yang ujikan hanyalah data *artificial*.
4. Pengujian dilakukan dengan minimal 3 karyawan PT Telkom Divisi GES.

## Tujuan

Beberapa tujuan yang diharapkan dapat dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pembuatan Rancang Bangun Aplikasi Platform Online untuk Rekomendasi Persetujuan Pengajuan Justifikasi Berbasis Web.
2. Aplikasi ini dapat memberikan rekomendasi persetujuan kepada Sales Engineer SE atas pengajuan justifikasi menggunakan metode AHP.
3. Aplikasi ini dapat mengirimkan notifikasi dan reminder melalui aplikasi Telegram.
4. Aplikasi ini dapat mengekspor data dalam database menjadi laporan dalam bentuk format docx.

## Manfaat

Setelah pembuatan tugas akhir rancang bangun pengajuan justifikasi ini, diharapkan dapat memberikan manfaat yang dapat dirasakan langsung maupun tidak langsung bagi pihak-pihak yang terkait. Beberapa manfaat langsung yang diharapkan didapat dari pembuatan tugas langsung ini adalah terkelola dengan baik pengajuan justifikiasi yang masuk ke dalam PT Telkom. Dengan adanya rancang bangun ini, *Sales Engineer* dapat terbantu dalam pembuatan keputusan untuk memberi persetujuan apakah suatu proyek dapat dikerjakan atau tidak. Selain itu, *Account Manager* dan karyawan lainnya bisa meminimalisasi pekerjaan, tidak perlu lagi melakukan pekerjaan dua kali (memasukkan di database dan membuat report dalam bentuk *word*).

## Metodologi

Usulan tugas akhir ini berisi tentang deskripsi pendahuluan dari tugas akhir yang akan dibuat. Pendahuluan ini terdiri atas hal yang menjadi latar belakang diajukannya usulan tugas akhir, rumusan masalah yang diangkat, batasan masalah, tujuan, dan manfaat dari pembuatan tugas akhir. Selain itu dijabarkan pula tinjauan pustaka yang digunakan sebagai referensi pendukung pembuatan tugas akhir. Kemudian pada sub bab metodologi berisi penjelasan mengenai tahapan penyusunan tugas akhir mulai dari penyusunan proposal hingga penyusunan buku tugas akhir. Terdapat pula sub bab jadwal kegiatan yang menjelaskan jadwal pengerjaan tugas akhir. Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. **Studi literatur**

Pada studi literatur ini akan dipelajari sejumlah referensi yang relevan terhadap tugas akhir yang akan dikerjakan. Studi literatur ini didapatkan dari buku, internet serta materi-materi kuliah yang berhubungan dengan metode yang akan digunakan. Hal-hal yang akan dipelajari yaitu mengenai metode pembobotan terutama (AHP), serta framework Laravel.

1. **Analisis dan desain metode**

Adapun pembagian tahap Analisa kebutuhan dan perancangan dari kerangka kerja sistem informasi pemberi rekomendasi pengajuan justifikasi sebagai berikut:

1. Mempelajari kebutuhan umum teori AHP dan kebutuhan software pembangun aplikasi seperti laravel dan JSON secara garis besar.
2. Mempelajari bentuk rekomendasi bentuk proyek yang dianggap layak sebagai peninjau umum.
3. Merancang sistem pemberi rekomendasi pada aplikasi. Pada tahap ini dilakukan perancangan diagram kasus menggunakan dan basis data dalam bentuk *physical data model* dan *conceptual data model*.
4. **Implementasi**

Pengembangan dari metode yang akan dibuat pada tugas akhir ini akan menggunakan Bahasa pemrograman PHP dengan *framework* Laravel dan penggunaan JSON dengan sistem basis data SQL.

1. **Pengujian dan evaluasi**

Pengujian sistem ini dilakukan dengan metode *blackbox*. Pengujian *blackbox* merupakan pengujian untuk mengetahui apakah semua fungsi perangkat lunak telah berjalan semestinya sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan.

1. **Penyusunan buku Tugas Akhir**

Pada tahap ini dilakukan proses dokumentasi dan pembuatan laporan dari seluruh konsep, tinjauan pustaka, metode, implementasi, proses yang telah dilakukan, pengujian, evaluasi dan hasil-hasil yang telah didapatkan selama pengerjaan tugas akhir. Sistemika penulisan buku tugas akhir secara garis besar antara lain:

**Bab I Pendahuluan**

Bab ini berisi latar belakang masalah, tujuan dan manfaat pembuatan tugas akhir, permasalahan, batasan masalah, metodologi yang digunakan, dan sistematika penyusunan tugas akhir.

**Bab II Dasar Teori**

Bab ini menjelaskan beberapa teori yang dijadikan penunjang dan berhubungan dengan pokok pembahasan yang mendasari pembuatan tugas akhir.

**Bab III Analisis dan Perancangan Sistem**

Bab ini membahas mengenai perancangan sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem meliputi perancangan data dan alur proses dari sistem itu sendiri.

**Bab IV Implementasi**

Bab ini berisi implementasi dari perancangan sistem yang telah ditentukan sebelumnya.

**Bab V Pengujian dan Evaluasi**

Bab ini membahas pengujian dari metode yang ditawarkan dalam tugas akhir untuk mengetahui kesesuaian metode dengan data yang ada.

**Bab VI Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Bab ini juga membahas saran-saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

**Daftar Pustaka**

Merupakan daftar referensi yang digunakan untuk mengembangkan tugas akhir.

**Lampiran**

Merupakan bab tambahan yang berisi data atau daftar istilah yang penting pada tugas akhir ini.

# BAB II DASAR TEORI

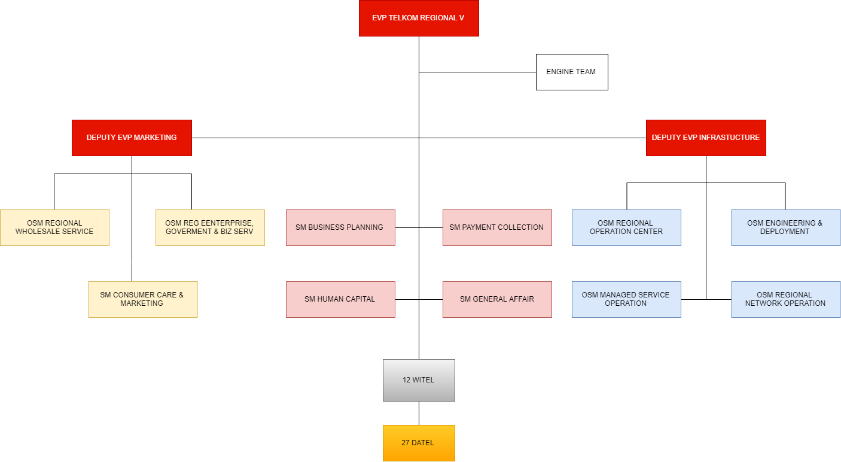
Bab ini membahas teori-teori yang menjadi dasar pembuatan tugas akhir.

## PT Telkom

PT Telkom Indonesia, Tbk. adalah sebuah perusahaan yang termasuk dalam Badan Umum Milik Negara (BUMN). Perusahaan ini bergerak di bidang jasa layanan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dan jaringan telekomunikasi di Indonesia. PT Telkom mengimplementasikan strategi bisnis dan operasional perusahaan yang berorientasi kepada pelanggan (customer-oriented) dalam upaya bertransformasi menjadi digital telecommunication company. Saat ini Telkom mengelola 6 produk portofolio (Mobile, Fixed, Wholesale & International, Network Infrastructure, Enterprise Digital, dan Consumer Digital) yang melayani 4 segmen konsumen, yaitu korporat, perumahan, perorangan, dan segmen konsumen lainnya.[1]

## Divisi PT Telkom

Regional V Jatim merupakan divisi Telkom Indonesia yang berada di Jl. Ketintang No. 156. Surabaya Timur 60231. Jawa Timur. Sedangkan divisi yang ada dalam Regional V Jatim sebagai berikut:



Gambar 8- 1 Struktur Organisasi PT Telkom Regional V

## Justifikasi

Justifikasi adalah pembenaran sekaligus merupakan alasan, pertimbangan, bukti atau fakta yang mebuat tindakan atau keputusan yang diambil menjadi wajar atau benar. Dalam hal ini, justifikasi digunakan sebagai proses awal PT Telkom untuk mengajukan proyek terhadap *client*. [2]

## Proses Bisnis P0 & P1

P0 merupakan salah satu proses bisnis yang terjadi saat *Account Manager* akan mengatasi sebuah proyek. Dalam tahap ini, *Account Manager* membuat izin prinsip proyek yang selanjtnya akan dibuat *draft* pengajuan kebutuhan proyek.

P1 merupakan proses yang dilakukan bersamaan dengan P0, pada tahap ini proyek telah mencapai tahap persetujuan *draft* kontrak proyek yang akan dikerjakan dengan *client*, telah dituliskan semua aspek kebutuhan proyek dan selanjutnya akan dipertimbangkan keuntungan atau kerugiannya dalam mengambil proyek tersebut sesuai dengan persetujuan pejabat PT Telkom setempat.

