



TUGAS AKHIR – RC14 – 1501

**EVALUASI KEBUTUHAN LUASAN APRON PADA  
RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG**

MUHAMMAD NURSALIM  
NRP 3114 106 034

Dosen Pembimbing I  
Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD.

Dosen Pembimbing II  
Istiar, ST. MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2017



TUGAS AKHIR – RC14–1501

**EVALUASI KEBUTUHAN LUASAN APRON PADA  
RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG**

MUHAMMAD NURSALIM  
NRP 3114 106 034

Dosen Pembimbing I  
Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD.

Dosen Pembimbing II  
Istiar, ST. MT.

JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2017



FINAL PROJECT – RC141501

**EVALUATION ON REQUIRED APRON AREA IN  
DEVELOPMENT PLAN OF AHMAD YANI  
INTERNATIONAL AIRPORT SEMARANG**

MUHAMMAD NURSALIM  
NRP 3114 106 034

Academic Advisor  
Ir.Ervina Ahyudanari, ME., PhD.

Co Academic Advisor  
Istiar, ST.MT.

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty Of Civil Engineering And Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2017

**EVALUASI KEBUTUHAN LUASAN APRON PADA  
RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada  
Bidang Studi Transportasi  
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MUHAMMAD NURSALIM**

NRP. 3114 106 034

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1.  Ervina Ahyudana, M.E., Ph.D..... (Dosen Pembimbing I)

2.  Istiar, ST, MT..... (Dosen Pembimbing II)

**SURABAYA  
JANUARI, 2017**

# EVALUASI KEBUTUHAN LUASAN APRON PADA RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG

**Nama Mahasiswa** : Muhammad Nursalim  
**NRP** : 3114.106.034  
**Jurusan** : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil  
**Dosen Pembimbing 1** : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD.  
**NIP** : 196902241995122001  
**Dosen Pembimbing 2** : Istiar, ST. MT  
**NIP** : 197711052012121001

## **Abstrak**

*Bandar Udara Ahmad Yani akan memiliki terminal yang lebih luas di sebelah Utara runway, lahan parkir yang luas, apron seluas 61.344 m<sup>2</sup> serta dua buah taxiway. Pengembangan tahap II akan menjadikan Bandar Udara Ahmad Yani memiliki apron seluas 72.522 m<sup>2</sup> dan 10 buah taxiway serta 1 buah parallel taxiway.*

*Tugas Akhir ini akan mengevaluasi kebutuhan apron Bandar Udara internasional Ahmad Yani Semarang saat ini dan 20 tahun kedepan. Pada evaluasi ini akan diprediksi jumlah pergerakan pesawat pada tahun rencana yang kemudian akan dikonversi menjadi jumlah pesawat pada jam sibuk. Hasil prediksi jumlah pesawat ini akan dianalisis terhadap kebutuhan apron Bandar Udara Ahmad Yani di tahun rencana.*

*Dengan adanya pengembangan apron dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas udara. Pertambahan luasan apron berarti bertambahnya beban sehingga perlu perencanaan ulang tebal perkerasan. Untuk perencanaan perkerasan apron menggunakan rigid pavement dengan software FAARFIELD.*

*Dari hasil perhitungan didapatkan, kebutuhan total jumlah gerbang landas parkir untuk tahun rencana (2035) adalah 51*

*pesawat, yang terdiri dari 35 kelas C dan 16 kelas D. Selanjutnya didapatkan dimensi gerbang landas parkir pada tahun rencana (2035) adalah untuk kelas C dengan panjang 2096,50 m dan lebar 98,37 m sedangkan untuk kelas D dengan panjang 1547,20 m dan 104,78 m. Tebal perkerasan landas parkir ini adalah 670 mm. Dalam penulangan perkerasan landas parkir tahun rencana (2035) dibutuhkan wiremesh dengan D14-100 dan Dowel dengan diameter 50 mm, panjang 610 mm, dan jarak 460 mm.*

***Kata kunci :*** *Kebutuhan Apron, Kapasitas Apron, Pergerakan Pesawat Tahun Rencana, Perkerasan dengan Software FAARFIELD.*

# EVALUATION ON REQUIRED APRON AREA IN DEVELOPMENT PLAN OF AHMAD YANI INTERNATIONAL AIRPORT SEMARANG

**Student Name** : Muhammad Nursalim  
**NRP** : 3114.106.034  
**Department** : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil  
**Academic Advisor** : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD.  
**NIP** : 196902241995122001  
**Co Academic Advisor** : Istiar, ST. MT  
**NIP** : 197711052012121001

## **Abstract**

*Ahmad Yani Airport a wider space in the north runway, large parking space, covering an area of 61 344 m<sup>2</sup> apron and two taxiways. Development of the second phase will make the Ahmad Yani Airport has the 72 522 m<sup>2</sup> of apron area and 10 taxiways with 1 parallel taxiway.*

*This study attempts to evaluate the apron need of the international Ahmad Yani Airport in Semarang today and for the next 20 years. This evaluation predicted the number of aircraft movements in the planed year which will then be converted into the number of aircraft at peak hours. The results of the predicted number of these aircrafts will be analyzed in relation to the need of the airport apron of Ahmad Yani in the year plan.*

*The development of apron is expected to serve the needs of air traffic. Bulge area of the apron means increasing burden that needs to replan pavement thickness. For the planning of the apron pavement using rigid pavement method using FAARFIELD software.*

*From the obtained calculation results, the total number of gates need to park off in year plan (2035) was 51 aircraft, consisting of 35 class C and 16 class D. Subsequently dimensions obtained landing gate parking in the plan (2035) was for a class C with a length 2096,50 m and a width of 98,37 m, while for class*

*D with a length of 1547,20 m and 104,78 m. Parking off pavement thickness is 670 mm. In the reinforcement of parking landing pavement for year plan (2035) takes wiremesh with D14-100 and diameters Dowel 50 mm, length 610 mm, and space of Dowel 460 mm.*

***Keywords*** : *Apron Capacity, Aircraft Movements Year Plan, Pavement with FAARFIELD Software.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Kebutuhan Luasan Apron Pada Rencana Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang" seperti yang diharapkan. Tugas Akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan penulis agar dimasa yang akan datang menjadi lebih baik.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan doa sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ibu Ervina Ahyudanari, Ir,ME, Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang dengan sepenuh hati memberikan bimbingan dan yang membantu memberikan arahan dan saran yang berharga dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Istiar, ST, MT. selaku dosen pembimbing II yang dengan sepenuh hati memberikan bimbingan dan yang membantu memberikan arahan dan saran yang berharga dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Wahyu Herijanto, MT., dan Ibu Ir. Hera Widyastuti, MT. PhD., selaku dosen penguji yang telah

menyempatkan waktu dan memberikan masukan dalam Tugas Akhir ini.

5. Bapak Heppy Kristijanto, Ir, MS. Selaku dosen wali, atas segala arahan dan bimbingannya.
6. Terima kasih pada teman hidup saya Meyva Hanna yang telah memberikan senyum dan semangat dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Terima kasih pada teman-teman kontrakan kandang belajar yang sudah banyak membantu.
8. Teman-teman seperjuangan dari Teknik Sipil Lintas Jalur ITS yang telah banyak membantu, memberikan support dan kerjasamanya selama bersama-sama kuliah di ITS.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga dalam Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi siapa saja.

Surabaya, Januari 2017

Muhammad Nursalim

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	4
1.5 Manfaat .....	4
1.6 Lokasi Studi .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Perencanaan Bandar Udara .....	7
2.2 Karakteristik Pesawat Terbang.....	7
2.3 Berat Pesawat Terbang .....	8
2.4 Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara dengan Metode Ekonometrik .....	9
2.5 Perhitungan Peak Hour (Jam Puncak).....	10
2.5.1 Metode Perhitungan Jam Puncak .....	10
2.5.2 Peak Hour Rencana Pesawat.....	12
2.5.3 Peak Hour Rencana Penumpang .....	13
2.6 Fasilitas Sisi Udara .....	14
2.6.1 Landasan Pacu ( <i>Runway</i> ).....	14
2.6.2 Taxiway dan Exit Taxiway .....	14
2.6.3 Apron .....	14
2.6.3.1 Tipe Tipe Apron.....	15
2.6.3.2 Konfigurasi Parkir pesawat .....	16

2.6.3.3	Dimensi Apron .....	17
2.6.3.4	Penentuan Jumlah Gerbang ( <i>Gate</i> ) .....	19
2.6.3.5	Tata Letak Apron .....	20
2.7	Perencanaan Perkerasan.....	23
2.7.1	Perencanaan perkerasan Dengan Metode FAARFIELD .....	23
2.7.2	Perkerasan Beton ( <i>Concrete pavement</i> ).....	27
2.7.2.1	Lapis Pondasi Bawah ( <i>Subbase Course</i> ) .....	27
2.7.2.2	Tanah Dasar ( <i>Subgrade</i> ).....	27
2.7.2.3	Joint/sambungan Pada Perkerasan Kaku .....	28
2.8	Ground Handling (Ramp Operation) .....	30

### **BAB III METODOLOGI**

3.1	Studi Literatur.....	35
3.2	Pengumpulan Data.....	35
3.3	Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara.....	35
3.4	Perencanaan Kebutuhan Dimensi Landas Parkir ( <i>Apron</i> ).....	36
3.5	Perencanaan Tata letak Landas Parkir( <i>Apron</i> ).....	36
3.6	Perencanaan Perkerasan Dengan Metode FAA.....	36
3.7	Kesimpulan dan Saran.....	37
3.8	Diagram Alir Metode Penelitian.....	38

### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

4.1	Pendahuluan .....	39
4.2	Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat.....	39
4.2.1	Analisis Eksisting Pergerakan Pesawat .....	39
4.2.2	Analisis Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat.....	41
4.2.2.1	Metode Regresi Linier Berganda .....	47
4.2.2.2	Metode Regresi Linier.....	50

4.2.3	Penentuan Peak Month, Peak Day, dan Peak Hour	51
4.2.3.1	Analisa Pergerakan Penumpang	60
4.2.3.2	Peramalan (Forecasting)	61
4.2.3.3	Penentuan Jumlah Penumpang Puncak di Tahun Rencana	63
4.2.3.4	Analisis Proporsi Jumlah Tipe Pesawat Berdasarkan Jumlah Penumpang Pertumbuhan	65
4.3	Apron	66
4.3.1	Posisi <i>Parking Stand</i>	67
4.3.2	Jumlah Gerbang Landas Parkir	70
4.3.3	Ukuran Gerbang Landas Parkir	73
4.4	Tata Letak Apron	79
4.5	Perencanaan Tebal Perkerasan Landas Parkir	81
4.5.1	Menentukan Tebal Perkerasan Dengan Metode FAARFIELD	82
4.6	Perencanaan Penulangan Perkerasan Landas Parkir	91

## **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran	97

<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	99
-----------------------	----

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Jawa Tengah .....	5
Gambar 1.2	Kondisi Eksisting Bandar Udara Internasional Ahmad Yani .....	5
Gambar 1.3	Rencana Pengembangan Bandar Udara Ahmad Yani .....	6
Gambar 2.1	Penampang Samping Apron.....	18
Gambar 2.2	Tata letak Apron.....	20
Gambar 2.3	Posisi Apron dan taxiway .....	21
Gambar 2.4	Konfigurasi Apron .....	22
Gambar 2.5	Software FAARFIELD .....	24
Gambar 2.6	Two Effective Tire Widths-No Overlap .....	25
Gambar 2.7	One Effective Tire Width-Overlap .....	25
Gambar 2.8	Sambungan Isolasi Tipe A dan A-1 .....	29
Gambar 2.9	Detail Sambungan Isolasi.....	29
Gambar 2.10	Sambungan kontraksi Tipe B, Tipe C dan D .....	30
Gambar 2.11	Detail Sambungan Kontraksi .....	30
Gambar 2.12	Susunan Pelayanan Pesawat Boeing 737-900 .....	32
Gambar 2.13	Ramp Activity Boeing 737-900 .....	33
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi.....	38
Gambar 4.1	Grafik Pergerakan Total Pesawat Tahun 2011- 2015 .....	40
Gambar 4.2	Input Nilai Data Variabel .....	42
Gambar 4.3	Input Tahun Rencana .....	42
Gambar 4.4	Input Rumus Trend Excel .....	43
Gambar 4.5	Hasil Trend Excel .....	44

Gambar 4.6	Hasil Trend Excel .....	45
Gambar 4.7	Grafik Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Tahun 2015 .....	48
Gambar 4.8	Grafik Peramalan Nilai R Square .....	48
Gambar 4.9	Regresi Linier Data Pertumbuhan Pergerakan Keberangkatan Pesawat .....	50
Gambar 4.10	Regresi Linier Data Pertumbuhan Penumpang Berangkat .....	62
Gambar 4.11	Sistem Parkir <i>Nose-In</i> .....	67
Gambar 4.12	Posisi Parking Stand.....	69
Gambar 4.13	Tata Letak Apron.....	79
Gambar 4.14	Posisi Apron dan Taxiway .....	80
Gambar 4.15	Langkah Membuat New Job .....	83
Gambar 4.16	Nama New Job.....	83
Gambar 4.17	Memilih Jenis Perkerasan pada Section Name .....	84
Gambar 4.18	Memilih Pekerjaan pada Job Files .....	85
Gambar 4.19	Pemberian nama pada Job Files .....	85
Gambar 4.20	Akhir Copy Section.....	86
Gambar 4.21	Input Data pada Section Name .....	86
Gambar 4.22	Input Jenis Pesawat pada Airplane.....	87
Gambar 4.23	Input Jenis Pesawat dan Probabilitas .....	88
Gambar 4.24	Modify Structure .....	89
Gambar 4.25	Input Nilai K-Value.....	89
Gambar 4.20	Design Structure .....	90



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peak Hour Rencana Penumpang .....	13
Tabel 2.2 Dimensi Apron.....	19
Tabel 2.3 Jarak Bebas antar Pesawat di Apron .....	22
Tabel 2.4 Nilai Standart pada <i>software</i> FAARFIELD .....	25
Tabel 2.5 Nilai Standart CDF pada Software FAARFIELD .....	26
Tabel 2.6 Rekomendasi Perbaikan dari Tanah Bergelombang .....	27
Tabel 4.1 Data Pergerakan Pesawat Tahun 2011-2015 .....	40
Tabel 4.2 Data Variabel Bebas.....	41
Tabel 4.3 Prediksi Pertumbuhan Variabel Bebas.....	45
Tabel 4.4 Peramalan Jumlah Pergerakan Keberangkatan Pesawat .....	49
Tabel 4.5 <i>Ratio</i> Bulanan Pesawat Terhadap Total satu Tahun .....	52
Tabel 4.6 Jumlah Pergerakan Tiap Hari Pada Bulan Agustus 2014 .....	53
Tabel 4.7 Rekapitulasi Jumlah Pergerakan Tiap Hari Pada Bulan Agustus 2014 .....	54
Tabel 4.8 Ratio Pergerakan Harian Terhadap Pergerakan Bulanan .....	55
Tabel 4.9 <i>Peak Month Ration, Peak Day Ratio, Peak Hour Ratio</i> .....	56
Tabel 4.10 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat di <i>Apron</i> pada Bulan Puncak.....	57
Tabel 4.11 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat pada Hari Tersibuk .....	58

Tabel 4.12 Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat di <i>Apron</i> pada Jam Puncak .....	59
Tabel 4.13 Data Pergerakan Penumpang Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang Tahun 2011-2015.....	61
Tabel 4.14 Peramalan Jumlah Penumpang.....	62
Tabel 4.15 Hubungan Tipe Penumpang Waktu Puncak Berdasarkan Jumlah Penumpang Tahunan.....	64
Tabel 4.16 Hasil Jumlah Penumpang Waktu Puncak.....	64
Tabel 4.17 Proporsi Jumlah Penumpang Berdasarkan Tipe Pesawat.....	65
Tabel 4.18 <i>Parking stand</i> berdasarkan kategori Pesawat...	67
Tabel 4.19 Jenis Pesawat Terbang Berdasarkan Kelas .....	71
Tabel 4.20 Jumlah Pesawat Terbang Berdasarkan Kelas...	67
Tabel 4.21 Jumlah gerbang landas parkir.....	72
Tabel 4.22 Karakteristik Masing-masing Jenis Pesawat ....	74
Tabel 4.23 Jarak bebas antar pesawat di apron .....	75
Tabel 4.24 Dimensi landas parkir kelas C.....	76
Tabel 4.25 Dimensi landas parkir kelas D .....	77
Tabel 4.26 Total Dimensi Landas Parkir C dan D .....	78
Tabel 4.27 Jarak bebas antar pesawat di apron .....	81
Tabel 4.28 Data rata-rata laju pertumbuhan pesawat 2012-2015.....	82
Tabel 4.29 Kategori tanah asar Perkerasan Kaku (Rigid) ..	82
Tabel 4.30 Tebal Perkerasan Landas Kaku .....	90
Tabel 4.31 Dimensi dan Spasi Tulangan Dowel .....	91
Tabel 4.32 Tegangan yang diizinkan Baja .....	92
Tabel 4.33 Dimensi Tulangan Baja.....	93
Tabel 4.34 Spasi Wiremesh.....	94

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kota Semarang adalah ibukota Jawa Tengah, yang memiliki daya tarik tersendiri karena sebagai salah satu kota paling berkembang di pulau Jawa baik ekonomi, perdagangan, jasa, industry dan pariwisata serta menjadi interland di wilayah Jawa Tengah . Kota Semarang mempunyai jumlah penduduk sekitar 2 juta jiwa.

Perkembangan pembangunan yang semakin pesat di kota Semarang dapat dilihat dari munculnya gedung dan mall-mall besar. Dalam perkembangannya, kebutuhan masyarakat akan sarana dan prasarana transportasi terutama transportasi udara semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan karena dari sisi kenyamanan dan waktu transportasi udara ini lebih diunggulkan dibandingkan dengan transportasi lainnya. Kota Semarang memiliki transportasi udara yaitu Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang.

Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang merupakan salah satu bandara internasional yang di kelola oleh PT Angkasa Pura 1 (Persero), sebagai pintu gerbang dan ujung tombak lalu lintas udara yang berlokasi di bagian barat Kota Semarang. Bandar udara ini melayani penerbangan domestik dan penerbangan Internasional.

Pada saat ini kapasitas Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang pada sisi udara meliputi *runway* yang mempunyai panjang landasan 2.680 meter dengan lebar 45 meter, sebuah *taxiway* yang menghubungkan antar *apron* dengan *runway* dan kapasitas *apron* dengan luas 29.008 m<sup>2</sup> yang hanya mampu menampung 8 pesawat (6 *narrow body* dan 2 pesawat kecil) (sumber : <http://achmadyani-airport.com>). Hal ini sangat berpengaruh pada tingkat permintaan penumpang yang semakin bertambah dari tahun ke tahun.

Dengan adanya peningkatan permintaan terhadap transportasi udara tentu saja mengakibatkan adanya peningkatan penumpang yang berpengaruh terhadap jumlah pergerakan pesawat yang berhubungan dengan jumlah penerbangan yang dilakukan. Tingginya pergerakan pesawat dan penumpang berdampak pada penggunaan apron. Selain itu, posisi dan kapasitas apron sangatlah penting di bandara karena hal tersebut merupakan salah satu yang menentukan kelancaran aktifitas di bandara.

Peningkatan jumlah penumpang di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang . PT Angkasa Pura 1 melakukan pengembangan sisi udara dalam dua tahap. Tahap I yang direncanakan selesai tahun 2017 meliputi pembangunan terminal baru di sebelah Utara *runway*, perluasan *apron* seluas 61.344 m<sup>2</sup> yang mampu menampung 10 pesawat dan pembangunan 2 buah *taxiway*. Sedangkan pada tahap II akan direncanakan pengembangan *apron* seluas 72.522 m<sup>2</sup> dan *taxiway* berjumlah 10 buah dan 1 buah paralel *taxiway* (sumber : <http://www.angkasapura1.co.id/detail/berita/bandara-ahmad-yani-pp-rampung-proyek-perluasan-dimulai-bulan-ini>). Hal ini sejalan dengan target pemerintah yang terdapat dalam PM 69 tahun 2013 yang menyatakan bahwa fungsi Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang adalah sebagai PS (Pengumpul skala Sekunder), sedangkan pada tahun 2030 fungsi bandara menjadi PP (Pengumpul skala Primer).

Maka dapat kita simpulkan perlu dilakukan evaluasi kebutuhan apron dan mengenai kinerja penggunaan apron selama beberapa tahun mendatang agar didapat solusi yang tepat untuk mengatasi peningkatan kebutuhan pesawat. Maka judul tugas akhir ini adalah Evaluasi Kebutuhan Apron Rencana Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang .

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang dikemukakan dalam tugas akhir ini adalah :

1. Berapakah jumlah pergerakan pesawat yang menggunakan *apron* pada saat jam puncak di Bandar Udara Ahmad Yani Semarang?
2. Berapakah kebutuhan *parking stand* Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang 20 tahun mendatang?
3. Berapakah kebutuhan dimensi *apron* yang dibutuhkan untuk 20 tahun mendatang di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang?
4. Bagaimana merencanakan perkerasan *apron* baru untuk 20 tahun mendatang di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang?

## 1.3. Batasan Masalah

Untuk menyederhanakan permasalahan yang muncul selama studi berlangsung, maka dibuat batasan-batasan masalah yang akan dibahas. Adapun lingkup studi adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas penambahan runway baru.
2. Tidak membahas system Drainase terkait.
3. Jumlah gerakan pesawat yang akan dipakai adalah data jumlah total gerakan pesawat.
4. Tipe pesawat yang digunakan sesuai dengan tipe pesawat yang tercantum dalam jadwal penerbangan yang ada.
5. Tidak menghitung harga satuan pekerjaan (RAB).
6. Disain apron hanya dihitung berdasarkan jumlah parking stand tanpa garbarata.

#### **1.4. Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam studi ini antara lain:

1. Menghitung jumlah pergerakan pesawat yang menggunakan apron pada saat jam puncak di Bandara Ahmad Yani Semarang.
2. Menghitung kebutuhan *parking stand* untuk 20 tahun mendatang
3. Menghitung dimensi *apron* yang dibutuhkan 20 tahun mendatang
4. Menghitung perkerasan apron untuk 20 tahun mendatang

#### **1.5. Manfaat**

Penyusunan tugas akhir ini diharapkan mampu mendapatkan beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu menghitung pergerakan pesawat yang menggunakan *apron* pada jam puncak di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang
2. Mahasiswa mampu menghitung kebutuhan dimensi, perkerasan apron dan *parkir stand* di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang.
3. Dapat menjadi referensi untuk rencana pengembangan Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang ke depan.

#### **1.6. Lokasi Studi**

Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang terletak di Jalan Puad Ahmad Yani Semarang 50145

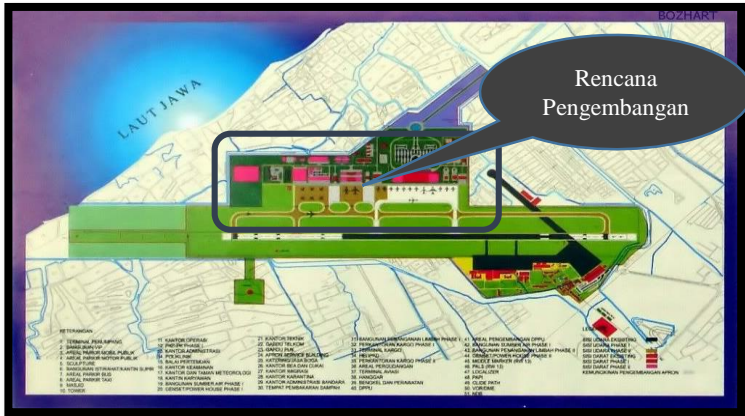


**Gambar 1.1 Peta Jawa Tengah**  
Sumber : Google Earth, 2017



**Gambar 1.2 Kondisi Eksisting Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang**  
Sumber : [www.peta.jawa.tengah.com](http://www.peta.jawa.tengah.com)

Pada gambar 1.2 dijelaskan bahwa warna hijau menunjukkan lokasi apron eksisting sedangkan yang warna biru lokasi apron pengembangan (rencana).



**Gambar 1.3 Rencana Pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang**

*Sumber : [www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)*

Pada gambar 1.3 dijelaskan bahwa warna hitam menunjukkan bagian bagian rencana pengembangan Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang yang baru.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Perencanaan Bandar Udara**

Bandar Udara adalah lapangan terbang yang dipergunakan untuk mendarat dan lepas landas pesawat udara, naik turun penumpang, bongkar muat kargo, serta dilengkapi dengan fasilitas keselamatan penerbangan dan sebagai tempat perpindahan antar moda (SKEP-77-VI-2005).

Fasilitas sisi udara suatu bandara meliputi landas pacu (*runway*), penghubung landas pacu (*taxiway*), dan daerah pelataran parkir pesawat (*apron*). Dimensi dari *runway*, *taxiway*, dan *apron* tergantung dari jenis dan jumlah pesawat yang beroperasi pada suatu bandara.

Pertumbuhan pesat pada lalu lintas udara berpengaruh pada kebutuhan pesawat terbang, baik itu jenis, ukuran, kapasitas, dan jumlahnya. Hal ini berkaitan dengan dengan kebutuhan dengan fasilitas sisi udara dari bandara, antara lain :

- a. Karakteristik serta ukuran pesawat yang direncanakan yang akan beroperasi pada bandara.
- b. Perkiraan jumlah penumpang mempengaruhi kebutuhan dimensi apron.

#### **2.2. Karakteristik Pesawat Terbang**

Sebelum merancang pengembangan sebuah lapangan terbang, dibutuhkan pengetahuan karakteristik pesawat terbang secara umum untuk merencanakan prasarananya. Karakteristik pesawat terbang antara lain :

- a. Ukuran  
Ukuran dari pesawat menentukan lebar *runway*, lebar *taxiway*, serta jari-jari putar yang dibutuhkan

- b. Berat  
Berat pesawat menentukan tebal perkerasan dari *runway*, *taxiway*, dan *apron*.
- c. Kapasitas penumpang  
Kapasitas penumpang berpengaruh dalam menentukan fasilitas di dalam maupun sekitar terminal bandara.
- d. Kebutuhan dimensi apron  
Kebutuhan dimensi apron mempengaruhi luas tanah bandara yang dibutuhkan.

(Sumber : Basuki, 1990)

Karakteristik pesawat yang berhubungan dengan perencanaan lapis perkerasan bandara antara lain :

- a. Beban pesawat
- b. Konfigurasi roda pendaratan utama pesawat

(Sumber : Sartono, 1992)

### **2.3. Berat Pesawat Terbang**

Beberapa komponen dari berat pesawat terbang yang paling menentukan dalam menghitung panjang landas pacu dan kekuatan perkerasannya, yaitu :

- a. Operating Weight Empty (Berat Kosong Operasi)  
Adalah berat dasar pesawat terbang, termasuk di dalamnya crew dan peralatan pesawat terbang, tetapi tidak termasuk bahan bakar dan penumpang atau barang yang membayar.
- b. Pay Load (Muatan)  
Adalah produksi muatan (barang atau penumpang) yang membayar, diperhitungkan menghasilkan pendapatan bagi perusahaan. Pertanyaan yang sering muncul, berapa jauh pesawat bisa terbang, jarak yang bisa ditempuh pesawat disebut jarak tempuh (*range*). Banyak faktor yang mempengaruhi jarak tempuh pesawat, yang paling penting adalah pay load. Pada dasarnya pay load bertambah, jarak

tempuhnya berkurang atau sebaliknya pay load berkurang, jarak tempuh bertambah.