## Metode Pembobotan AHP

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) Adalah metode untuk memecahkan suatu situasi yang komplek tidak terstruktur kedalam beberapa komponen dalam susunan yang hirarki, dengan memberi nilai subjektif tentang pentingnya setiap variabel secara relatif, dan menetapkan variabel mana yang memiliki prioritas paling tinggi guna mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Dalam hal ini, metode AHP digunakan untuk memberikan rekomendasi apakah suatu proyek layak untuk diterima/dikerjakan dengan aspek-aspek yang ada. [3]

## Pemrograman Web

Aplikasi web adalah aplikasi yang mengunakan teknologi browser untuk menjalankan aplikasi dan diakses melalui jaringan komputer (Remick, 2011). Sedangkan pemrograman web adalah pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi web. [4]

## Laravel

Laravel adalah kerangka kerja aplikasi web dengan sintaks yang ekspresif, jelas dan menghemat waktu yang bertujuan untuk membuat proses pengembangan tanpa mengorbankan fungsionalitas aplikasi. Laravel bekerja dengan konsep MVC (model-view-controller) yang merupakan pengembangan website berbasis MVP (model-view-presenter) yang ditulis dalam PHP yang dirancang untuk meningkatkan kualitas perangkat lunak. MVC adalah sebuah logika aplikasi yang berdasarkan komponen-komponen, seperti: manipulasi data (model), controller, dan user interface. [5]

* Model, mewakili struktur data, yang berfungsi untuk membantu pengolahan basis data, sehingga seperti sesuatu yang dapat menghubungkan dengan database sistem.
* View, bagian yang mengatur tampilan untuk pengguna (user interface). Menghasilkan halaman-halaman yang biasa dilihat oleh pengguna, yaitu halaman web.
* Controller, bagian yang menghubungkan antara model dan view.

## Telegram

Telegram adalah sebuah aplikasi layanan pengirim pesan instan multiplatform berbasis *cloud* yang bersifat gratis dan nirlaba. Klien Telegram tersedia untuk perangkat telepon seluler (Android, iOS, Windows Phone, Ubuntu Touch) dan sistem perangkat komputer (Windows, OS X, Linux). Para pengguna dapat mengirim pesan dan bertukar foto, video, stiker, audio, dan tipe berkas lainnya. Telegram juga menyediakan pengiriman pesan ujung ke ujung terenkripsi opsional.[6]

## Bot Telegram

Bot API (Application Programming Interface) memungkinkan program yang menggunakan pesan Telegram untuk sebuah antarmuka. Telegram API memungkinkan untuk membangun klien Telegram sendiri yang dapat disesuaikan. Untuk menggunakan API ini, pengguna tidak perlu tahu apa-apa tentang bagaimana *protocol* enkripsi MTProto Telegram berfungsi, *server* perantara pihak Telegram sendiri yang akan menangani semua enkripsi dan komunikasi dengan Telegram API. Pengguna berkomunikasi dengan server ini melalui antarmuka HTTPS yang ditawarkan versi sederhananya dari Telegram API.[7]

## Long Polling

Long Polling merupakan salah satu jenis metode dalam menggunakan Telegram API. Long polling merupakan variasi tradisional dari teknik polling biasa, akan tetapi memungkinkan untuk meniru mekanisme push dalam keadaan di mana push yang sesungguhnya tidak mungkin, seperti situs dengan kebijakan keamanan yang membutuhkan penolakan permintaan HTTP/S yang masuk. Dalam hal ini API ini digunakan untuk mengirimkan notifikasi kepada Bot Telegram.[8]

## PHP Word

PHPWord adalah library yang disediakan di dalam Laravel yang ditulis dalam PHP yang menyediakan sekumpulan kelas untuk ditulis dan dibaca dari berbagai format file dokumen. Versi PHPWord saat ini (0.14) mendukung Microsoft Office Open XML (OOXML atau OpenXML), OASIS Open Document Format for Office Applications (OpenDocument atau ODF), dan Rich Text Format (RTF). Dalam hal ini, PHPWord digunakan untuk mengekspor laporan pengajuan justifikasi dalam bentuk docx.[9]

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

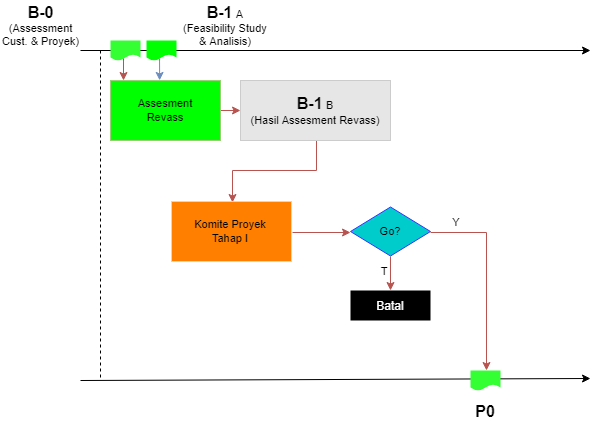
Pada bab ini akan dibahas analisis dan perancangan perangkat lunak dari sistem rekomendasi pengajuan justifikasi ini. Hasil dari proses ini berupa diagram yang akan digunakan sebagai acuan untuk proses implementasi perangkat lunak. Selain digunakan sebagai acuan untuk proses selanjutnya, beberapa diagram hasil dari proses perancangan digunakan sebagai dokumentasi dari implementasi perangkat lunak. Diagram yang dihasilkan pada proses ini disajikan dalam bentuk *Unified Modelling Language* (UML).

## Analisis

Analisis meliputi analisis domain permasalahan, pendeskripsian perangkat lunak secara umum, penggambaran dan penjelasan kasus penggunaan dalam bentuk diagram kasus penggunaan, dan penggambaran dan penjelasan alur aktivitas tiap kasus penggunaan dalam bentuk diagram aktivitas.

### Analisis Permasalahan

Proses bisnis yang terjadi untuk mengajukan sebuah justifikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.1-1**. Proses bisnis dimulai dari **B-0**, yaitu penilaian dan pemilihan proyek mana yang akan diambil. Setelah itu pada tahap **B-1**A *Account Manager* akan menguji kelayakan dan menganalisa kebutuhan proyek, setelah itu hasil dari **B-1**A dibawa ke komite proyek pada tahap **B-1**B, jika hasil tersebut disetujui maka *Account Manager* dapat mengajukan justifikasi kepada PT Telkom dalam bentuk **P0**. **P0** merupakan tahap dimana *Account Manager* telah mencapai tahap persetujuan *draft* kontrak proyek yang akan dikerjakan dengan komite proyek, dan selanjutnya akan dipertimbangkan keuntungan atau kerugiannya dalam mengambil proyek tersebut sesuai dengan persetujuan pejabat PT Telkom setempat.



Tabel 3. 1 Jarak antar stasiun

### Deskripsi Umum Sistem

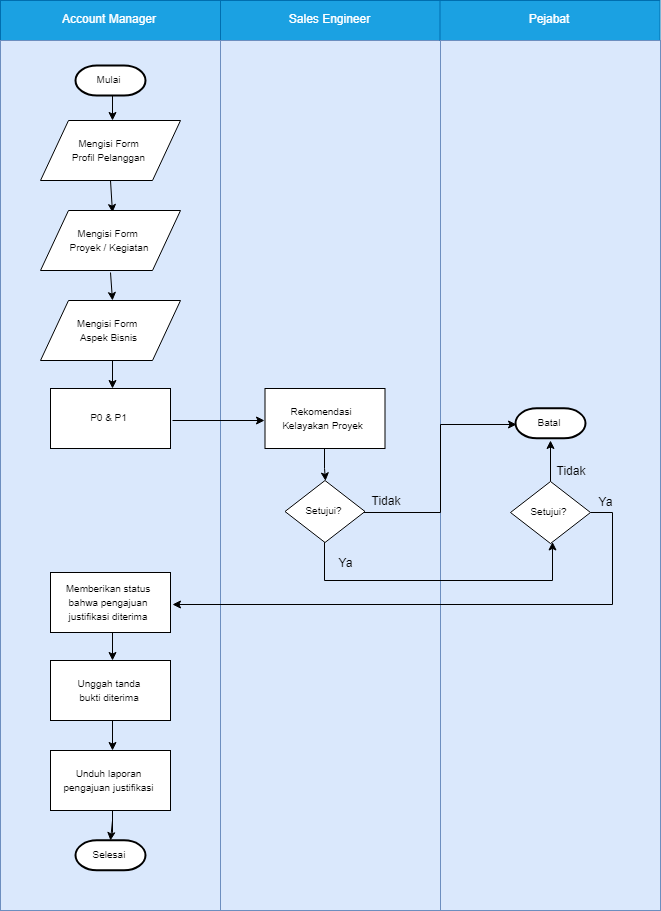
Sistem Informasi Pengajuan Justifikasi merupakan sistem informasi berbasis web untuk memudahkan dalam mengajukan justifikasi. *Stakeholder* yang terlibat dalam proses bisnis ini antara lain adalah karyawan Telkom divisi *Government and Enterprise Service* (GES). Semua karyawan baik *Account Manager* (AM), *Sales Engineering* (SE), *Bidding*, *Manager, Deputy*, dan *General Manager* (GM) dapat mengawasi proses pengajuan justifikasi.

Pengajuan justifikasi menentukan mitra PT Telkom mana yang akan menjadi pelaksana kegiatan/penyedia barang dan atau jasa beserta pembagian keuntungan antara mitra dan Telkom, dimana mitra yang ikut serta bisa lebih dari satu. Nilai dan panjang masa kontrak juga ditentukan berdasarkan jumlah item yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan yang terkait.