- c. **Zero Fuel Weight (Berat Bahan Bakar Kosong)**  
Adalah batasan berat, spesifik pada tiap jenis pesawat, di atas batasan berat itu tambahan berat harus berupa bahan bakar, sehingga ketika pesawat sedang terbang, tidak terjadi momen lentur yang berlebihan pada sambungan.
- d. **Maximum Structural Landing Weight**  
Adalah kemampuan struktural dari pesawat terbang pada waktu melakukan pendaratan.
- e. **Maximum Structural Take Off Weight**  
Adalah berat maximum pesawat terbang termasuk didalamnya crew, berat pesawat kosong, bahan bakar, pay load yang diizinkan pabrik, sehingga momen tekuk yang terjadi pada badan pesawat terbang, rata-rata masih dalam batas kemampuan yang dimiliki oleh material pembentuk pesawat terbang.
- f. **Berat Statik Main Gear dan Nose Gear**  
Pembagian beban statik antara roda pendaratan utama (main gear) dan nose gear, tergantung pada jenis/tipe pesawat dan tempat pusat gravitasi pesawat terbang. Batas-batas dan pembagian beban disebutkan dalam buku petunjuk tiap-tiap jenis pesawat terbang, yang mempunyai perhitungan lain dan ditentukan oleh pabrik.

#### **2.4. Peramalan Pertumbuhan Lalu lintas Udara Menggunakan Metode Ekonometrik**

Teknik yang paling canggih dan kompleks dalam peramalan yaitu dengan penggunaan model ekonometrik. Model ekonometrik berhubungan dengan ukuran aktivitas penerbangan terhadap faktor ekonomi dan social yang berpengaruh dalam teknik peramalan masa depan. Ada berbagai macam teknik yang digunakan dalam ekonometrik pemodelan untuk perencanaan bandara :

- a. Generasi perjalanan dan model gravitasi yang cukup umum dalam peramalan penumpang dan pesawat lalu lintas.
- b. Teknik analisis regresi sederhana dan ganda, baik linier atau non linier sering diterapkan untuk berbagai macam peramalan masalah untuk memastikan antara variabel terikat dengan variabel penjelas.

Bentuk persamaan yang digunakan dalam regresi linier berganda analisis diberikan dalam persamaan sesuai dengan FAA:

$$Y_{est} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + X_3 + a_3 \cdots + a_n X_n \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| $Y_{est}$                        | = variabel terikat atau variabel yang sedang diramalkan   |
| $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$      | = variabel terikat atau variabel yang digunakan untuk menjelaskan variasi dalam variabel dependen |
| $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ | = koefisien regresi atau konstanta digunakan untuk mengkalibrasi persamaan                        |

## 2.5. Perhitungan Peak Hour

### 2.5.1. Metode Perhitungan Jam Puncak

Perhitungan volume jam puncak dalam Tugas Akhir ini diperlukan :

- a. Sebagai dasar acuan kondisi paling maksimum pemakaian *apron*.
- b. Untuk mengetahui tingkat pergerakan maksimum pada kondisi *peak hour*

Berdasarkan data *existing* jumlah rata-rata pergerakan harian di *apron* dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pesawat di *apron* pada bulan puncak dalam 1 tahun. Dapat diketahui *ratio* jumlah

pergerakan pesawat total 1 tahun. Dapat dilihat pada perumusan (*Pignataro, 1973*)

$$R_{month} = \frac{N_{month}}{N_{year}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$R_{month}$  = *Peak month ratio*

$N_{month}$  = Jumlah pergerakan total pesawat di *apron* saat bulan puncak

$N_{year}$  = Jumlah pergerakan total pesawat di *apron* dalam 1 tahun.

Ratio jumlah pergerakan pesawat pada hari puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat bulan puncak adalah

$$R_{day} = \frac{N_{day}}{N_{month}} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

$R_{day}$  = *Peak day ratio*

$N_{day}$  = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* dalam 1 hari

$N_{month}$  = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* saat bulan puncak

Ratio jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak terhadap jumlah pergerakan pesawat total 1 hari adalah :

$$R_{hour} = \frac{N_{hour}}{N_{day}} \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

$R_{hour}$  = *Peak hour ratio*

$N_{hour}$  = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* saat jam puncak

$N_{day}$  = Jumlah pergerakan total pesawat di *runway* dalam 1 hari

Untuk memperkirakan jumlah pergerakan pesawat tahun rencana untuk kondisi *peak hour* adalah dengan langsung mengalihkan R dengan peramalan jumlah pergerakan harian rata-rata pada bulan puncak tahun rencana.

### 2.5.2. Peak Hour rencana pesawat

Perhitungan peramalan pertumbuhan data historis volume lalu lintas udara dalam bentuk tahunan, menghasilkan olahan databerupa volume lalu lintas tahunan pula. Dimana data tersebutdidapat dari akumulasi volume tiap jam dengan nilai yangberbeda – beda. Dalam 24 jam per harinya, terdiri dari jumlahpergerakan pesawat dan penumpang terbanyak yang dihasilkan dari volume per jam atau disebut dengan volume pada jam puncak. Pengkonversian data volume tahunan menjadi volume pada jam puncak dapat dilakukan dengan beberapa tahap tertentu sesuai dengan jenis data yang dimiliki. Beberapa tahapan untuk mendapatkan volume jam puncak adalah sebagai berikut :

- a) Prosentase volume pergerakan bulanan maksimum tiap tahun terhadap volume pergerakan tahunan dengan mengambil prosentase bulanan sebesar 85 % dari prosentase kumulatif data yang ada sebagai persentase bulanan maksimum rencana.  
 $Average\ monthly = 0.08417 \times Annual\ passenger\ flo \dots\dots(5)$
- b) Volume harian rata – rata (*average day*), dimana *peak month* dibagi dengan jumlah rata – rata dalam satu bulan (31 hari).  
 $Volume\ harian\ rata-rata = 0.03226 \times volume\ bulanan\ maksimum \dots\dots\dots(6)$
- c) Volume harian maksimum (*Peak day movemenet*) yang merupakan besarnya volume pergerakan terbanyak dalam 1 (satu) hari tertentu.  
 $Volume\ harian\ maksimum = 26 \times average\ day \dots\dots(7)$
- d) Volume pada jam puncak (*peak hour*) yang merupakan pergerakan terbanyak pada jam tertentu dalam 1 jam dimana

*peak hour* ini memiliki nilai pergerakan sebesar 12% - 15% dari *peak day*.

$$\text{Volume jam puncak} = 0.0917 \times \text{peak daily flow} \dots\dots\dots(8)$$

(Sumber : Ashford, 1989 dikutip dari Ari Sandhyavitri & Hendra Taufik, 2005)

### 2.5.3. Peak Hour Rencana Penumpang

Dari hasil peramalan pertumbuhan jumlah penumpang akan diperoleh perkiraan jumlah penumpang per tahun. Hasil *forecasting* tersebut digunakan untuk menghitung jumlah perkiraan penumpang pada saat *peak hour* dengan menggunakan metode TPHP (*typical peak hour passanger*) menurut FAA. Metode TPHP tersebut menggunakan tabel persentase seperti berikut :

**Tabel 2.1** Persentase TPHP

<b>Total Annual Passenger</b>	<b>TPHP as a% Annual Passenger</b>
20 million and over	0.03
10.000.000 - 19.999.999	0.035
1.000.000 - 9.999.999	0.04
500.000 - 999.999	0.05
100.000 - 499.999	0.065
Under 100.00	0.12

(Sumber : FAA)

Dimana jumlah penumpang pada tahun rencana akan dikalikan dengan % TPHP untuk mengetahui perkiraan *peak hour* penumpang rencana pada tahun tersebut.

## 2.6. Fasilitas Sisi Udara

Pada prinsipnya Bandar udara harus memiliki fasilitas sisi udara antara lain sebagai berikut:

### 2.6.1. Landasan Pacu (Runway)

Landas pacu (*runway*) adalah jalur perkerasan yang dipergunakan oleh pesawat terbang untuk mendarat (*take off*) dan lepas landas (*landing*). Sistem landas pacu (*runway*) suatu bandar udara terdiri dari perkerasan struktur, bahu landasan (*shoulder*), bantalan hembusan (*blast pad*), dan daerah aman landas pacu (*runway end safet area*). Pada bandar udara yang harus diperhatikan adalah panjang, jumlah, lebar, jarak terhadap landas hubung (*taxiway*) dan landas parkir (*apron*), dan orientasi arah landas pacu terhadap angin.

(Sumber : Horonjeff, 2010)

### 2.6.2. Taxiway Dan Exit Taxiway

*Taxiway* adalah jalan yang menghubungkan terminal dengan landasan pacu (*runway*). Lokasi penempatan *taxiway* harus direncanakan secara tepat agar semua aktivitas yang ada di tempat ini tidak mengganggu pergerakan pesawat yang akan lepas landas. Waktu tunda yang diakibatkan oleh pesawat *landing* terhadap pesawat yang lepas landas akan lebih singkat bila *taxiway* memungkinkan pesawat untuk membelok dengan kecepatan tinggi.

*Exit Taxiway* adalah Lokasi jalan keluar pesawat pada jarak 450 m – 650m ambang landasan. Terdapat 3 tipe sudut *exit taxiway*, yaitu 30°, 45°, 90°. *Exit taxiway* dengan sudut 30° disebut *rapid exit taxiway* atau *high speed exit taxiway*.

### 2.6.3. Apron

Fasilitas sisi udara ini berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan penumpang dan muatan, bahan bakar, parkir, dan persiapan pesawat sebelum melanjutkan penerbangan. Area ini terdiri dari tempat parkir pesawat (*aircraft gates, aircraft stands,*



atau *ramps*) dan jalur khusus sirkulasi pesawat memasuki/keluar dari tempat parkir (*taxilane*).

Ukuran dan letak *gate* harus didesain sesuai karakter pesawat yang menggunakan *gate* tersebut. Beberapa karakteristik yang dimaksud seperti lebar sayap, panjang, dan radius belok pesawat serta keperluan kendaraan–kendaraan yang menyediakan perawatan untuk pesawat selama berada di *gate*. Persamaan evaluasi *apron* menurut JICA adalah sebagai berikut:

$$N = \frac{C \times T}{60} + A \quad \dots\dots\dots (9)$$

Dimana :

N = Jumlah pesawat yang akan parkir di *apron*

C = Jumlah pesawat saat jam sibuk

T = Waktu pesawat menempati area (30-60 menit)

A = Cadangan pesawat

### 2.6.3.1. Tipe Tipe Apron

Ada beberapa tipe apron yang ada di Bandar Udara di antaranya sebagai berikut:

#### a. Cargo

Adalah Apron yang berdekatan dengan gedung kargo untuk melayani pesawat-pesawat yang khusus mengangkut kargo dan dialokasikan areal yang cukup luas untuk mengakomodasi sebanyak mungkin pesawat-pesawat yang diparkir.

#### b. Apron Terminal

Adalah *Apron* yang diperuntukkan bagi manufer pesawat dan juga parkir pesawat dekat terminal, dan areal ini merupakan daerah dimana penumpang dapat naik turun pesawat. Areal ini juga dilengkapi dengan fasilitas pengisian bahan baker ataupun fasilitas perawatan kecil.

c. *Apron Parkir*

Kadang suatu bandara memerlukan *Apron* parkir yang agak terpisah, disini pesawat dapat parkir dalam waktu yang lebih lama, digunakan selama Crew pesawat beristirahat atau karena diperlukan perbaikan kecil terhadap pesawat.

d. *Apron Hanggar dan Apron Service*

Adalah areal didekat hangar perbaikan yang digunakan untuk perbaikan ringan. Sedangkan *Apron* hangar adalah areal tempat dimana pesawat masuk keluar hangar.

e. *Isolated Apron*

Adalah *Apron* yang diperuntukkan pesawat-pesawat yang perlu diamankan, misalnya yang dicurigai membawa bahan peledak, lokasinya agak diletakkan jauh dari *Apron* biasa ataupun dari Bandar udara dan bangunannya.

### 2.6.3.2. Konfigurasi Parkir Pesawat

Konfigurasi parkir pesawat berhubungan dengan bagaimana pesawat ditempatkan berkenaan dengan gedung terminal dan manuver pesawat cara masuk dan keluar Taxiway, hal ini sangat penting yang mempengaruhi posisi parkir pesawat, untuk itu mempengaruhi luas daerah *Apron*. Pesawat dapat ditempatkan dengan berbagai sudut terhadap gedung terminal dan dapat keluar masuk Taxiway dengan kekuatan sendiri atau dengan bantuan alat pendorong / penarik.

Berbagai bentuk Konfigurasi Parkir pesawat :

- a. Konfigurasi Parkir Hidung Kedalam / Pesawat mengarah ke Terminal
- Disini pesawat diparkir tegak lurus gedung terminal dengan hidung berjarak sedekat mungkin.
  - Memudahkan penumpang naik pesawat karena letaknya yang dekat dengan Terminal
  - Tidak menimbulkan suara bising yang menimpa bangunan terminal

- Harus menyediakan alat pendorong pesawat untuk memungkinkan pesawat bergerak dengan kekuatan mesin sendiri
- b. Konfigurasi Parkir Hidung kedalam besudut / mengarah kedalam tapi bersudut
- Disini sama dengan konfigurasi diatas tetapi pesawat tidak diparkir tegak lurus gedung terminal
  - Disini menimbulkan polusi suara yang lebih tinggi dan memerlukan luas Taxiway yang lebih luas.
  - Keuntungannya adalah pesawat dapat memasuki dan keluar dari Taxiway dengan kekuatan sendiri
- c. Konfigurasi Parkir Hidung keluar bersudut / Pesawat mengarah keluar
- Disini pesawat diparkir dengan hidung yang menjauhi Terminal
  - Keuntungannya disini adalah pesawat dapat memasuki atau keluar dari Taxiway dengan kekuatan mesin sendiri,
  - Kerugiannya adalah menimbulkan kebisingan suara yang lebih tinggi.
- d. Konfigurasi Parkir Sejajar ( Paralel )
- Konfigurasi ini adalah yang paling mudah dipandang dari sudut manuver pesawat,
  - Kebisingan dikurangi karena tidak diperlukan gerakan memutar yang tajam

### 2.6.3.3. Dimensi Apron

Dimensi Apron adalah ukuran yang harus dipenuhi apron untuk menampung pesawat. Hal yang mempengaruhi dimensi apron adalah tipe pesawat dan system parkir pesawat. Jadi untuk menentukan dimensi apron dapat dihitung dengan perumusan dibawah ini:

$$P = G \times 2R \times G \times C \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$L = L + C + W \quad \dots\dots\dots (11)$$

Dimana :

$G$  = Jumlah *gate*

$R$  = Radius putar pesawat

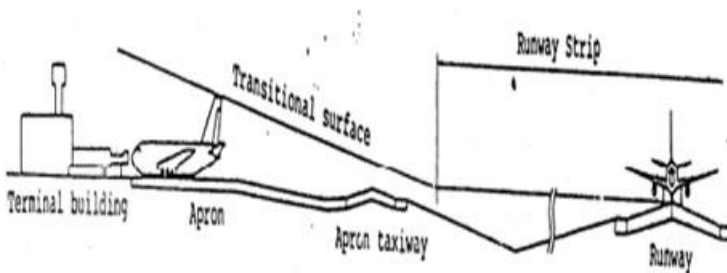
$C$  = Jarak pesawat dan pesawat ke gedung terminal  
(25ft – 35ft)

$L$  = Panjang pesawat (ft)

$W$  = Lebar *taxilane* (16ft untuk pesawat kecil dan 29ft untuk pesawat berbadan lebar)

Jika  $R$  tidak tersedia, maka nilai  $R$  dapat dihitung dengan rumus :  $R = (\text{wingspan}/2) + (\text{wheel base}/\text{tg}60)$

Sehingga akan diperoleh dimensi *apron* minimum yang diperlukan.



**Gambar 2.1** Penampang Samping Apron  
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

**Tabel 2.2** Tabel Dimensi *apron*

Uraian	Penggolongan pesawat					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Dimensi untuk satu pesawat						
a. Slef taxiing (45° taxiing)						
o Panjang (m)	40	40	70	70-85	70-85	70-85
o Lebar (m)	25	25	55	55-80	55-80	55-80
b. Nose in						
o Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
o Lebar (m)	-	-	45	70	70	70
c. Clearance antar pesawat dengan pesawat di Apron (m)	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5
2. Slope/Kemiringan						
a. Ditempat Pesawat Parkir, Maksimum	1 ≤	1 ≤	1 ≤	1 ≤	1 ≤	1 ≤
b. Didaerah Pemuatan Bahan Bakar Pesawat	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2	+ 1/2

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

#### 2.6.3.4. Penentuan Jumlah Gerbang (Gate)

Perencanaan jumlah gerbang (*gate*) ditentukan berdasarkan perkiraan arus kedatangan dan keberangkatan pesawat setiap jam dalam perencanaan awal. Faktor pemakaian gate rata-rata di suatu bandar udara bervariasi antara 0,5 - 0,8 karena hampir tidak mungkin suatu *gate* dipergunakan selama 100% waktu karena gerak manuver pesawat masuk/keluar *gate* akan menghalangi pesawat lainnya untuk masuk/keluar *apron gate* di sekitarnya. Penentuan jumlah posisi gerbang (*gate position*) dapat dihitung berdasarkan perumusan di bawah ini.

$$\text{Rumus : } G = (V \times T) / U \dots \dots \dots (12)$$

Dimana:

G = Jumlah gerbang (*gate*)

V = Vol. rencana untuk kedatangan/keberangkatan

(gerakan/jam)

T = Gate Occupancy Time (jam)

Untuk kelas A = 60 menit

Untuk kelas B = 40 menit

Untuk kelas C = 30 menit

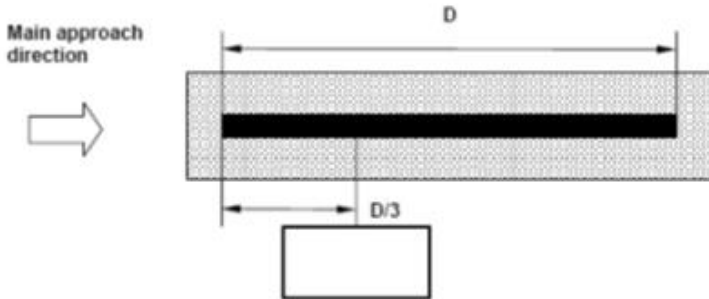
U = Faktor pemakaian gerbang (*gate*)

(0,6 – 0,8 → bisa digunakan untuk semua jenis penerbangan.

0,5 – 0,6 → hanya bisa dipakai untuk beberapa jenis penerbangan)

### 2.6.3.5. Tata Letak Apron

Letak apron harus direncanakan dengan memperhatikan karakter pesawat yang menggunakan apron tersebut seperti lebar sayap, panjang, dan radius belok pesawat, dan juga areal yang diperlukan oleh kendaraan-kendaraan yang menyediakan servis untuk pesawat selama di apron.

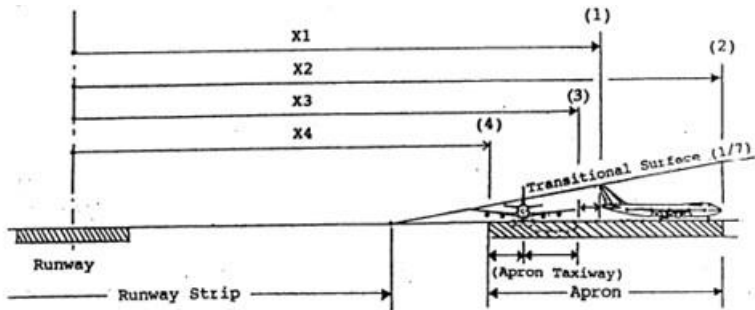


**Gambar 2.2 Tata Letak Apron**

Rumus : Posisi Apron =  $\frac{1}{3} D$ ..... (13)

Dimana:

D : Panjang Runway



**Gambar 2.3** Posisi Apron dan Taxiway  
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

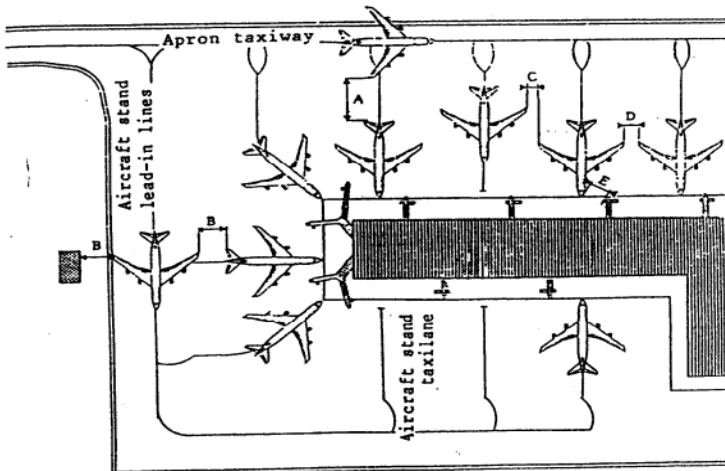
Posisi masing-masing di parkir pesawat dari garis tengah runway diatur sebagai berikut:

- X1 = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah runway.
- X2 = Posisi dari garis tengah runway sampai bangunan terminal.  
( $X2 = X1 + \text{panjang maksimum pesawat}$ )
- X3 = Posisi ujung sayap pesawat yang berada disisi bangunan terminal sampai garis tengah runway.  
( $X3 = X1 - \text{jarak antar dua pesawat}$ )
- X4 = Posisi ujung dari parkir pesawat sampai dengan garis tengah runway  
( $X4 = X3 - \text{Lebar maksimum pesawat} / 2$ )

**Tabel 2.3** Jarak bebas antar pesawat di *apron*

Uraian	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dan pesawat lain (C) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat dengan pengisian bahan bakar dan bangunan (E) (m)	15	15	15	15	15	15

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

**Gambar 2.4** konfigurasi Apron

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)



## 2.7. Perencanaan Perkerasan

Perkerasan merupakan struktur yang tersusun atas beberapa lapisan dan daya dukung yang berbeda - beda. Suatu perkerasan dibedakan atas dua jenis, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Dimana, perkerasan yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat dan digelar pada permukaan material granular mutu tinggi disebut perkerasan lentur, sedangkan perkerasan yang dibuat dari slab-slab beton (*Portland Cement Concrete*) disebut perkerasan “*Rigid*” (Sumber: Basuki, 1986 ).

Dalam hal ini, perkerasan yang direncanakan adalah ditujukan untuk melayani suatu pesawat udara yang akan beroperasi di atasnya dengan aman dan nyaman, sehingga dibutuhkan daya dukung yang cukup serta permukaan yang rata. Perencanaan struktural dalam perencanaan bandara ini adalah penentuan tebal perkerasan dan bagian-bagiannya.

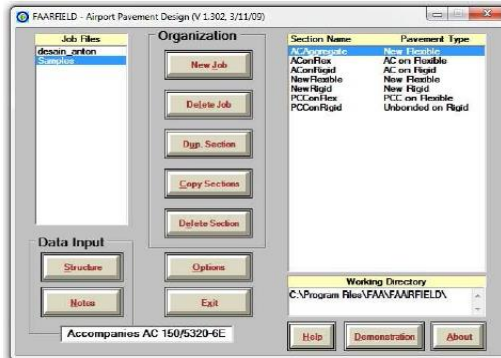
Perkerasan lentur terdiri atas lapisan *surface coarse*, *basecourse*, dan *sub base coarse*. Semua komposisi penyusun tersebut digelar di atas tanah asli yang dipadatkan (*subgrade*). Berikut metode perencanaan yang digunakan untuk perkerasan lapangan terbang, antara lain:

- a. Metode CBR (*US of Engineers*)
- b. Metode FAA (*Federal Aviation Administration*) cara Manual
- c. Metode FAA (*Federal Aviation Administration*) Dengan *software* FAARFIELD
- d. Metode LCN (*Load Classification Number*)
- e. Metode *Shell*
- f. Metode *Asphalt Institute*

### 2.7.1. Perencanaan Perkerasan Dengan *Software* FAARFIELD

FAARFIELD (*Federal Aviation Administration Rigid and Flexible Iterative Elastic Layered Design*) merupakan suatu program komputer untuk mendesain tebal perkerasan lentur

maupun kaku pada landasan pacu bandar udara. FAARFIELD juga dapat mendesain tebal *overlay* perkerasan lentur atau kaku. Prosedur perhitungan dan desain ketebalan dalam program ini berdasarkan metode FAA-AC No: 150\_5320\_6E.



**Gambar 2.5 Software FAARFIELD**

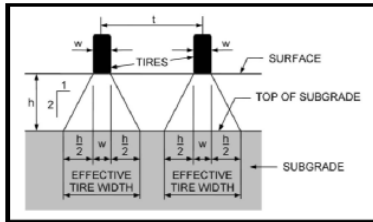
Prosedur perencanaan perkerasan sudah di implementasikan di dalam program FAA yaitu FAARFIELD menerapkan prosedur *layer elastic* dan *finite element* untuk merencanakan perkerasan baru pada perkerasan lentur.

1. Prinsip dasar perhitungan tebal perkerasan FAARFIELD yang didasarkan pada AC 150/5320-6E.
  - a. Masukkan semua pesawat pengguna landasan dan tidak melakukan ekuivalen pesawat ke pesawat rencana.
  - b. Jarak roda pendaratan utama setiap pesawat dari garis tengah landasan mempengaruhi kumulatif (*Cummulative Damage Factor*).
  - c. Konsep pesawat rencana tidak dipakai dalam FAARFIELD.

## 2. *Pass-to-coverage ratio* (PCR)

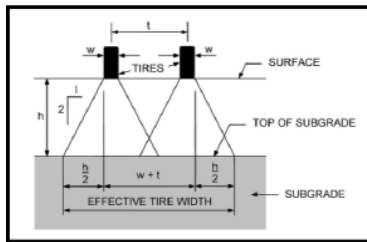
Rasio jumlah lintasan terhadap beban penuh per satuan luas perkerasan disebut sebagai *pass-o-coverage ratio*. *Responses line* digambar dengan kemiringan 1:2 dari pinggir kotak hingga ke puncak tanah dasar, seperti diilustrasikan dalam Gambar 2.6 dan

Gambar 2.7. Semua perhitungan lebar efektif roda dan PCR dilakukan di dalam program FAARFIELD.



**Gambar 2.6 Two Effective Tire Widths-No Overlap**

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)



**Gambar 2.7 One Effective Tire Width-Overlap**

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

### 3. FAARFIELD Default Value

**Tabel 2.4** Nilai Standar pada Software FAARFIELD

Base Layer	Modulus, psi (MPa)	Poisson's Ratio
Stabilized(flexible)		
Variable Minimum	150,000 (1 035)	0.35
Variable Maximum	400,000 (2 760)	
P-401/403 Asphalt	400,000 (2 760)	

**Tabel 2.4 Lanjutan**

Base Layer	Modulus, psi (MPa)	Poisson's Ratio
Stabilized (rigid)		
Variable Minimum	250,000 (1 720)	0.20
Variable Maximum	700,000 (4 830)	
P-304 Cement Treated Base	500,000 (3 450)	
P-306 Econocrete Subbase	700,000 (4 830)	

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

4. Faktor Kerusakan Kumulatif (*Cumulative Damage Factor*)

$$CDF = \frac{\text{number of applied load repetitions}}{\text{number of allowable repetitions to failure}} \dots (14)$$

Or

$$CDF = \frac{(\text{annual departures}) \times (\text{life in years})}{\left(\frac{\text{pass}}{\text{coverage ratio}}\right) \times (\text{coverages to failure})} \dots (15)$$

Or

$$CDF = \frac{\text{applied coverages}}{\text{coverages to failure}} \dots (16)$$

**Tabel 2.5** Nilai Standar CDF pada *Software FAARFIELD*

CDF value	Pavement Remaining Life
1	The pavement has used up all of its fatigue life.
< 1	The pavement has some life remaining, and the value of CDF gives the fraction of the life used.
> 1	The pavement has exceeded its fatigue life.

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

## 2.7.2. Perkerasan Beton (Concrete Pavement)

Permukaan beton harus memberikan tekstur kualitas yang anti selip, mencegah penyerapan air permukaan ke dalam tanah dasar, dan memberikan dukungan struktural.