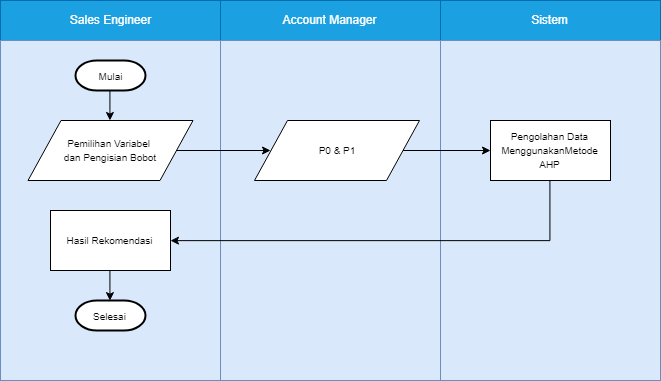
Tiap karyawan dapat melihat *detail* pengajuan justifikasi, namun untuk pengajuan dan penindaklanjutan justifikasi pengadaan barang dan jasa hanya dilakukan oleh AM dan SE. Setelah AM dan SE mengisi seluruh detail pengajuan justifikasi, atasan akan memeriksa justifikasi yang diajukan kemudian memberikan revisi dan persetujuan untuk ditindaklanjuti.

Proses bisnis dimulai usulan pengadaan proyek dari *client*, lalu *Account Manager* akan melakukan penilaian dan pemilihan proyek mana yang akan diambil. Setelah itu, *Account Manager* akan menguji kelayakan dan menganalisa kebutuhan proyek, setelah itu hasil Analisa dibawa ke komite proyek tahap 1, jika hasil tersebut disetujui maka *Account Manager* dapat mengajukan justifikasi kepada PT Telkom dalam bentuk P0 dan P1. Pejabat yang dimaksudkan adalah *Sales Manager* (SE), *Bidding*, *Manager*, *Deputy* dan *General Manager* (GM).

Sedangkan proses sistem yang terjadi untuk mengajukan sebuah justifikasi dapat dilihat pada Gambar 9-1 berikut ini. Diasumsikan user telah melakukan *register* dan *login* sebagai *Account Manager*. Dalam pembuatan pengajuan justifikasi terdapat 3 form yaitu form profil pelanggan, proyek dan aspek bisnis. Form profil pelanggan berisi profil dari *client*, form proyek berisi detil proyek yang akan dikerjakan dan form aspek bisnis meliputi harga penjualan dan beban mitra yang terkait. Setelah mengisi form yang ada, *Sales Engineer* akan mendapatkan rekomendasi untuk kelayakan proyek tersebut dikerjakan atau tidak, dan memberikan persetujuan atas pengajuan justifikasi tersebut. Pejabat yang dimaksudkan pada Gambar 9-1 ialah *Bidding*, *Manager*, *Deputy* dan *General Manager* (GM). Sistem tidak akan menyediakan konfirmasi persetujuan melalui sistem informasi, karena konfirmasi persetujuan masih membutuhkan tanda tangan. Jadi, setelah para pejabat memberikan persetujuan (berupa tanda tangan), selanjutnya Account Manager mengunggah bukti persetujuan ke dalam sistem informasi. Dan diakhir proses, Account Manager dapat mengunduh laporan dalam bentuk word.



Proses bagaimana sistem dapat memberikan rekomendasi apakah suatu proyek layak untuk diadakan atau tidak dijelaskan dalam Gambar 9-2.



Diasumsikan User sudah melakukan *login* dengan otoritas masing-masing. *Sales Engineer* (SE) menentukan terlebih dahulu variabel apa saja yang akan dijadikan parameter untuk pembobotan. Variabel-variabel yang dimaksudkan adalah atribut yang ada dalam aspek bisnis, seperti Harga Jual, Beban Mitra, Masa Kontrak, Tanggal Penggunaan, *Ready For Service* dsb. Setelah SE menentukan atribut apa saja yang akan dijadikan parameter, selanjutnya SE mengisi bobot dengan value. SE masih bisa merubah nilai bobot dan atribut apa saja yang dijadikan parameter kapanpun. SE dapat melihat rekomendasi kelayakan proyek setelah *Account Manager* melakukan input P0&P1, sistem yang akan mengkalkulasi secara otomatis dari data P0&P1 dengan bobot yang telah ditentukan.

### Spesifikasi Kebutuhan Perangkat Lunak

Kebutuhan fungsional dalam aplikasi ini menjelaskan bagaimana sistem itu bekerja. Kebutuhan fungsional dari aplikasi Rekomendasi Pengajuan Justifikasi dijelaskan dalam **Tabel 3.2.2** berikut,

***Tabel 3.2.2***Kebutuhan Fungsional

| **Kode Kebutuhan** | **Deskripsi kebutuhan** |
| --- | --- |
| SKPL-F01 | *Account Manager* dan *Sales Engineering* dapat mengelola pengajuan justifikasi |
| SKPL-F02 | *Sales Engineering* dapat menghapus pengajuan justifikasi |
| SKPL-F03 | *Account Manager* dan *Sales Engineering* dapat menyetujui pengajuan justifikasi |
| SKPL-F04 | *Account Manager* dan *Sales Engineering* dapat memberikan keterangan gagal pengajuan justifikasi |
| SKPL-F05 | *Account Manager* dan *Sales Engineering* dapat mengelola data mitra |
| SKPL-F06 | *Account Manager* dan *Sales Engineering* dapat mengelola data pengguna |
| SKPL-F07 | *Account Manager* dan *Sales Engineering* dapat mengelola data pejabat pada Witel (Wilayah Telkom) yang berbeda |
| SKPL-F08 | Semua karyawan dapat melihat *history* pengajuan justifikasi |
| SKPL-F09 | Sistem dapat mengirim notifikasi tentang persetujuan dan pembatalan pengajuan justifikasi melalui aplikasi Telegram |

Untuk lebih rincinya dapat dilihat sebagai berikut:

1. **Membuat pengajuan justifikasi**

*Account Manager* dan *Sales Engineering* yang sudah terdaftar pada sistem dapat membuat pengajuan justifikasi baru dengan mengisi formulir justifikasi.

1. **Mengubah pengajuan justifikasi yang telah dibuat**

*Account Manager* dan *Sales Engineering* yang sudah terdaftar pada sistem dapat mengubah pengajuan justifikasi yang telah dibuat.

1. **Memperbarui status pengajuan**

*Account Manager* dan *Sales Engineering* yang sudah terdaftar pada sistem dapat menyetujui pengajuan justifikasi yang telah dibuat atau memberi keterangan bahwa proyek telah batal.

1. **Mengelola parameter bobot AHP**

*Sales Engineering* yang sudah terdaftar pada sistem dapat menentuka variabel mana saja yang akan dijadikan bobot dan menentukan bobotnya.

1. **Melihat rekomendasi kelayakan proyek**

*Sales Engineering* yang sudah terdaftar pada sistem dapat melihat hasil rekomendasi berdasarkan bobot yang telah ditentukan dengan inputan data proyek.

1. **Mengunduh laporan pengajuan justifikasi**

Semua karyawan yang sudah terdaftar pada sistem sebagai pengguna dapat mengunduh laporan pengajuan justifikasi yang telah disetujui.

# BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini membahas implementasi dari perancangan sistem sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk implementasi sistem adalah bahasa pemrograman R.

## Lingkungan Implementasi

Lingkungan implementasi sistem yang digunakan untuk mengembangkan tugas akhir ini memiliki spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1.

|  |  |
| --- | --- |
| **Perangkat** | **Spesifikasi** |
| Perangkat Keras | * Prosesor: Intel® Core™ i5-7500U CPU @ 2.70GHz (4 CPUs), ~2.9GHz * Memori: 8192MB |
| Perangkat Lunak | * Sistem Operasi   Microsoft Windows 10 64-bit   * Perangkat Pengembang   R Studio 64bit   * Perangkat Pembantu   Microsoft Excel 2016, Microsoft Word 2016, Microsoft Power Point 2016, Snipping Tools |

Tabel 4. 1 Tabel spesifikasi perangkat

## Implementasi Proses

Implementasi proses dilakukan berdasarkan perancangan proses yang dijelaskan pada bab analisis dan perancangan. Untuk implementasi pada semua metode, *file* yang dibaca di dalam program tergantung dari skenario data yang sedang dijalankan. Berikut adalah daftar dari nama *file* berdasarkan sebelum dilakukan seleksi fitur:

|  |  |
| --- | --- |
| **Stasiun** | **File** |
| Perak 1 | csv-harian-perak1.csv |
| Perak 2 | csv-harian-perak2.csv |
| Juanda | csv-harian-juanda.csv |

Tabel 4. 2 Tabel nama file csv sebelum dilakukan seleksi fitur

Berikut adalah daftar dari nama *file* berdasarkan hasil sesudah dilakukan seleksi fitur:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Stasiun** | ***Linier*** | ***Non-Lininer*** |
| Perak 1 | opt.3perak1-linier.csv | opt.3perak1-nonlinier.csv |
| Perak 2 | opt.3perak2-linier.csv | opt.3perak2-nonlinier.csv |
| Juanda | opt.3juanda-linier.csv | opt.3juanda-nonlinier.csv |
| Gabungan 3 Lokasi | opt.3lokasi-linier.csv | opt.3lokasi-nonlinier.csv |

Tabel 4. 3 Tabel nama file csv sesudah dilakukan seleksi fitur

### Implementasi Metode *DPCCA*

### Implementasi Metode *Long Short Term Memories*

Dalam mengimplementasikan metode *Long Short Term Meories* (LSTM), digunakan pustaka *keras* dan *tensorflow* untuk membuat model LSTM menggunakan data *training*.Prediksi dilakukan terhadap data *testing* lalu dihitung nilai MAPE, RMSE, MAE, dan R2 dari setiap percobaan.