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

### 2.7.2.1. Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

Standar FAA lapis pondasi bawah untuk perkerasan kaku adalah sebesar 4 inci (102 mm) dengan jenis material adalah P-154, pada lapis pondasi bawah. Dalam beberapa kasus tertentu, diinginkan menggunakan bahan yang berkualitas lebih tinggi atau ketebalan P-154 lebih besar dari 4 inci (102 mm).

### 2.7.2.2. Tanah Dasar (Subgrade)

Tanah dasar di bawah perkerasan kaku harus dipadatkan. Penggalian dan penimbunan kembali meliputi kontrol konstruksi dan pemadatan tanah dasar.

**Tabel 2.6** Rekomendasi Perbaikan dari Tanah Bergelombang

Swell Potential (Based on Experience)	Percent Swell Measured (ASTM D 1883)	Potential for Moisture Fluctuation <sup>1</sup>	Treatment
Low	3-5	Low	Compact soil on wet side of optimum (+2% to +3%) to not greater than 90% of appropriate maximum density <sup>2</sup> .
		High	Stabilize soil to a depth of at least 6 in. (150 mm)
Medium	6-10	Low	Stabilize soil to a depth of at least 12 in. (300 mm)
		High	Stabilize soil to a depth of at least 12 in. (300 mm)

**Tabel 2.6 Lanjutan**

Swell Potential (Based on Experience)	Percent Swell Measured (ASTM D 1883)	Potential for Moisture Fluctuation <sup>1</sup>	Treatment
High	Over 10	Low	Stabilize soil to a depth of at least 12 in. (300 mm)
		High	For uniform soils, i.e., redeposited clays, stabilize soil to a depth of at least 36 in. (900 mm) or raise grade to bury swelling soil at least 36 in. (900 mm) below pavement section or remove and replace with nonswelling soil. For variable soil deposits depth of treatment should be increased to 60 in. (1 500 mm).

*(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design  
and Evaluation)*

### **2.7.2.3. Joint / Sambungan pada Perkerasan Kaku**

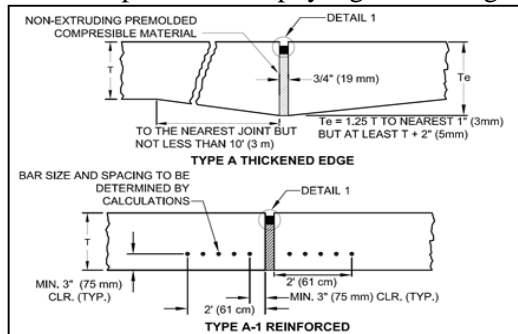
Joint/Sambungan dibuat pada perkerasan kaku, agar beton dapat mengembang dan menyusut tanpa halangan sehingga meringankan/mengurangi efek merusak dan meminimalkan.

#### **a. Kategori Sambungan**

Sambungan pada perkerasan kaku dikategorikan menurut fungsi bersama dimaksudkan untuk melakukan kategori sambungan isolasi, kontraksi, dan konstruksi.

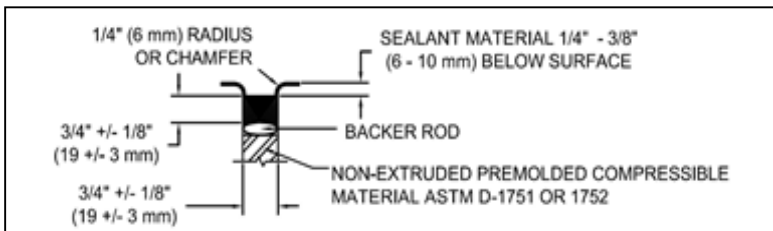
1. Sambungan isolasi (Tipe A, A-1), fungsi sambungan isolasi untuk mengisolasi memotong perkerasan dan struktur perkerasan.
  - Tipe A digunakan ketika kondisi menghalangi penggunaan perangkat penyaluran beban yang mencakup seluruh perkerasan, dimana perkerasan berbatasan struktur.

- Perkerasan ini dibentuk dengan meningkatkan ketebalan perkerasan di sepanjang tepi slab. Tidak ada dowel bar yang digunakan.
- Tipe A-1 digunakan sebagai alternatif dalam kasus dimana menebalkan perkerasan tepi yang tidak diinginkan.



**Gambar 2.8 Sambungan Isolasi Tipe A dan A-1**

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

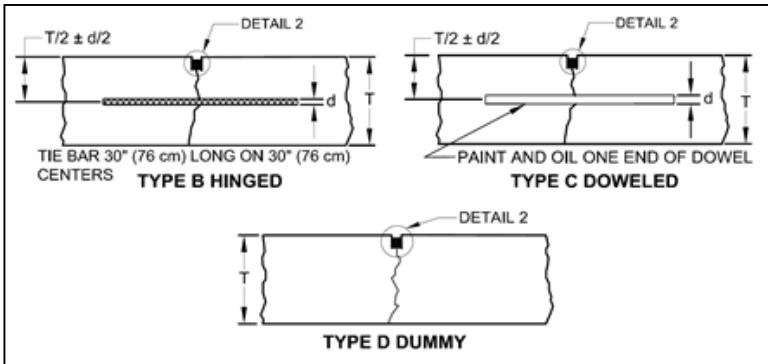


**Gambar 2.9 Detail Sambungan Isolasi**

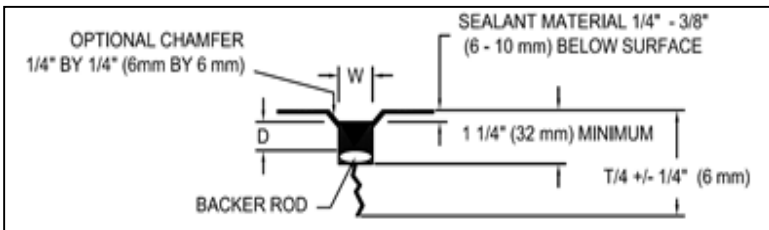
(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

2. Sambungan Kontraksi (Tipe B, C, D), fungsi sambungan kontraksi adalah memberikan retak yang dikendalikan dari perkerasan ketika perkerasan terjadi penurunan kadar air atau penurunan suhu.

(Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)



**Gambar 2.10 Sambungan Kontraksi Tipe B, Tipe C dan D**  
 (Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)



**Gambar 2.11 Detail Sambungan Kontraksi**  
 (Sumber : FAA AC No: 150/5320-6E Airport Pavement Design and Evaluation)

## 2.8. Ground Handling (Ramp Operation)

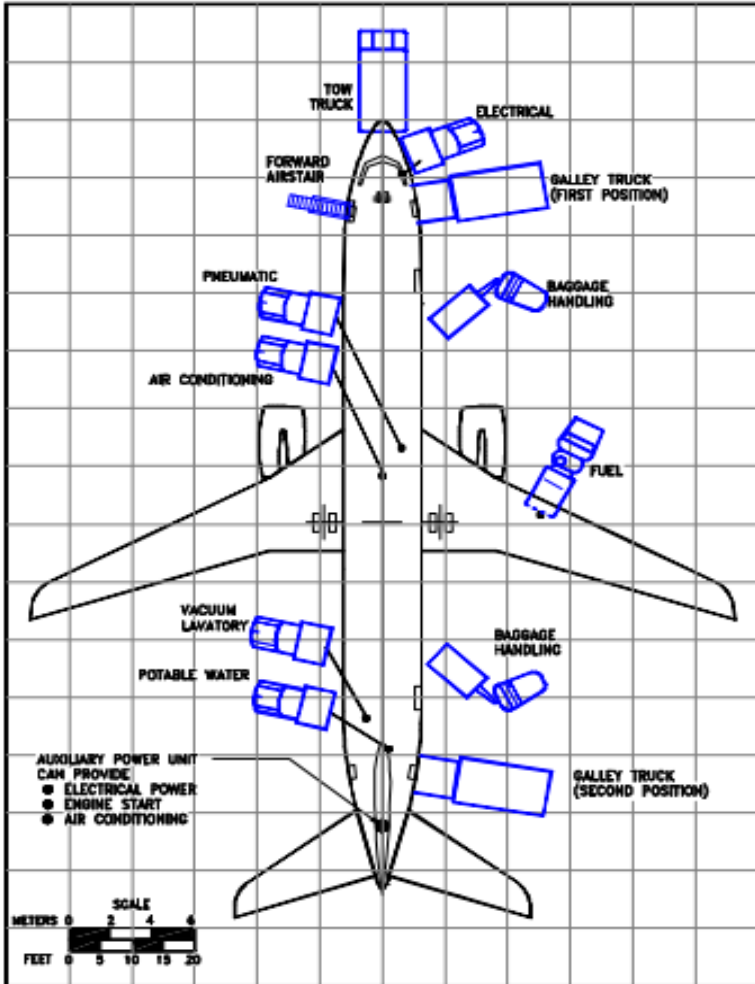
Secara operasional, kegiatan *ground handling* dibedakan menjadi dua bagian, yaitu pelayanan *ground handling* di Terminal (*Terminal Operations*) dan di *Airside* (*Ramp Operations*). Kegiatan *ground handling* yang dilakukan di *apron* (*ramp operations*) membutuhkan sejumlah GSE dan peralatan lainnya yang berdampak pada menurunnya kapasitas *apron*.



Kegiatan *ramp operations* terdiri dari:

- Membimbing pesawat masuk dan keluar dan keluar dari posisi parkir
- Pelayanan kamar kecil (Lavatory Service)
- Penggantian air (untuk minum-non minum penggunaan toilet)
- Pendingin udara
- *Airstart unit* (untuk mesin start)
- Pelayanan bagasi
- Katering
- Pengisian bahan bakar

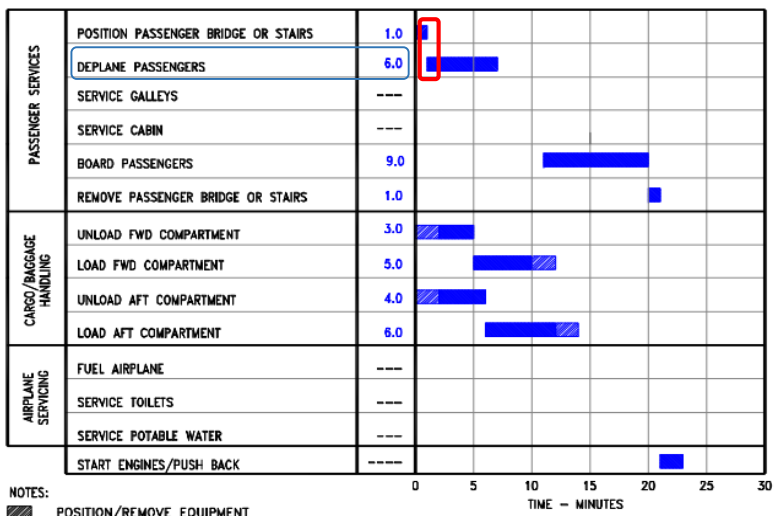
Berikut contoh dari susunan pelayanan aktifitas *ground handling* terhadap pesawat jenis Boeing 737 – 900.



**Gambar 2.12 Susunan Pelayanan Pesawat Boeing 737-900**  
(Sumber : Boeing 737)

Pada gambar 2.12 dijelaskan bahwa pesawat yang sedang parkir di apron ada beberapa kegiatan diantaranya seperti pengisian

bahan bakar, menurunkan penumpang dan barang, membersihkan dalam pesawat, service mekanik pesawat.



**Gambar 2.13 Ramp Activity Boeing 737-900**

(Sumber : Boeing 737)

Pada gambar 2.13 dijelaskan bahwa durasi waktu kegiatan di apron. Seperti contoh diatas durasi penurunan penumpang adalah 6 menit. Sedangkan maksud kotak yang berwarna merah adalah kegiatan penurunan penumpang dilakukan setelah jembatan penumpang dipasang.

*‘Halaman ini sengaja dikosongkan’*

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Studi Literatur**

Studi Literatur ini dilakukan dengan mengumpulkan literature-literatur yang terkait dan referensi lain yang menunjang dalam penyelesaian tugas akhir ini baik media cetak, internet, serta buku-buku yang berhubungan dengan studi, lalu diambil inti yang diperlukan.

#### **3.2. Pengumpulan Data**

Dalam studi ini diperlukan data-data untuk mendukung keakuratan dari hasil penelitian, diantaranya adalah:

- Tipe pesawat dan karakteristiknya yang dioperasikan di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang dalam 5 tahun terakhir dan perkiraan hingga 20 tahun ke depan.
- *Layout* dan *Master Plan* Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang.
- Spesifikasi Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang kondisi eksisting : detail sistem *apron* (dimensi, posisi, jumlah dan data lain yang tersedia di bandara).
- Volume lalu lintas udara total dan jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak 5 tahun terakhir.
- Jadwal penerbangan di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang.
- Acuan kebijakan, peraturan pengoperasian Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang.

#### **3.3. Peramalan Pertumbuhan Lalu Lintas Udara**

Setelah dilakukan pencarian data untuk kondisi eksisting maka dilanjutkan ke perhitungan peramalan pertumbuhan lalu-lintas udara jangka panjang yaitu 20 tahun yang akan datang.

Peramalan pertumbuhan lalu lintas udara untuk 20 tahun yang akan datang perlu dilakukan untuk menghitung kapasitas *apron* akibat peramalan penambahan jumlah pergerakan pesawat total di *apron* di masa yang akan datang.

### **3.4. Perencanaan Kebutuhan Dimensi Landas Parkir (*Apron*)**

Pada tahap ini dalam merencanakan dimensi apron sesuai dengan peraturan kebandaraan yang ada. Untuk merencanakan Dimensi apron, poin-poin yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut :

- a. Jumlah *gate position*
- b. Jenis pesawat
- c. Pergerakan pesawat
- d. Sistem parkir pesawat

Berdasarkan jumlah kebutuhan posisi gerbang tersebut maka akan diketahui kebutuhan dimensi landas parkir (*apron*) bandar udara Internasional Ahmad Yani Semarang.

### **3.5. Perencanaan Tata Letak Landas Parkir (*Apron*)**

Dalam tahap ini merencanakan letak apron sesuai dengan peraturan tata letak kebandarudaraan. Dengan mengetahui letak runway dapat menjadi acuan untuk menentukan letak apron yang ideal sesuai dengan tatanan kebandarudaraan.