Fungsi yang diberi nama *SVRTEST* ini memerlukan parameter C dan ɛ sebagai masukan. Nilai ɛ yang dimasukkan sebelumnya dikalikan dengan 100.000 agar memiliki besaran yang tidak jauh berbeda dengan C saat uji coba. Pada implementasi nilai *x(1)* menunjukkan nilai C dan nilai *x(2)* menunjukkan nilai ɛ. Jumlah dan nama fitur yang ada di dalam fungsi bergantung dari jumlah fitur yang sedang diuji coba. Nama *kernel* diubah-ubah sesuai dengan *kernel* yang sedang digunakan dalam uji coba. Kode Sumber 4.3, Kode Sumber 4.4, dan Kode Sumber 4.5 menunjukkan pengimplementasian dari metode SVR.

|  |  |
| --- | --- |
| 01  02  03  04  05  06  07  08  09  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  53  54  55  56  57  58  59  60  61  62  63  64  65  66  67  68  69  70  71  72  73  74  75  76  77  78  79  80  81  82  83  84  85  86  87  88  89  90  91  92  93  94  95  96  97  98  99  100  101  102  103  104  105  106  107  108  109  110  111  112  113  114  115  116 | library**(**tibble**)**  library**(**keras**)**  library**(**tensorflow**)**  library**(**ggplot2**)**  # prepare data  setwd**(**"D:/Kuliah/TA/workspace"**)**  load**(**"D:/Kuliah/TA/workspace/a\_lstm\_barubaru.RData"**)**  data **<-** read.csv**(**"opt.3perak1-linier-2.csv", header **=** **TRUE**, sep **=** ","**)**  data **<-** read.csv**(**"opt.3perak2-linier-2.csv", header **=** **TRUE**, sep **=** ","**)**  data **<-** read.csv**(**"opt.3juanda-linier-2.csv", header **=** **TRUE**, sep **=** ","**)**  data**[**is.na**(**data**)]** **<-** 0  data **<-** data.matrix**(**data**[**,**-**1**])**  target **<-** read.csv**(**"csv-harian-perak1.csv", header **=** **TRUE**, sep **=** ","**)**  target **<-** read.csv**(**"csv-harian-perak2.csv", header **=** **TRUE**, sep **=** ","**)**  target **<-** read.csv**(**"csv-harian-juanda.csv", header **=** **TRUE**, sep **=** ","**)**  target **<-** data.matrix**(**target**[**,8**])**  target**[**is.na**(**target**)]** **<-** 0  data **<-** cbind**(**data,target**)**  head**(**data**)**  N **=** nrow**(**data**)**  p **=** ncol**(**data**)**  # bagi banyak training testing  n **=** round**(**N **\***0.8, digits **=** 0**)**  m **=** N **-** n  # normalisasi  data **<-** **(**data **-** min**(**data**))** **/** **(**max**(**data**)** **-** min**(**data**))**  x\_train **=** data.matrix**(**data**[**1**:**n, 1**:**p**])**  y\_train **<-** array\_reshape**(**x **=** x\_train, dim **=** list**(**n, 1, p**))**  x\_test **=** data.matrix**(**data**[(**n**+**1**):**N, **])**  y\_test **<-** array\_reshape**(**x **=** x\_test, dim **=** list**(**m, 1, p**))**  # constants  units **=** 32  timesteps **=** 1  # define and compile model  # expected input data shape: (batch\_size, timesteps, feature)  # stacked lstm sequence  model **<-** keras\_model\_sequential**()**  model %>%  layer\_lstm**(**units, return\_sequences **=** **TRUE**, input\_shape **=** c**(**timesteps, p**))** %>%  layer\_lstm**(**units, return\_sequences **=** **TRUE)** %>%  layer\_lstm**(**units**)** %>%  layer\_dense**(**units, activation **=** 'softmax'**)**  # compile  rm**(**model**)**  # 1. rmsprop - categorical  model %>% compile**(**  loss **=** 'categorical\_crossentropy',  optimizer **=** 'rmsprop',  metrics **=** c**(**'accuracy'**)**  **)**  # 2. adam - mse  model %>% compile**(**  loss **=** 'mean\_squared\_error',  optimizer **=** optimizer\_adam**(** lr**=** 0.02, decay **=** 1e**-**6 **)**,  metrics **=** c**(**'accuracy'**)**  **)**  # 3. rmsprop - mae  model %>% compile**(**  loss **=** "mae",  optimizer **=** optimizer\_rmsprop**()**,  metrics **=** c**(**'accuracy'**)**  **)**  # summary  summary**(**model**)**  # train  history **<-** model %>% fit**(**  y\_train,  x\_train,  batch\_size **=** units,  epochs **=** 1000,  validation\_data **=** list**(**y\_test, x\_test**)**  #validation\_split = 0.2  **)**  # evaluate  model %>% evaluate**(**x\_train, y\_train**)**  model %>% evaluate**(**x\_test, y\_test**)**  # predict  model %>% predict\_classes**(**x\_test**)**  # evaluate the model  evals **<-** model %>% evaluate**(**x\_test, y\_test, batch\_size **=** 10**)**  accuracy **=** evals**[**2**][[**1**]]\*** 100  # check accuracy  accuracy |

# BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI

Bab ini membahas uji coba dan evaluasi terhadap sistem yang telah dikembangkan untuk memprediksi jumlah penumpang Bandar Udara Juanda perbulan dari data historis penumpang bulan Januari 2010 hingga Desember 2015.

## Lingkungan Pengujian

Lingkungan penguijan sistem pada pengerjaan tugas ini dilakukan pada lingkungan dan alat kakas sebagai berikut:

Prosesor : Prosesor: Intel® Core™ i5-7500U CPU @ 2.70GHz (4 CPUs) ~2.9GHz

RAM : 8192 MB

Jenis *Device* : Laptop

Sistem Operasi : Microsoft Windows 10 64-bit

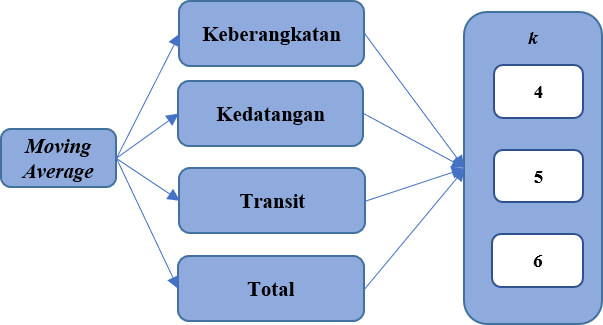
## Data Uji Coba

Data yang digunakan untuk uji coba prediksi jumlah penumpang Bandar Udara Juanda adalah data historis penumpang perbulan yang merupakan 10% dari keseluruhan data yang ada untuk masing-masing skenario. Pembagian data *training* dan data *testing* sebelumnya telah dijelaskan pada bagian Perancangan Data. Jumlah data *testing* yang digunakan berjumlah 18 atau 19 baris.

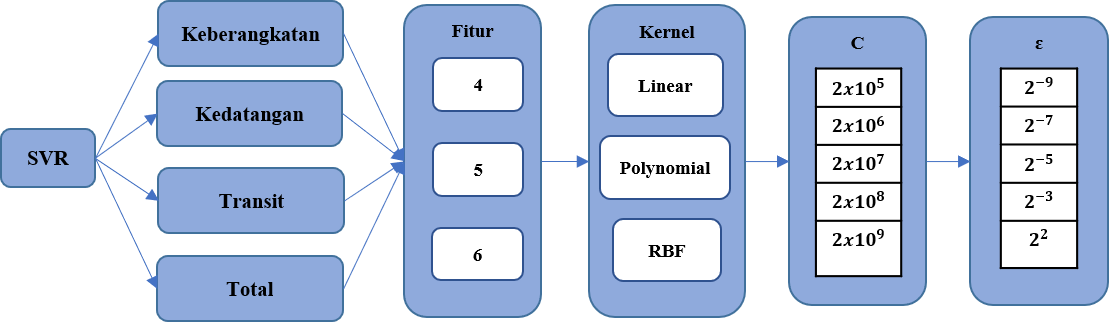
## Skenario Uji Coba

Subbab ini akan menjelaskan skenario uji coba yang telah dilakukan. Terdapat beberapa skenario uji coba yang telah dilakukan. Setiap skenario uji coba yang berdasarkan metode ini memiliki beberapa sub skenario yang dapat dilihat di masing-masing skenario uji coba.

1. Skenario Pengujian 1: perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Root Mean-Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R2)pada pengujian dengan metode *Moving Average*. Terdapat beberapa skenario percobaan dengan metode ini yang dapat dilihat pada Gambar 5.1.