### **3.6. Perencanaan Perkerasan Dengan Metode FAA**

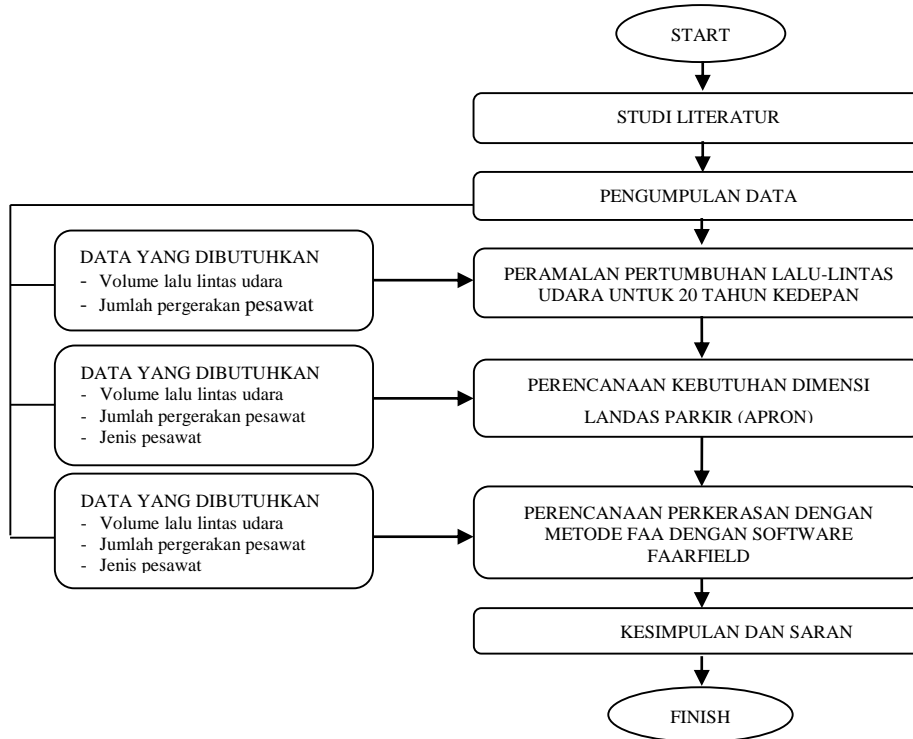
Setelah melalui tahap perencanaan kebutuhan dimensi geometrik landas pacu, landas hubung keluar, landas hubung, dan landas parkir untuk tahun rencana, maka dilakukan perencanaan tebal perkerasan dengan metode FAA menggunakan *software* FAARFIELD. Semakin meningkatnya jumlah pesawat terbang dari tahun ke tahun, maka akan diimbangi dengan bobot pesawat

yang semakin besar. Beban yang diterima pada perkerasan landas pacu oleh bobot pesawat akan disalurkan ke tanah, dan diharapkan dapat bertahan sampai tahun rencana

### **3.7. Kesimpulan dan Saran**

Pada tahap ini, dapat ditarik kesimpulan dari beberapa tahapan yang sudah dilakukan diatas yaitu mendapatkan luas *apron* sekarang dan yang akan datang dan juga perencanaannya. Selain itu juga mendapatkan tebal perkerasan yang dibutuhkan pada tahun rencana. Demikian juga saran dan masukan untuk pengembangan di masa mendatang

### 3.8. Diagram Alir Metode Penelitian





## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1. Pendahuluan**

Dalam Bab ini akan dibahas mengenai analisis data untuk menjawab setiap permasalahan yang ada dalam suatu rumusan masalah pada Tugas Akhir ini. Salah satu data yang diperlukan adalah data historis pergerakan pesawat dari tahun 2011-2015. Analisis yang akan dilakukan yaitu perhitungan *peak hour* berdasarkan rencana jadwal keberangkatan, analisis berupa kebutuhan *parking stand* yang ditinjau berdasarkan jumlah pergerakan pesawat pada waktu puncak.

#### **4.2. Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat**

Pada perhitungan ini akan diperoleh distribusi pergerakan keberangkatan pesawat pada tahun rencana berdasarkan data histori dari tahun 2011-2015. Dari distribusi keberangkatan pergerakan pesawat tersebut, nantinya diperoleh jumlah pergerakan pesawat pada saat *peak hour*.

##### **4.2.1. Analisis Eksisting Pergerakan Pesawat**

Berdasarkan data pergerakan pesawat Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang pada tahun 2011-2015 yang akan digunakan ditunjukkan pada tabel berikut.

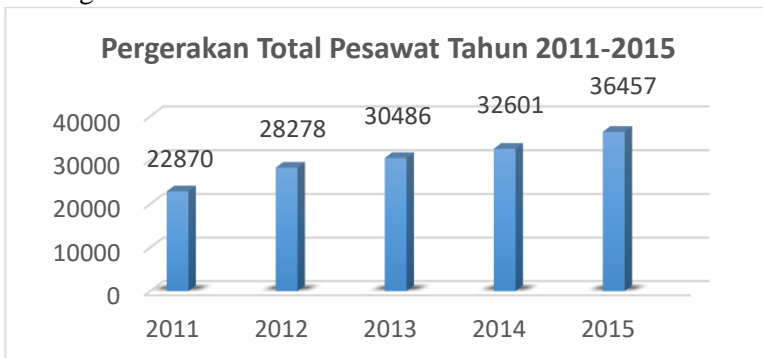
**Tabel 4.1** Data Pergerakan Pesawat Tahun 2011-2015

No	Bulan	2011		2012		2013		2014		2015	
		Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep
1	Januari	842	843	1027	1024	1207	1205	1243	1234	1278	1301
2	Februari	791	789	985	985	1118	1112	1088	1086	1199	1201
3	Maret	1004	1004	1210	1210	1231	1228	1374	1379	1500	1518
4	April	959	956	1197	1192	1200	1219	1210	1200	1563	1554
5	Mei	939	934	1205	1215	1266	1247	1338	1368	1590	1588
6	Juni	902	905	1203	1190	1255	1258	1452	1456	1391	1398
7	Juli	1067	1066	1141	1136	1222	1216	1373	1353	1615	1611
8	Agustus	890	883	1266	1267	1362	1377	1547	1534	1670	1670
9	September	1021	1021	1241	1238	1354	1350	1365	1397	1518	1539
10	Oktober	1056	1051	1218	1211	1332	1318	1427	1428	1678	1680
11	November	958	955	1229	1222	1314	1312	1415	1415	1551	1548
12	Desember	1017	1017	1233	1233	1383	1400	1456	1463	1646	1650
<b>Jumlah</b>		<b>11446</b>	<b>11424</b>	<b>14155</b>	<b>14123</b>	<b>15244</b>	<b>15242</b>	<b>16288</b>	<b>16313</b>	<b>18199</b>	<b>18258</b>
<b>Total</b>		<b>22870</b>		<b>28278</b>		<b>30486</b>		<b>32601</b>		<b>36457</b>	

Sumber : Angka Pura I

Pada tabel 4.1 disajikan informasi berkaitan dengan pergerakan pesawat dari tahun 2011-2015 pada setiap bulan. Data pergerakan pesawat tersebut dibedakan antara data kedatangan (Arr) dan data keberangkatan (Dep). Contoh pada lingkaran 791 menunjukkan jumlah kedatangan pesawat pada bulan Februari 2011, sedangkan 789 menunjukkan jumlah kedatangan pesawat pada bulan Februari 2011.

Secara akumulasi per tahun, data pada Tabel 4.1 disajikan dalam gambar 4.1.

**Gambar 4.1** Grafik Pergerakan Total Pesawat Tahun 2011-2015

Dari Gambar 4.1 memperlihatkan bahwa pada setiap tahun total pergerakan pesawat mengalami peningkatan. Data pergerakan total per tahun ini digunakan dalam menganalisis pergerakan pertumbuhan pesawat pada tahun rencana dan pada saat *peak hour*.

#### 4.2.2. Analisis Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat

Pada perencanaan suatu bandar udara diperlukan perhitungan untuk memprediksi pertumbuhan pergerakan pesawat dan penumpang suatu bandar udara. Peramalan ini dilakukan sebagai kebutuhan suatu bandar udara serta untuk mengevaluasi 20 tahun kedepan dalam perhitungan peramalan.

Dalam memperkirakan karakteristik kebutuhan mendatang, diperlukan suatu data untuk estimasi seperti jumlah penumpang, jumlah pergerakan pesawat, barang dan jasa. Informasi yang sangat berkaitan diantaranya : karakteristik dari pertumbuhan penduduk serta karakteristik ekonomi dari suatu daerah seperti : nilai Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan dan nilai Barang dan Jasa Provinsi Jawa Tengah. Untuk menghitung dan meramalkan penumpang selama 20 tahun ke depan digunakan metode regresi linier dengan dibedakan data historis jumlah pesawat dan linier berganda.

**Tabel 4.2** Data Variabel Bebas

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00

Sumber : Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah

Dengan adanya data historis variabel bebas tahun 2011-2015 maka dapat dilakukan suatu peramalan untuk tahun 2016 - 2035. Untuk mendapatkan nilai prakiraan nilai variabel X1, X2, dan X3 di tahun rencana dihitung berdasarkan Trend Exel dengan periode 20 tahun mendatang. Metode ini digunakan karena kenaikan variabel per tahun tidak terlalu signifikan. Berikut merupakan langkah langkah untuk mencari nilai variabel di tahun rencana dengan cara trend excel.

1. Buka aplikasi microsoft excel
2. Masukkan nilai data variabel X1, X2, dan X3 seperti gambar 4.2

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00

Gambar 4.2 Input Nilai Data Variabel

3. Kemudian masukan tahun rencana seperti gambar 4.3

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00
2016			
2017			
2018			
2019			
2020			
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			

Gambar 4.3 Input tahun rencana (2016-2035)

4. Selanjutnya klik pada kolom X1 tahun 2016, kemudian masukan “=trend( X1 tahun 2011-2015, Tahun 2011-2015, tahun 2016 -2035)” seperti gambar 4.4

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00
2016	=TREND(A8:A15;A8:A15;A16:A35)		
2017			
2018			
2019			
2020			
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			

Gambar 4.4 Input rumus Trend Excel

5. Kemudian klik Enter, akan muncul seperti gambar 4.5

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00
2016	841,473.00		
2017			
2018			
2019			
2020			
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			

Gambar 4.5 Hasil Trend Excel

6. Selanjutnya klik pada X1 tahun 2016, kemudian dari tahun 2016 di drag (tarik) ke bawah sampai tahun 2035 seperti gambar 4.6

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00
2016	841,473.00		
2017	880,278.68		
2018	919,119.94		
2019	957,071.93		
2020	994,482.34		
2021	1,033,328.75		
2022	1,071,295.09		
2023	1,109,241.75		
2024	1,147,429.69		
2025	1,185,697.84		
2026	1,223,660.45		
2027	1,261,821.01		
2028	1,299,986.93		
2029	1,338,090.48		
2030	1,376,184.87		
2031	1,414,344.24		
2032	1,452,458.83		
2033	1,490,572.34		
2034	1,528,701.45		
2035	1,566,830.72		

Gambar 4.6 Hasil trend excel

7. Selanjutnya dengan langkah yang sama dilakukan untuk mencari variabel X2 dan X3 di tahun rencana.

Berikut merupakan tabel nilai prediksi pertumbuhan dari masing-masing variabel.

Tabel 4.3 Prediksi Pertumbuhan Variabel Bebas

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2011	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94
2012	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70
2013	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68
2014	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22
2015	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00

**Tabel 4.3** (Lanjutan)

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)
	X1	X2	X3
2016	841,473.00	34,043,492	2,108,913.30
2017	880,278.68	34,300,486	2,141,225.54
2018	919,119.94	34,558,961	2,162,550.98
2019	957,071.93	34,819,631	2,198,823.23
2020	994,482.34	35,081,276	2,237,309.85
2021	1,033,328.75	35,339,183	2,264,081.82
2022	1,071,295.09	35,599,821	2,296,939.71
2023	1,109,241.75	35,860,156	2,332,151.93
2024	1,147,429.69	36,119,892	2,363,747.49
2025	1,185,697.84	36,379,527	2,395,129.78
2026	1,223,660.45	36,639,943	2,429,081.26
2027	1,261,821.01	36,899,752	2,461,588.32
2028	1,299,986.93	37,159,627	2,493,601.71
2029	1,338,090.48	37,419,657	2,526,479.81
2030	1,376,184.87	37,679,685	2,559,342.33
2031	1,414,344.24	37,939,549	2,591,642.77
2032	1,452,458.83	38,199,550	2,624,285.85
2033	1,490,572.34	38,459,535	2,657,029.86
2034	1,528,701.45	38,719,481	2,689,569.21
2035	1,566,830.72	38,979,434	2,722,126.26

Pada table 4.3 disajikan informasi berkaitan prediksi pertumbuhan variabel bebas dari tahun 2011-2035 pada setiap tahun. Data pertumbuhan variabel bebas tersebut dibedakan antara PDRB ADHK (X1), jumlah penduduk (X2), dan ekspor barang dan jasa (X3). Contoh pada lingkaran 994.482,34 menunjukkan PDRB ADHK pada tahun 2020, 35.081.276 menunjukkan jumlah penduduk pada tahun 2020, dan 2.237.309,85 menunjukkan ekspor barang dan jasa pada tahun 2020.



#### 4.2.2.1. Metode Regresi Linier Berganda

Metode regresi linier berganda adalah perhitungan regresi yang berdasarkan ekonomi dimana rumusan tersebut berasal dari antar variabel yang terdiri dari beberapa skenario. Analisis perhitungan peramalan ini berdasarkan data pesawat di tahun 2011-2015 (sebagai data historis) dengan prediksi pertumbuhan variabel X (variabel bebas), maka didapatkan pertumbuhan pesawat di tahun rencana dari setiap skenarionya. Dari 7 skenario kemudian dipilih 1 skenario yang nilai jumlah pesawat yang paling mendekati nilai data jumlah pesawat tahun 2015. Sehingga dari hasil peramalan tersebut dapat ditentukan skenario yang akan digunakan dalam menentukan jumlah pesawat di tahun rencana (tahun 2035).