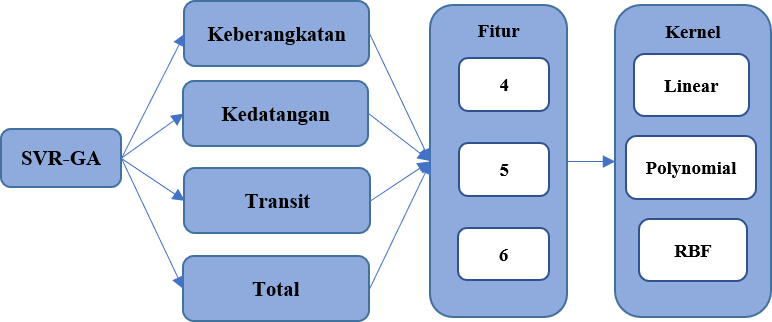
Gambar 5. 1 Skenario Uji Coba Moving Average

1. Skenario Pengujian 2: perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Root Mean-Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R2) pada pengujian dengan metode *Support Vector Regression* (SVR). Terdapat beberapa skenario percobaan dengan metode ini yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.

Gambar 5. 2 Skenario Uji Coba SVR

Pada skenario ini, masing-masing data akan diuji coba menggunakan tiga macam *kernel*. Setiap *kernel* akan diuji coba menggunakan empat, lima, dan enam fitur. Setiap percobaan tersebut mengkombinasikan C dan ɛ untuk menemukan model terbaik.

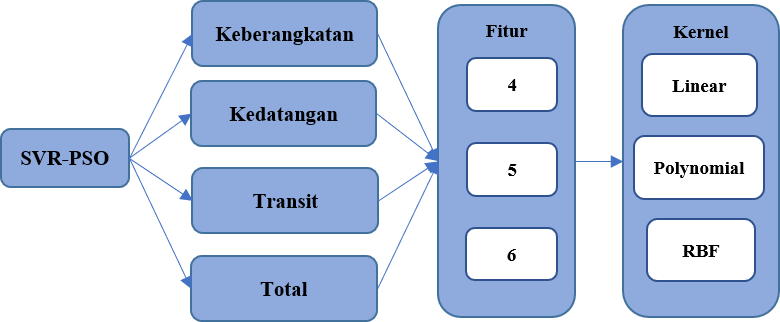
1. Skenario Pengujian 3: perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Root Mean-Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R2) pada pengujian dengan metode *Support Vector Regression – Genetic Algorithm* (SVR-GA). Terdapat beberapa skenario percobaan dengan metode ini yang dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5. 3 Skenario Uji Coba SVR-GA

Pada skenario ini, setiap data diuji coba menggunakan tiga macam *kernel* ke dalam empat, lima, dan enam fitur. Jumlah generasi maksimal yang digunakan di dalam algoritma *Genetic Algorithm* adalah sebanyak 60 generasi dengan jumlah populasi sebesar 50. *Selection function* yang digunakan adalah *the Tournament*. Rentang nilai C yang digunakan adalah 200000 – 20000000 dan nilai ɛ adalah 0,002 – 4.

1. Skenario Pengujian 4: perhitungan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Root Mean-Squared Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R2) pada pengujian dengan metode *Support Vector Regression – Particle Swarm Optimization* (SVR-PSO). Terdapat beberapa skenario percobaan dengan metode ini yang dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5. 4 Skenario Uji Coba SVR-PSO

Setiap data di dalam skenario ini diuji coba menggunakan tiga macam *kernel* ke dalam empat, liat, dan enam fitur. Jumlah iterasi maksimal yang digunakan di dalam algoritma *Particle Swarm Optimization* adalah sebanyak 400 iterasi dengan jumlah partikel sebanyak 20. Rentang nilai C yang digunakan adalah 200000 – 20000000 dan nilai ɛ adalah 0,002 – 4.

## Skenario Pengujian 1

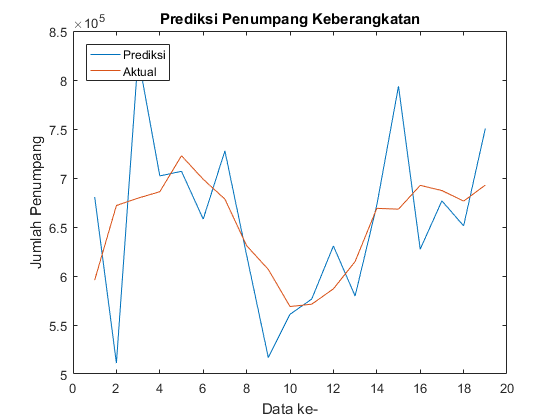
Pada skenario ini dilakukan uji coba prediksi data penumpang Bandar Udara Juanda perbulan menggunakan algoritma *Moving Average* (MA) di setiap masing-masing data menggunakan *k* = {4, 5, 6}. Selanjutnya dilakukan proses perhitungan MAPE, RMSE, MAE, dan R2.

### Skenario Pengujian 1.1

Bagian ini akan menjelaskan hasil dari uji coba menggunakan data Keberangkatan menggunakan algoritma *Moving Average*. Berikut adalah hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan data *training*.

Tabel 5. 1 Hasil Uji Coba Data Training Keberangkatan (MA)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***k*** | **MAPE (%)** | **RMSE** | **MAE** | **R2** |
| 4 | 6,426 | 30922,281 | 21493,989 | 0,968 |
| 5 | 7,062 | 32271,522 | 23278,465 | 0,965 |
| 6 | 7,442 | 33385,001 | 24722,294 | 0,963 |

Hasil uji coba terbaik ditunjukkan saat menggunakan nilai *k =* 4 pada data *training*. Selanjutnya nilai *k* = 4 digunakan ke dalam data *testing* sehingga menghasilkan nilai MAPE sebesar 8,052%; RMSE sebesar 70328,36; MAE sebesar 52148,127; dan R2 sebesar 0,285. Berikut adalah *plotting* dari uji coba menggunakan data *testing*.

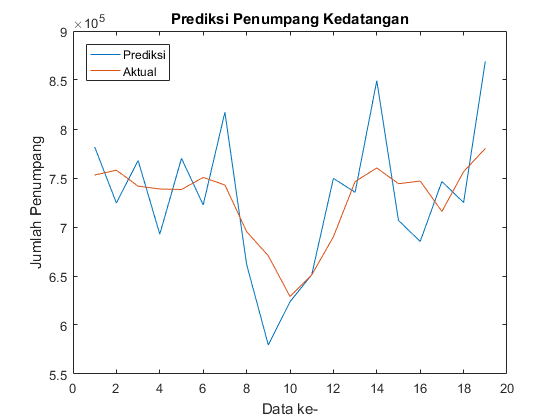
Gambar 5. 5 Plot Data Testing Keberangkatan (MA)

### Skenario Pengujian 1.2

Bagian ini akan menjelaskan hasil dari uji coba menggunakan data Kedatangan menggunakan algoritma *Moving Average*. Berikut adalah hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan data *training*.

Tabel 5. 2 Hasil Uji Coba Data Training Kedatangan (MA)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***k*** | **MAPE (%)** | **RMSE** | **MAE** | **R2** |
| 4 | 5,523 | 25058,159 | 18795,079 | 0,982 |
| 5 | 5,830 | 25227,646 | 19676,148 | 0,982 |
| 6 | 6,009 | 27569,701 | 21145,317 | 0,979 |

Hasil uji coba terbaik ditunjukkan saat menggunakan nilai *k =* 4 pada data *training*. Selanjutnya nilai *k* = 4 digunakan ke dalam data *testing* sehingga menghasilkan nilai MAPE sebesar 5,787%; RMSE sebesar 50316,800; MAE sebesar 42526,202; dan R2 sebesar 0,501. Berikut adalah *plotting* dari uji coba menggunakan data *testing*.

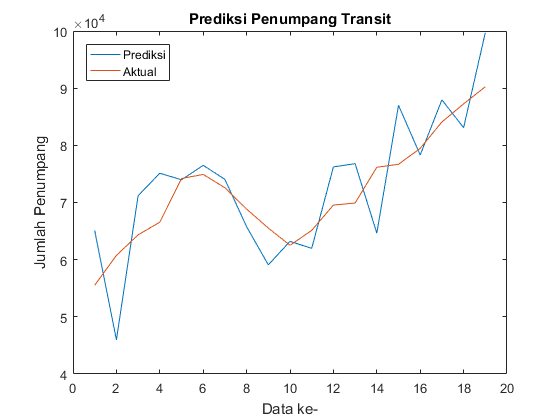
Gambar 5. 6 Plot Data Testing Kedatangan (MA)

### Skenario Pengujian 1.3

Bagian ini akan menjelaskan hasil dari uji coba menggunakan data Transit menggunakan algoritma *Moving Average*. Berikut adalah hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan data *training*.

Tabel 5. 3 Hasil Uji Coba Data Training Transit (MA)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***k*** | **MAPE (%)** | **RMSE** | **MAE** | **R2** |
| 4 | 10,871 | 9713,450 | 5365,037 | 0,779 |
| 5 | 11,182 | 9856,875 | 5462,325 | 0,772 |
| 6 | 11,833 | 10193,265 | 5829,084 | 0,757 |

Hasil uji coba terbaik ditunjukkan saat menggunakan nilai *k =* 4 pada data *training*. Selanjutnya nilai *k* = 4 digunakan ke dalam data *testing* sehingga menghasilkan nilai MAPE sebesar 8,518 %; RMSE sebesar 7074,759; MAE sebesar 5815,206; dan R2 sebesar 0,639; Berikut adalah *plotting* dari uji coba menggunakan data *testing*.

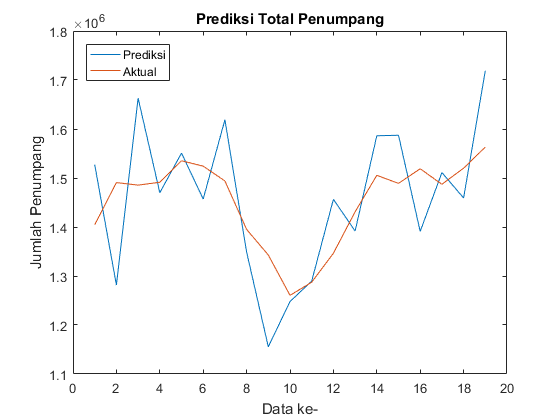
Gambar 5. 7 Plot Data Testing Transit (MA)

### Skenario Pengujian 1.4

Bagian ini akan menjelaskan hasil dari uji coba menggunakan data Total menggunakan algoritma *Moving Average*. Berikut adalah hasil uji coba yang telah dilakukan menggunakan data *training*.

Tabel 5. 4 Hasil Uji Coba Data Training Total (MA)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***k*** | **MAPE (%)** | **RMSE** | **MAE** | **R2** |
| 4 | 5,338 | 53302,323 | 38278,472 | 0,980 |
| 5 | 5,559 | 53846,714 | 39935,807 | 0,979 |
| 6 | 5,835 | 57488,920 | 43187,741 | 0,976 |

Hasil uji coba terbaik ditunjukkan saat menggunakan nilai *k =* 4 pada data *training*. Selanjutnya nilai *k* = 4 digunakan ke dalam data *testing* sehingga menghasilkan nilai MAPE sebesar 6,121%; RMSE sebesar 108401,788; MAE sebesar 88614,509; dan R2 sebesar 0,444. Berikut adalah *plotting* dari uji coba menggunakan data *testing*.

Gambar 5. 8 Plot Data Testing Total (MA)

## Skenario Pengujian 2

Pada skenario ini dilakukan uji coba prediksi data penumpang Bandar Udara Juanda perbulan menggunakan algoritma *Support Vector Regression* (SVR) di setiap masing-masing data yaitu data keberangkatan, kedatangan, transit, dan total. Masing-masing skenario data akan diuji coba menggunakan tiga jenis *kernel* yaitu linear, polynomial, dan *Radial Basis Function* (RBF) ke dalam tiga fitur dengan mengkombinasikan berbagai C, dan ɛ yang berbeda-beda. Selanjutnya dilakukan proses perhitungan MAPE, RMSE, MAE, dan R2 sebagai evaluasi dan pembanding untuk mengetahui hasil uji coba terbaik.

### Skenario Pengujian 2.1

Bagian ini akan menjelaskan hasil dari uji coba menggunakan data Keberangkatan menggunakan algoritma *Support Vector Regression* (SVR) dengan menerapkan berbagai fungsi *kernel*, fitur, dan berbagai kombinasi nilai C dan ɛ

.

* 1. **Skenario Pengujian 2.1.1**

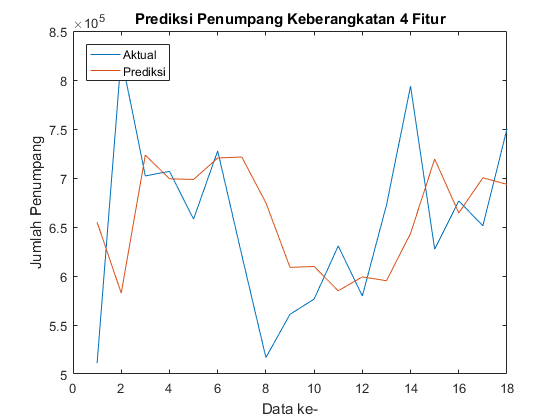
Bagian ini menjelaskan hasil uji coba pada data Keberangkatan dengan algoritma SVR menggunakan empat fitur.

1. *Kernel* Linear

Tabel 5.5 menunjukkan hasil uji coba menggunakan *kernel* linear dengan berbagai kombinasi nilai C dan ɛ. Berdasarkan tabel tersebut, hasil terbaik ditunjukkan saat nilai C sama dengan 2x105 dan nilai ɛ sama dengan 2-7 dengan MAPE sebesar 11,23713%; RMSE sebesar 95670,83; MAE sebesar 72431,28; dan R2 sebesar -0,2591. *Plotting* dari hasil uji coba dengan nilai MAPE terbaik pada skenario ini ditunjukkan oleh Gambar 5.9.

Tabel 5. 5 Hasil Uji Coba Data Keberangkatan 4 Fitur Kernel Linear (SVR)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **C** | ɛ | **MAPE (%)** | **RMSE** | **MAE** | **R2** |
| 2x105 | 2-9 | 11,24508 | 95687,00 | 72490,28 | -0,2595 |
| 2-7 | 11,23713 | 95670,83 | 72431,28 | -0,2591 |
| 2-5 | 11,23752 | 95670,99 | 72432,45 | -0,2591 |
| 2-3 | 11,24458 | 95684,53 | 72487,31 | -0,2595 |
| 22 | 11,23936 | 95683,17 | 72451,98 | -0,2594 |
| 2x106 | 2-9 | 11,23921 | 95728,21 | 72511,85 | -0,2606 |
| 2-7 | 11,24064 | 95732,55 | 72520,50 | -0,2607 |
| 2-5 | 11,24135 | 95733,09 | 72525,67 | -0,2607 |
| 2-3 | 11,24041 | 95730,70 | 72518,00 | -0,2607 |
| 22 | 11,24018 | 95730,94 | 72516,99 | -0,2607 |
| 2x107 | 2-9 | 11,23912 | 95727,65 | 72510,33 | -0,2606 |
| 2-7 | 11,24107 | 95733,68 | 72524,38 | -0,2608 |
| 2-5 | 11,24148 | 95734,25 | 72527,49 | -0,2608 |
| 2-3 | 11,24033 | 95730,70 | 72517,68 | -0,2607 |
| 22 | 11,23925 | 95728,42 | 72512,08 | -0,2606 |
| 2x108 | 2-9 | 83,18935 | 561332,60 | 528107,20 | -42,3453 |
| 2-7 | 83,18923 | 561331,90 | 528106,40 | -42,3452 |
| 2-5 | 83,18874 | 561328,90 | 528103,30 | -42,3447 |
| 2-3 | 83,18678 | 561316,90 | 528090,70 | -42,3429 |
| 22 | 83,10579 | 560820,40 | 527569,20 | -42,2662 |
| 2x109 | 2-9 | 37,22449 | 273674,60 | 233138,20 | -9,3032 |
| 2-7 | 37,22170 | 273655,70 | 233120,50 | -9,3017 |
| 2-5 | 49,10058 | 341960,10 | 307205,70 | -15,0862 |
| 2-3 | 48,99686 | 341271,80 | 306533,10 | -15,0215 |
| 22 | 123,24120 | 813612,90 | 784633,00 | -90,0620 |



Gambar 5. 9 Plot Terbaik Data Keberangkatan 4 Fitur Kernel Linear (SVR)

# BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan yang diperoleh selama pengerjaan tugas akhir dan saran mengenai pengembangan yang dapat dilakukan terhadap tugas akhir ini di masa yang akan datang

## Kesimpulan

Dari hasil pengamatan selama proses perancangan, implementasi, dan pengujian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

* 1. Pada data keberangkatan, MAPE terbaik didapatkan sebesar 6,6696% menggunakan metode SVR-PSO dengan 6 fitur, *kernel* RBF, nilai C sama dengan 1035237,51443656; dan nilai ɛ sama dengan 3,82943088639146.
  2. Pada data kedatangan, MAPE terbaik didapatkan sebesar 5,7870% menggunakan metode *Moving Average* dengan nilai *k* sama dengan 4. Disusul oleh MAPE sebesar 7,3784% menggunakan metode SVR-PSO dengan 6 fitur, *kernel* linear, nilai C sama dengan 1379172,86163654; dan nilai ɛ sama dengan 3,36573392951344.
  3. Pada data transit, MAPE terbaik didapatkan sebesar 8,5180% menggunakan metode *Moving Average* dengan nilai *k* sama denagn 4. Disusul oleh MAPE sebesar 11,6187% menggunakan metode SVR-PSO dengan 6 fitur, *kernel* linear, nilai C sama dengan 16184927,0061892; dan nilai ɛ sama dengan 2,66865236867938.
  4. Pada data total, MAPE terbaik didapatkan sebesar 6,1210% menggunakan metode *Moving Average* dengan nilai *k* sama dengan 4. Disusul oeh MAPE sebesar 6,2559% menggunakan metode SVR-PSO dengan 6 fitur, *kernel* RBF, nilai C sama dengan 1386963,2508749, dan nilai ɛ sama dengan 3,1126895667879.
  5. Metode SVR-PSO terbukti lebih baik dibandingkan dengan metode SVR atau SVR-GA pada kasus prediksi penumpang Bandar Udara Juanda perbulan.
  6. Pada data kedatangan, transit, dan total, penggunaan metode sederhana yaitu *Moving Average* lebih baik dari metode SVR, SVR-GA, dan SVR-PSO.

## Saran

Berikut merupakan beberapa saran untuk pengembangan sistem di masa yang akan dating. Saran-saran ini didasarkan pada hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan.

1. Selain menggunakan empat, lima, dan enam fitur, lakukan percobaan menggunakan jumlah fitur yang berbeda dengan memperhitungkan korelasi dari bulan-bulan lainnya untuk dijadikan fitur.
2. Tambahkan fitur yang berupa faktor eksternal jika memungkinkan seperti hari libur yang ada di setiap bulan serta kebijakan pemerintah yang ada.
3. Menerapkan algoritma regresi selain SVR atau *Moving Average* untuk meningkatkan akurasi
4. Melakukan *pre-processing* untuk mengolah data supaya dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat.

# DAFTAR PUSTAKA

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | X. Zhang, P. Wang, D. Liang, C. Fan and C. Li, "A soft self-repairing for FBG sensor network in SHM system based on PSO-SBR model reconstruction," *Elsevier,* pp. 38-46, 2014. |
| [2] | K. Cheng, Z. Lu, Y. Wei, Y. Shi and Y. Zhou, "Mixed Kernel Function Support Vector Regression for Global Sensitivity Analysis," *Elsevier,* vol. 96, pp. 201-214, 2017. |
| [3] | "Support Vector Machine Regression," [Online]. Available: http://kernelsvm.tripod.com/. [Accessed 18 Mei 2017]. |
| [4] | T. Qin, S. Zeng and J. Guo, "Robust prognostics for state of health estimation of lithium-ion batteries based on an improved PSO-SVR model," *Microelectronics Reliability,* vol. 55, pp. 1280-1284, 2015. |
| [5] | B. Santosa and P. Willy, Metoda Metaheuristik, Konsep dan Implementasi, Surabaya: Guna Widya, 2011. |
| [6] | X. Wang, J. Wen, Y. Zhang and Y. Wang, "Real estate price forecasting based on SVM optimized by PSO," *Optik,* vol. 125, pp. 1439-1443, 2014. |
| [7] | T. Afonja, "Medium," 1 Januari 2017. [Online]. Available: https://towardsdatascience.com/kernel-function-6f1d2be6091. [Accessed 3 Desember 2017]. |

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# LAMPIRAN

Data Kedatangan, Keberangkatan, Transit, dan Total.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2000 | 1 | 108704 | 106832 | 11846 | 227382 |
| 2000 | 2 | 87538 | 107287 | 10632 | 205457 |
| 2000 | 3 | 108387 | 106980 | 12276 | 227643 |
| 2000 | 4 | 111586 | 91193 | 11641 | 214420 |
| 2000 | 5 | 87289 | 83592 | 12138 | 183019 |
| 2000 | 6 | 104359 | 95569 | 12027 | 211955 |
| 2000 | 7 | 128716 | 123838 | 13902 | 266456 |
| 2000 | 8 | 99144 | 94349 | 12412 | 205905 |
| 2000 | 9 | 102667 | 99027 | 15137 | 216831 |
| 2000 | 10 | 113148 | 104864 | 15042 | 233054 |
| 2000 | 11 | 118250 | 106238 | 15225 | 239713 |
| 2000 | 12 | 127413 | 105035 | 15557 | 248005 |
| 2001 | 1 | 112797 | 135546 | 15974 | 264317 |
| 2001 | 2 | 99857 | 141977 | 14265 | 256099 |
| 2001 | 3 | 149872 | 124512 | 17830 | 292214 |
| 2001 | 4 | 128506 | 107016 | 17231 | 252753 |
| 2001 | 5 | 109330 | 106403 | 15859 | 231592 |
| 2001 | 6 | 124547 | 118026 | 16532 | 259105 |
| 2001 | 7 | 143536 | 140468 | 17778 | 301782 |
| 2001 | 8 | 127933 | 124721 | 16894 | 269548 |
| 2001 | 9 | 122413 | 122313 | 15744 | 260470 |
| 2001 | 10 | 146747 | 138773 | 18309 | 303829 |
| 2001 | 11 | 135075 | 121925 | 16157 | 273157 |
| 2001 | 12 | 165399 | 153756 | 17330 | 336485 |
| 2002 | 1 | 139664 | 170751 | 19720 | 330135 |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2002 | 2 | 121042 | 135043 | 17056 | 273141 |
| 2002 | 3 | 195232 | 158479 | 27506 | 381217 |
| 2002 | 4 | 150056 | 144243 | 35261 | 329560 |
| 2002 | 5 | 184724 | 159177 | 39023 | 382924 |
| 2002 | 6 | 191190 | 172882 | 48041 | 412113 |
| 2002 | 7 | 224983 | 204963 | 40238 | 470184 |
| 2002 | 8 | 200939 | 167664 | 47992 | 416595 |
| 2002 | 9 | 180429 | 165986 | 54303 | 400718 |
| 2002 | 10 | 211709 | 190662 | 57492 | 459863 |
| 2002 | 11 | 187634 | 157830 | 42021 | 387485 |
| 2002 | 12 | 229573 | 221479 | 50782 | 501834 |
| 2003 | 1 | 216847 | 250843 | 49869 | 517559 |
| 2003 | 2 | 213253 | 179207 | 43074 | 435534 |
| 2003 | 3 | 227403 | 198954 | 55251 | 481608 |
| 2003 | 4 | 197827 | 183897 | 50641 | 432365 |
| 2003 | 5 | 225393 | 205270 | 57315 | 487978 |
| 2003 | 6 | 248510 | 237086 | 57286 | 542882 |
| 2003 | 7 | 273648 | 261190 | 70759 | 605597 |
| 2003 | 8 | 250874 | 243215 | 66444 | 560533 |
| 2003 | 9 | 260741 | 244258 | 76888 | 581887 |
| 2003 | 10 | 284741 | 251230 | 83515 | 619486 |
| 2003 | 11 | 273297 | 207469 | 54120 | 534886 |
| 2003 | 12 | 304111 | 321627 | 155687 | 781425 |
| 2004 | 1 | 307528 | 315039 | 56870 | 679437 |
| 2004 | 2 | 326790 | 284286 | 50928 | 662004 |
| 2004 | 3 | 302925 | 274042 | 47258 | 624225 |
| 2004 | 4 | 306566 | 273888 | 50818 | 631272 |
| 2004 | 5 | 349080 | 317403 | 43058 | 709541 |
| 2004 | 6 | 361745 | 331999 | 41974 | 735718 |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2004 | 7 | 386717 | 360371 | 38978 | 786066 |
| 2004 | 8 | 384067 | 348439 | 45499 | 778005 |
| 2004 | 9 | 370927 | 334669 | 40354 | 745950 |
| 2004 | 10 | 357183 | 301397 | 37596 | 696176 |
| 2004 | 11 | 398528 | 340415 | 38600 | 777543 |
| 2004 | 12 | 350904 | 343562 | 42344 | 736810 |
| 2005 | 1 | 355844 | 350210 | 46095 | 752149 |
| 2005 | 2 | 335697 | 293192 | 38972 | 667861 |
| 2005 | 3 | 321859 | 292316 | 41002 | 655177 |
| 2005 | 4 | 306123 | 289268 | 39604 | 634995 |
| 2005 | 5 | 321873 | 308686 | 33691 | 664250 |
| 2005 | 6 | 314738 | 292644 | 23751 | 631133 |
| 2005 | 7 | 375291 | 351494 | 29856 | 756641 |
| 2005 | 8 | 353768 | 324413 | 46253 | 724434 |
| 2005 | 9 | 356187 | 328830 | 40615 | 725632 |
| 2005 | 10 | 314059 | 244057 | 29118 | 587234 |
| 2005 | 11 | 343579 | 340895 | 31740 | 716214 |
| 2005 | 12 | 350018 | 365187 | 35445 | 750650 |
| 2006 | 1 | 384260 | 347192 | 30112 | 761564 |
| 2006 | 2 | 319676 | 293704 | 25792 | 639172 |
| 2006 | 3 | 345565 | 317779 | 32185 | 695529 |
| 2006 | 4 | 350576 | 319511 | 31449 | 701536 |
| 2006 | 5 | 360194 | 329829 | 29300 | 719323 |
| 2006 | 6 | 374486 | 346280 | 35098 | 755864 |
| 2006 | 7 | 411197 | 390893 | 48556 | 850646 |
| 2006 | 8 | 393406 | 358129 | 50320 | 801855 |
| 2006 | 9 | 371549 | 335687 | 50144 | 757380 |
| 2006 | 10 | 374503 | 299548 | 35883 | 709934 |
| 2006 | 11 | 359556 | 379872 | 39462 | 778890 |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2006 | 12 | 377166 | 387542 | 50249 | 814957 |
| 2007 | 1 | 370928 | 336048 | 39490 | 746466 |
| 2007 | 2 | 278325 | 263700 | 34833 | 576858 |
| 2007 | 3 | 326696 | 302327 | 40263 | 669286 |
| 2007 | 4 | 327668 | 299900 | 40559 | 668127 |
| 2007 | 5 | 349438 | 318738 | 41630 | 709806 |
| 2007 | 6 | 351666 | 325213 | 41887 | 718766 |
| 2007 | 7 | 408235 | 375627 | 49328 | 833190 |
| 2007 | 8 | 401923 | 355864 | 44321 | 802108 |
| 2007 | 9 | 353847 | 298766 | 44162 | 696775 |
| 2007 | 10 | 402088 | 349227 | 37074 | 788389 |
| 2007 | 11 | 345347 | 361920 | 46574 | 753841 |
| 2007 | 12 | 417886 | 390879 | 50851 | 859616 |
| 2008 | 1 | 404325 | 364415 | 50494 | 819234 |
| 2008 | 2 | 345039 | 312028 | 32798 | 689865 |
| 2008 | 3 | 384474 | 354915 | 44217 | 783606 |
| 2008 | 4 | 349934 | 317167 | 45403 | 712504 |
| 2008 | 5 | 344463 | 319149 | 53564 | 717176 |
| 2008 | 6 | 390253 | 354443 | 61251 | 805947 |
| 2008 | 7 | 389614 | 351374 | 57178 | 798166 |
| 2008 | 8 | 363586 | 332256 | 55524 | 751366 |
| 2008 | 9 | 338751 | 258542 | 34429 | 631722 |
| 2008 | 10 | 374046 | 389660 | 41984 | 805690 |
| 2008 | 11 | 350550 | 373347 | 48637 | 772534 |
| 2008 | 12 | 419077 | 371739 | 43570 | 834386 |
| 2009 | 1 | 408167 | 368817 | 46301 | 823285 |
| 2009 | 2 | 353913 | 324032 | 40417 | 718362 |
| 2009 | 3 | 398550 | 358372 | 55030 | 811952 |
| 2009 | 4 | 372638 | 346921 | 56254 | 775813 |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2009 | 5 | 405933 | 379708 | 55653 | 841294 |
| 2009 | 6 | 443398 | 400027 | 66952 | 910377 |
| 2009 | 7 | 469496 | 431139 | 64862 | 965497 |
| 2009 | 8 | 445015 | 381940 | 61222 | 888177 |
| 2009 | 9 | 462012 | 360146 | 40381 | 862539 |
| 2009 | 10 | 435642 | 504834 | 50909 | 991385 |
| 2009 | 11 | 452190 | 455120 | 51486 | 958796 |
| 2009 | 12 | 501183 | 472578 | 41668 | 1015429 |
| 2010 | 1 | 434273 | 434799 | 44638 | 913710 |
| 2010 | 2 | 416607 | 385242 | 47948 | 849797 |
| 2010 | 3 | 416673 | 382365 | 57711 | 856749 |
| 2010 | 4 | 441949 | 445062 | 35877 | 922888 |
| 2010 | 5 | 487550 | 462173 | 42242 | 991965 |
| 2010 | 6 | 503788 | 489687 | 39253 | 1032728 |
| 2010 | 7 | 549155 | 521390 | 52067 | 1122612 |
| 2010 | 8 | 483088 | 405718 | 37498 | 926304 |
| 2010 | 9 | 533657 | 510548 | 25479 | 1069684 |
| 2010 | 10 | 498405 | 552465 | 60712 | 1111582 |
| 2010 | 11 | 536705 | 519832 | 62291 | 1118828 |
| 2010 | 12 | 548052 | 535999 | 71161 | 1155212 |
| 2011 | 1 | 522281 | 515682 | 54182 | 1092145 |
| 2011 | 2 | 476818 | 457739 | 55118 | 989675 |
| 2011 | 3 | 537040 | 500819 | 55560 | 1093419 |
| 2011 | 4 | 498959 | 474766 | 58543 | 1032268 |
| 2011 | 5 | 529245 | 498259 | 59996 | 1087500 |
| 2011 | 6 | 557883 | 523916 | 60481 | 1142280 |
| 2011 | 7 | 619268 | 561883 | 71050 | 1252201 |
| 2011 | 8 | 543295 | 397653 | 38760 | 979708 |
| 2011 | 9 | 578084 | 610246 | 124642 | 1312972 |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2011 | 10 | 560334 | 603303 | 67051 | 1230688 |
| 2011 | 11 | 627030 | 569815 | 68532 | 1265377 |
| 2011 | 12 | 636694 | 584780 | 72134 | 1293608 |
| 2012 | 1 | 656251 | 613125 | 59577 | 1328953 |
| 2012 | 2 | 573264 | 546230 | 54839 | 1174333 |
| 2012 | 3 | 624397 | 594884 | 59303 | 1278584 |
| 2012 | 4 | 603160 | 578342 | 61696 | 1243198 |
| 2012 | 5 | 645716 | 594905 | 63334 | 1303955 |
| 2012 | 6 | 692473 | 611719 | 78006 | 1382198 |
| 2012 | 7 | 725240 | 599563 | 74460 | 1399263 |
| 2012 | 8 | 753952 | 584090 | 48269 | 1386311 |
| 2012 | 9 | 647908 | 732596 | 71198 | 1451702 |
| 2012 | 10 | 713516 | 675678 | 78502 | 1467696 |
| 2012 | 11 | 746886 | 670960 | 80808 | 1498654 |
| 2012 | 12 | 767251 | 677136 | 88678 | 1533065 |
| 2013 | 1 | 727597 | 684689 | 72037 | 1484323 |
| 2013 | 2 | 639425 | 578097 | 62939 | 1280461 |
| 2013 | 3 | 721778 | 656356 | 69936 | 1448070 |
| 2013 | 4 | 682371 | 620966 | 70297 | 1373634 |
| 2013 | 5 | 746192 | 654916 | 74609 | 1475717 |
| 2013 | 6 | 816634 | 701066 | 75272 | 1592972 |
| 2013 | 7 | 722498 | 567274 | 56494 | 1346266 |
| 2013 | 8 | 801505 | 751406 | 52236 | 1605147 |
| 2013 | 9 | 675544 | 724891 | 66572 | 1467007 |
| 2013 | 10 | 782153 | 711888 | 68806 | 1562847 |
| 2013 | 11 | 733306 | 668666 | 77507 | 1479479 |
| 2013 | 12 | 778264 | 716948 | 72311 | 1567523 |
| 2014 | 1 | 750717 | 693012 | 57888 | 1501617 |
| 2014 | 2 | 590242 | 552074 | 44842 | 1187158 |
| **Tahun** | **Bulan** | **Kedatangan** | **Keberangkatan** | **Transit** | **Total** |
| 2014 | 3 | 671628 | 617490 | 53800 | 1342918 |
| 2014 | 4 | 640629 | 579311 | 52987 | 1272927 |
| 2014 | 5 | 721862 | 625460 | 64573 | 1411895 |
| 2014 | 6 | 781611 | 680664 | 65098 | 1527373 |
| 2014 | 7 | 724498 | 511108 | 45957 | 1281563 |
| 2014 | 8 | 767842 | 823941 | 71186 | 1662969 |
| 2014 | 9 | 692698 | 702141 | 75117 | 1469956 |
| 2014 | 10 | 770043 | 706807 | 73980 | 1550830 |
| 2014 | 11 | 722515 | 658016 | 76505 | 1457036 |
| 2014 | 12 | 817116 | 727690 | 74037 | 1618843 |
| 2015 | 1 | 661875 | 621333 | 65769 | 1348977 |
| 2015 | 2 | 579621 | 516808 | 59084 | 1155513 |
| 2015 | 3 | 623743 | 560909 | 63213 | 1247865 |
| 2015 | 4 | 651219 | 576428 | 61970 | 1289617 |
| 2015 | 5 | 749597 | 630662 | 76223 | 1456482 |
| 2015 | 6 | 735406 | 579568 | 76793 | 1391767 |
| 2015 | 7 | 849308 | 672246 | 64639 | 1586193 |
| 2015 | 8 | 706583 | 793642 | 87004 | 1587229 |
| 2015 | 9 | 685312 | 627371 | 78303 | 1390986 |
| 2015 | 10 | 746425 | 676661 | 87951 | 1511037 |
| 2015 | 11 | 724976 | 651147 | 83084 | 1459207 |
| 2015 | 12 | 868954 | 750387 | 99698 | 1719039 |

*[Halaman ini sengaja dikosongkan]*

# BIODATA PENULIS

Rizka Annisa Kurnia Sari, lahir di Surabaya pada tanggal 24 Juli 1997. Lulus dari SMAN 5 Surabaya pada tahun 2015 dan melanjutkan studi di Departemen Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Berpengalaman menjadi asisten dosen mata kuliah matematika informatika, sistem basis data, manajemen basis data, dan analisis perancangan sistem informasi.

Aktif mengikuti organisasi antara lain staf Departemen Media dan Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Computer-Informatik (HMTC) 2016/2017, wakil koordinator 3 bidang web dan kesekretariatan pada Schematics 2016, koordinator bidang web dan kesekretariatan pada Schematics 2017 dan administrator Laboratorium Pemrograman Departemen Informatika ITS.

Dalam menyelesaikan pendidikan sarjana, penulis mengambil tugas akhir bidang minat Dasar dan Terapan Komputasi (DTK) dan juga memiliki ketertarikan di bidang Rancangan Perangkat Lunak (RPL). Penulis dapat dihubungi melalui alamat *e-mail*: pelkenuk.24@gmail.com.