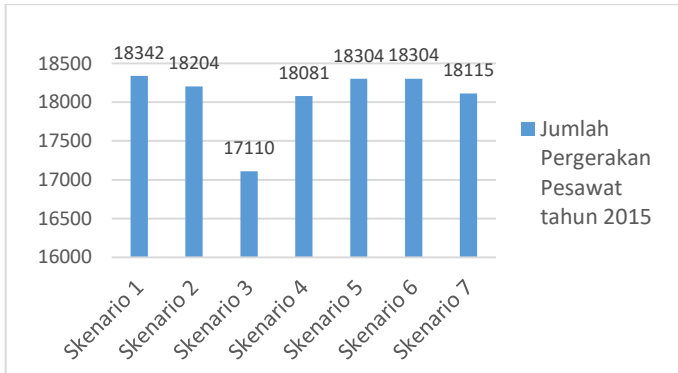
Adapun skenario prakiraan peramalan yang digunakan meliputi 7 persamaan regresi linier dengan skenario variabel bebas masing-masing sebagai berikut :

- a. Skenario 1 :  $y = a + bX1$
- b. Skenario 2 :  $y = a + bX2$
- c. Skenario 3 :  $y = a + bX3$
- d. Skenario 4 :  $y = a + bX1 + cX2$
- e. Skenario 5 :  $y = a + bX1 + cX3$
- f. Skenario 6 :  $y = a + bX2 + cX3$
- g. Skenario 7 :  $y = a + bX1 + cX2 + dX3$

Keterangan :

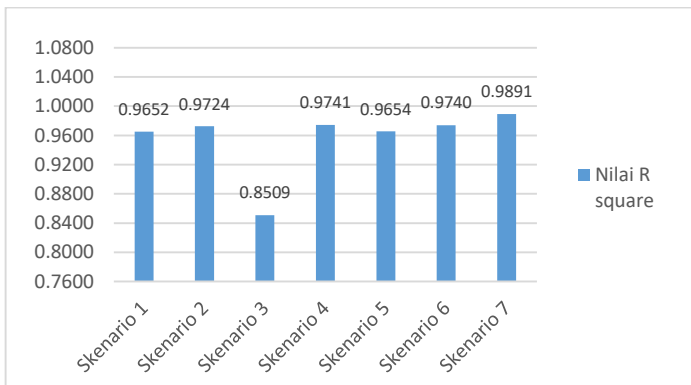
- a = Hasil dari summary output  
 b = Hasil dari summary output  
 X1 = Produk Domestik Regional Bruto Atas Dasar Harga Konstan  
 X2 = Jumlah Penduduk Provinsi Jawa Tengah  
 X3 = Nilai Ekspor Barang dan Jasa Provinsi Jawa Tengah

Berikut hasil perhitungan peramalan keberangkatan pesawat masing-masing skenario tahun 2015.



**Gambar 4.7** Grafik Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat Tahun 2015

Berdasarkan gambar 4.7 diketahui bahwa jumlah pergerakan pesawat yang mendekati data historis tahun 2015 adalah skenario 5 dan skenario 6, dengan data historis tahun 2015 adalah 18258. Dikarenakan hasil skenario 5 dan skenario 6 sama maka dicari  $R^2$  yang terbesar. Diantara kedua skenario tersebut  $R^2$  yang terbesar adalah skenario 6 yaitu 0,9740.



**Gambar 4.8** Grafik Peramalan Nilai R square

Berdasarkan gambar 4.8 diketahui bahwa nilai R square yang terbesar antara skenario 5 dan 6 adalah skenario 6 sebesar 0,9740.

Berikut contoh perhitungan keberangkatan pesawat pada tahun 2016 sebagai berikut:

1. Persamaan regresi untuk keberangkatan pesawat adalah  

$$Y = a + b(X_2) + c(X_3)$$
2. Untuk  $a = -200471,9$ ;  $b = 0,00679$ ;  $c = 0,00510$ ;  
 $X_2 = 34.043.492$ ;  $X_3 = 2.108.913,30$
3. Setelah didapatkan nilai  $a$ ,  $b$ , dan  $X_1$  maka dimasukkan dalam persamaan regresi yaitu:  

$$Y = a + b.(X_2) + c(X_3)$$

$$= -200471,9 + 0.00679x(34.043.492) +$$

$$0,00510x(2.108.913,30)$$

$$= 19.837 \text{ pergerakan}$$

Untuk hasil perhitungan perhitungan peramalan pergerakan pesawat tiap tahun dapat dilihat pada tabel 4.4

**Tabel 4.4** Peramalan Jumlah Pergerakan Keberangkatan Pesawat

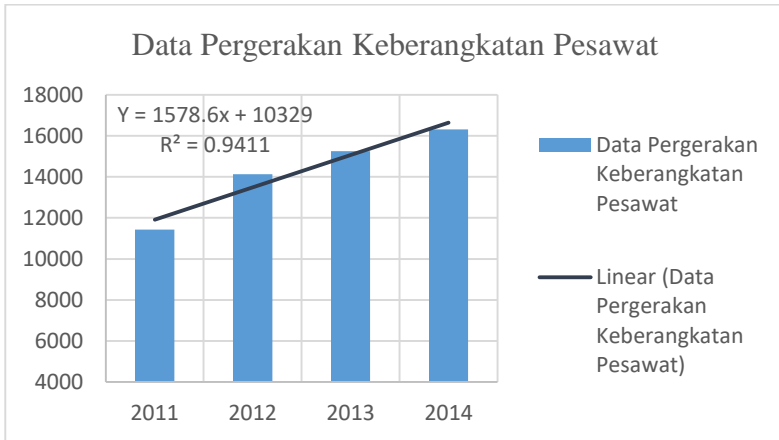
Tahun	Jumlah Pesawat	Tahun	Jumlah Pesawat
2016	19837	2026	35828
2017	21417	2027	37426
2018	23062	2028	39026
2019	24647	2029	40624
2020	26226	2030	42221
2021	27840	2031	43820
2022	29442	2032	45418
2023	31029	2033	47016
2024	32631	2034	48614
2025	34233	2035	50213

Dari Tabel 4.4 didapatkan jumlah total pergerakan pesawat untuk tahun rencana 2035 adalah 50.213 pergerakan.

Jadi jumlah pesawat di 'tahun rencana (2035) dalam perhitungan menggunakan peramalan regresi linier berganda pergerakan keberangkatan pesawat adalah 50.213 pergerakan.

#### 4.2.2.2. Metode Regresi Linier

Analisis perhitungan peramalan ini berdasarkan data pesawat di tahun 2011-2015 (sebagai data historis). Dalam permodelan regresi linier yang digunakan adalah data 2011-2014. Data 2015 digunakan untuk validasi model yang dihasilkan  $Y=1578,6(x) + 10329$ . Dari persamaan ini didapat sebuah persamaan  $y$  dimana peramalan jumlah pesawat di tahun 2016-2035 dapat diketahui. Proses perhitungan ini dapat dilihat pada gambar 4.9



**Gambar 4.9** Regresi Linier Data Pertumbuhan Pergerakan Keberangkatan Pesawat

Dari gambar 4.9 didapatkan persamaan regresi  $Y=1578,6(x)+10329$  dan koefisien determinasinya ( $R^2$ ) sebesar 0.9411. Berdasarkan pola trend yang dihasilkan dari gambar 4.3, diperoleh pergerakan keberangkatan pesawat tahun 2015 adalah 18222. Dari hasil tersebut diketahui selisih pesawat yaitu  $18258 - 18222 = -36$ .

Selisih (-36) pergerakan pesawat tersebut menjadikan pola trend yang diperoleh dari metode regresi linier tidak digunakan.

Dari perhitungan peramalan di atas di ketahui bahwa peramalan metode regresi linier berganda dipilih dalam menentukan peramalan pergerakan pesawat di tahun rencana karena nilai peramalannya paling mendekati dengan data histori tahun 2015.

#### 4.2.3. Penentuan Peak Month, Peak Day, dan Peak Hour

Setelah didapatkan jumlah pergerakan pesawat pada tahun rencana, dilakukan perhitungan volume jam puncak yaitu jumlah pergerakan pesawat pada kondisi *peak hour*.

Berdasarkan data eksisting jumlah rata-rata pergerakan harian pesawat dalam 1 tahun dan jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak dalam 1 tahun, dapat diketahui *peak month ratio*. *Peak month ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak dalam tahun yang dikehendaki. Sehingga pola puncak jumlah pergerakan pesawat adalah sama dengan pada tahun eksisting.

Sebelum menghitung *Peak month ratio* dibutuhkan menghitung *Ratio* terlebih dahulu. Contoh perhitungan *peak month ratio* sebagai berikut:

- Pada Tahun 2011 jumlah pergerakan Bulan Januari adalah 1.685 dengan total pergerakan sebesar 22.870
- *Ratio* Bulan Januari 2011 adalah jumlah total pergerakan pesawat Bulan Januari dibagi dengan jumlah total pergerakan pesawat Tahun 2011.

$$\begin{aligned} R_{month} &= N_{month} / N_{year} \\ &= 1685 / 22870 \\ &= 0,074 \end{aligned}$$

Untuk melihat hasil ratio bulanan dari tahun 2011-2015 dapat dilihat di Tabel 4.5

**Tabel 4.5** *Ratio* Bulanan Pesawat Terhadap Total Satu Tahun

No	Bulan	<i>Ratio</i>				
		2011	2012	2013	2014	2015
1	Januari	0.074	0.073	0.079	0.076	0.071
2	Februari	0.069	0.070	0.073	0.067	0.066
3	Maret	0.088	0.086	0.081	0.084	0.083
4	April	0.084	0.084	0.079	0.074	0.085
5	Mei	0.082	0.086	0.082	0.083	0.087
6	Juni	0.079	0.085	0.082	0.089	0.077
7	Juli	0.093	0.081	0.080	0.084	0.088
8	Agustus	0.078	0.090	0.090	<b>0.095</b>	0.092
9	September	0.089	0.088	0.089	0.085	0.084
10	Oktober	0.092	0.086	0.087	0.088	0.092
11	Nopember	0.084	0.087	0.086	0.087	0.085
12	Desember	0.089	0.087	0.091	0.090	0.090
Total		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Rasio tertinggi yaitu bulan Agustus tahun 2014 sebesar 0.095. Rasio maksimum dari hasil perhitungan merupakan *peak month ratio*. Maka untuk mendapatkan peramalan pergerakan maksimum pesawat pada bulan puncak tahun rencana, dipakai *peak month ratio* terbesar yaitu 0,095.

Berdasarkan jadwal penerbangan Bulan Agustus 2014 dapat diketahui pergerakan pesawat setiap hari selama 1 bulan. Dari data tersebut dapat dihitung *peak day ratio*. *Peak day ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada hari tersibuk bulan puncak tahun yang diinginkan.

Pada perhitungan ini dibutuhkan data jumlah pergerakan pesawat tiap hari. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Jumlah Pergerakan Tiap Hari Pada Bulan Agustus 2014

Hari	Tanggal	Departure
Jumat	1	51
Sabtu	2	53
Minggu	3	56
Senin	4	49
Selasa	5	48
Rabu	6	48
Kamis	7	45
Jumat	8	48
Sabtu	9	44
Minggu	10	49
Senin	11	51
Selasa	12	49
Rabu	13	48
Kamis	14	49
Jumat	15	51
Sabtu	16	46
Minggu	17	48
Senin	18	48
Selasa	19	48
Rabu	20	50
Kamis	21	52
Jumat	22	54
Sabtu	23	47
Minggu	24	48
Senin	25	53
Selasa	26	55

**Tabel 4.6 Lanjutan**

Hari	Tanggal	Departure
Rabu	27	57
Kamis	28	45
Jumat	29	52
Sabtu	30	44
Minggu	31	47
Total		<b>1533</b>

(Sumber : PT. Angkasa Pura 1)

Dari Tabel 4.6 didapatkan jumlah total pergerakan pesawat tiap hari untuk bulan agustus tahun 2014 adalah 1.533 pergerakan.

**Tabel 4.7** Rekapitulasi Jumlah Pergerakan Tiap Hari Pada Bulan Agustus 2014

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan Terbesar	Total Pergerakan
Senin	4,11,18,25	53	201
Selasa	5,12,19,26	55	200
<b>Rabu</b>	<b>6,13,20,27</b>	<b>57</b>	<b>203</b>
Kamis	7,14,21,28	52	191
Jumat	1,8,15,22,29	54	256
Sabtu	2,9,16,23,30	53	234
Minggu	3,10,17,24,31	56	248

(Sumber : PT. Angkasa Pura 1)

Contoh perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan *peak day ratio* adalah sebagai berikut:

- Pada Bulan Agustus 2014 jumlah pergerakan pesawat adalah 1.533 dengan pergerakan pesawat pada Hari Senin terbesar adalah 53 pergerakan pesawat.



- Rasio Hari Senin adalah jumlah pergerakan pesawat hari Senin terbesar dibagi dengan jumlah pergerakan pesawat Bulan Agustus 2014.

$$\begin{aligned} R_{day} &= N_{day} / N_{month} \\ &= 53 / 1533 \\ &= 0,0346 \end{aligned}$$

Dengan langkah yang sama dilakukan perhitungan untuk mencari *ratio* hari lain. Hasil selengkapnya disajikan pada Tabel 4.8

**Tabel 4.8** *Ratio* Pergerakan Harian Pesawat Terhadap Pergerakan Bulanan

Hari	Tanggal	Jumlah Pergerakan Terbesar	<i>Ratio</i> Bulanan
Senin	4,11,18,25	53	0.0346
Selasa	5,12,19,26	55	0.0359
Rabu	6,13,20,27	57	0.0372
Kamis	7,14,21,28	52	0.0339
Jumat	1,8,15,22,29	54	0.0352
Sabtu	2,9,16,23,30	53	0.0346
Minggu	3,10,17,24,31	56	0.0365

Dilihat dari tabel di atas, Hari Rabu merupakan hari tersibuk dalam 1 minggu. Sehingga *ratio* pergerakan pada Hari Rabu yaitu 0,038 merupakan *peak day ratio*. *Peak hour ratio* ini diperlukan untuk mendapatkan nilai jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak tahun rencana.

Perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan *peak hour ratio* adalah sebagai berikut:

- Pada Hari Rabu 27 Agustus 2014 jumlah pergerakan pesawat adalah 57 pergerakan Jam tersibuk adalah pukul 14:01-15:00 dengan 18 pergerakan pesawat
- *Ratio hour* adalah jumlah total pergerakan pada *peak hour* atau pukul 14:01-15:00 dibagi dengan jumlah total pergerakan 1 hari
 
$$\begin{aligned} R \text{ hour} &= N \text{ hour} / N \text{ day} \\ &= 18 / 57 \\ &= 0,3158 \end{aligned}$$

Dengan mengetahui *peak month ratio*, *peak day ratio*, dan *peak hour ratio* kondisi eksisting, maka jumlah pergerakan pesawat pada kondisi *peak hour* tahun rencana 20 tahun kedepan atau Tahun 2035 dapat dihitung. Pada Tabel 4.9 adalah *ratio* yang sudah didapat dari perhitungan sebelumnya.

**Tabel 4.9** Peak Month Ration, Peak Day Ratio, Peak Hour Ratio

No	Jenis <i>Ratio</i>	<i>Ratio</i>
1	<i>Peak Month Ratio</i>	0.0945
2	<i>Peak Day Ratio</i>	0.0372
3	<i>Peak Hour Ratio</i>	0.3158

Untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak Tahun 2035, didapat dengan cara jumlah pesawat dalam setahun dikali dengan *peak month ratio*.

Contoh perhitungan tahun 2035 dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} N \text{ month} &= N \text{ year} \times R \text{ month} \\ &= 50213 \times 0,0945 \\ &= 4745 \text{ pesawat} \end{aligned}$$

Tabel 4.10 menyajikan jumlah pergerakan pesawat bulan puncak yang semuanya telah dihitung. Pada Tabel 4.10 dapat

dilihat bahwa total pergerakan pesawat pada bulan puncak untuk Tahun 2035 adalah 4745 pergerakan pesawat.

**Tabel 4.10** Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat di *Apron* pada Bulan Puncak

Tahun ke-	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Pada Bulan Puncak
6	2016	1875
7	2017	2024
8	2018	2180
9	2019	2329
10	2020	2479
11	2021	2631
12	2022	2782
13	2023	2932
14	2024	3084
15	2025	3235
16	2026	3386
17	2027	3537
18	2028	3688
19	2029	3839
20	2030	3990
21	2031	4141
22	2032	4292
23	2033	4443
24	2034	4594
25	2035	4745

Untuk mengetahui jumlah pergerakan harian pesawat pada bulan puncak Tahun 2035, didapat dengan cara jumlah pergerakan pesawat pada bulan puncak dikali dengan *peak day ratio*.

Contoh perhitungan tahun 2035 dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 N \text{ day} &= N \text{ month} \times R \text{ day} \\
 &= 4745 \times 0,0372 \\
 &= 176 \text{ pesawat}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.11 menyajikan jumlah pergerakan pesawat harian pada bulan puncak yang semuanya telah dihitung. Pada Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa total pergerakan harian pesawat pada bulan puncak untuk Tahun 2035 adalah 176 pergerakan pesawat.

**Tabel 4.11** Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat pada Hari Tersibuk

Tahun ke-	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Pada Hari Tersibuk
6	2016	70
7	2017	75
8	2018	81
9	2019	87
10	2020	92
11	2021	98
12	2022	103
13	2023	109
14	2024	115
15	2025	120
16	2026	126
17	2027	132
18	2028	137
19	2029	143
20	2030	148

**Tabel 4.11** Lanjutan

Tahun ke-	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Pada Hari Tersibuk
21	2031	154
22	2032	160
23	2033	165
24	2034	171
25	2035	176

Untuk mengetahui jumlah pergerakan pesawat kondisi *peak hour* pada hari tersibuk bulan puncak Tahun 2035, didapat dengan cara jumlah pergerakan pesawat harian pada bulan puncak dikali dengan *peak hour ratio*.

Contoh perhitungan tahun 2035 dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 N \text{ hour} &= N \text{ day} \times R \text{ hour} \\
 &= 176 \times 0.3158 \\
 &= 56 \text{ pesawat}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.12 menyajikan jumlah pergerakan pesawat kondisi *peak hour* pada hari tersibuk yang semuanya telah dihitung. Pada Tabel 4.12 dapat dilihat bahwa total pergerakan pesawat kondisi *peak hour* pada hari tersibuk untuk Tahun 2035 adalah 56 pergerakan pesawat.

**Tabel 4.12** Peramalan Jumlah Pergerakan Pesawat di *Apron* pada Jam Puncak

Tahun ke-	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Pada Jam Puncak
6	2016	22
7	2017	24

**Tabel 4.12 Lanjutan**

Tahun ke-	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat Pada Jam Puncak
8	2018	26
9	2019	27
10	2020	29
11	2021	31
12	2022	33
13	2023	34
14	2024	36
15	2025	38
16	2026	40
17	2027	42
18	2028	43
19	2029	45
20	2030	47
21	2031	49
22	2032	50
23	2033	52
24	2034	54
25	2035	56

Jadi, dari perhitungan diatas didapat jumlah pergerakan pesawat pada saat jam puncak tahun rencana (2035) adalah 56 pergerakan. Selanjutnya jumlah pergerakan pesawat saat jam puncak ini untuk menghitung jumlah kebutuhan parking stand.

#### **4.2.3.1. Analisis Pergerakan Penumpang**

Berdasarkan data pergerakan penumpang yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura 1 pada tahun 2011-2015, dapat diamati bahwa terjadi pertumbuhan penumpang di setiap tahunnya.

Dengan adanya data pertumbuhan penumpang tahun 2011-2015, maka data tersebut dapat digunakan sebagai dasar perkiraan peramalan jumlah pertumbuhan pergerakan penumpang di tahun rencana (selama 20 tahun mendatang).

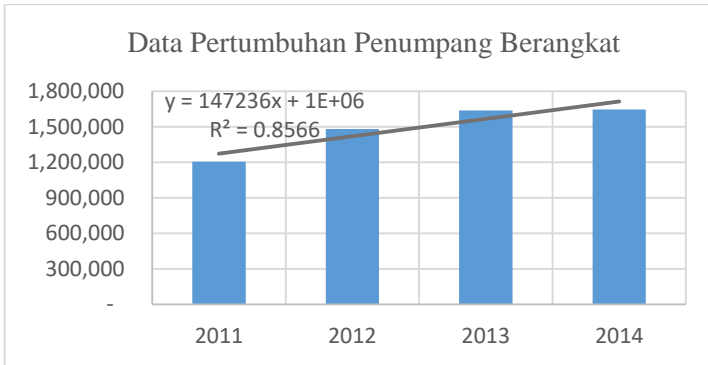
**Tabel 4.13** Data Pergerakan Penumpang Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang Tahun 2011-2015

Tahun	Jumlah Penumpang	
	Datang	Berangkat
2011	1,227,307	1,206,011
2012	1,523,714	1,482,202
2013	1,656,371	1,637,810
2014	1,671,938	1,644,927
2015	1,870,571	1,872,271

Sumber : PT. Angkasa Pura 1

#### 4.2.3.2. Peramalan (Forecasting)

Dalam memperkirakan karakteristik kebutuhan mendatang, maka perlu dilakukan *forecasting*/peramalan data jumlah penumpang Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang. Untuk menghitung dan meramalkan penumpang selama 20 tahun ke depan digunakan metode regresi linier. Dalam permodelan regresi linier yang digunakan adalah data 2011-2014. Data 2015 digunakan untuk validasi model yang dihasilkan. Di bawah ini merupakan hasil regresi pertumbuhan penumpang berangkat.



**Gambar 4.10** Regresi Linier Data Pertumbuhan Penumpang Berangkat

Dari persamaan yang diperoleh pada gambar 4.10, jumlah keberangkatan penumpang tahun 2015 adalah 1,736,180. Nilai ini lebih kecil 136,091 dari data asli yaitu 1,872,271 penumpang.

**Tabel 4.14** Peramalan Jumlah Penumpang

Tahun ke (x)	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat $Y = 147236x + (1E+06)$
5	2015	1,736,180
6	2016	1,883,416
7	2017	2,030,652
8	2018	2,177,888
9	2019	2,325,124
10	2020	2,472,360
11	2021	2,619,596
12	2022	2,766,832
13	2023	2,914,068
14	2024	3,061,304
15	2025	3,208,540



**Tabel 4.14** Lanjutan

Tahun ke (x)	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat $Y = 147236x + (1E+06)$
16	2026	3,355,776
17	2027	3,503,012
18	2028	3,650,248
19	2029	3,797,484
20	2030	3,944,720
21	2031	4,091,956
22	2032	4,239,192
23	2033	4,386,428
24	2034	4,533,664
25	2035	4,680,900

Analisis peramalan pertumbuhan penumpang tetap menggunakan persamaan tersebut karena yang dianalisis adalah pergerakan pesawat. Pergerakan penumpang hanya digunakan untuk membandingkan dengan pergerakan pesawat nantinya.

#### **4.2.3.3. Penentuan Jumlah Penumpang Puncak di Tahun Rencana**

Setelah menghitung perkiraan jumlah penumpang selama 20 tahun kedepan, di hitung pula perkiraan jumlah penumpang waktu puncak. Dalam perhitungan jumlah penumpang waktu puncak dilakukan menggunakan standar TPHP (*Typical Peak Hour Passanger*) dari FAA seperti tabel 4.19.

**Tabel 4.15** Hubungan Tipe Penumpang Waktu Puncak Berdasarkan Jumlah Penumpang Tahunan

Total Annual Passengers	TPHP as a percentage of annual flows
30 million and over	0,035
20.000.000 to 29.999.999	0,04
10.000.000 to 19.999.999	0,045
1.000.000 to 9.999.999	0,05
500.000 to 999.999	0,08
100.000 to 499.999	0,130
Under 100.000	0,200

Dari tabel 4.15 didapatkan prosentase TPHP yang dikalikan dengan perkiraan jumlah penumpang waktu puncak. Hasilnya seperti tabel 4.16.

**Tabel 4.16** Hasil Jumlah Penumpang Waktu Puncak

Tahun ke (x)	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat $Y=147236x+(1E+06)$	% TPHP	<i>Peak Hour Passanger</i>
5	2015	1,736,180	0.05	86,809
6	2016	1,883,416	0.05	94,171
7	2017	2,030,652	0.05	101,533
8	2018	2,177,888	0.05	108,894
9	2019	2,325,124	0.05	116,256
10	2020	2,472,360	0.05	123,618
11	2021	2,619,596	0.05	130,980
12	2022	2,766,832	0.05	138,342
13	2023	2,914,068	0.05	145,703
14	2024	3,061,304	0.05	153,065
15	2025	3,208,540	0.05	160,427
16	2026	3,355,776	0.05	167,789
17	2027	3,503,012	0.05	175,151
18	2028	3,650,248	0.05	182,512

**Tabel 4.16** Lanjutan

Tahun ke (x)	Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat $Y = 147236x + (1E+06)$	% TPHP	<i>Peak Hour Passanger</i>
19	2029	3,797,484	0.05	189,874
20	2030	3,944,720	0.05	197,236
21	2031	4,091,956	0.05	204,598
22	2032	4,239,192	0.05	211,960
23	2033	4,386,428	0.05	219,321
24	2034	4,533,664	0.05	226,683
25	2035	4,680,900	0.05	234,045

Dari hasil peramalan jumlah penumpang tersebut selanjutnya dilakukan analisis proporsi jumlah pesawat untuk masing masing tipe.

#### 4.2.3.4. Analisis Proporsi Jumlah Tipe Pesawat Berdasarkan Jumlah Penumpang Pertumbuhan

Dengan mengetahui jumlah dan tipe pesawat dapat menghitung jumlah penumpang pada tahun rencana. Berikut hasil perhitungan analisis jumlah penumpang berdasarkan tipe pesawat.

**Tabel 4.17** Proporsi Jumlah Penumpang Berdasarkan Tipe Pesawat

Tahun	Kelas C			Kelas D			Total Penumpang
	Jumlah Pesawat	Kapasitas	Jumlah Penumpang	Jumlah Pesawat	Kapasitas	Jumlah Penumpang	
2016	14	215	3046	6	255	1417	4463
2017	15	215	3225	7	255	1700	4925
2018	17	215	3583	7	255	1700	5283
2019	18	215	3763	7	255	1700	5463
2020	18	215	3942	8	255	1983	5925
2021	19	215	4121	9	255	2267	6388
2022	21	215	4479	9	255	2267	6746
2023	21	215	4479	10	255	2550	7029
2024	23	215	4838	10	255	2550	7388

**Tabel 4.17** Lanjutan

Tahun	Kelas C			Kelas D			Total Penumpang
	Jumlah Pesawat	Kapasitas	Jumlah Penumpang	Jumlah Pesawat	Kapasitas	Jumlah Penumpang	
2025	23	215	5017	11	255	2833	7850
2026	25	215	5375	11	255	2833	8208
2027	27	215	5733	11	255	2833	8567
2028	27	215	5733	12	255	3117	8850
2029	28	215	6092	12	255	3117	9208
2030	29	215	6271	13	255	3400	9671
2031	31	215	6629	13	255	3400	10029
2032	31	215	6629	14	255	3683	10313
2033	33	215	6988	14	255	3683	10671
2034	33	215	7167	16	255	3967	11133
2035	35	215	7525	16	255	3967	11492

### 4.3. Apron

Pada sebuah bandar udara, apron merupakan tempat yang vital untuk kelangsungan pergerakan pesawat terbang selain *runway*. Karena di apron inilah tempat pertemuan pergerakan antara penumpang dan pesawat dimana pesawat parkir dan menjalankan segala aktifitasnya sampai pesawat siap untuk berangkat ke tujuan. Begitu juga dengan penumpang, apron merupakan tempat dimana para penumpang bisa naik dan turun dari pesawat.

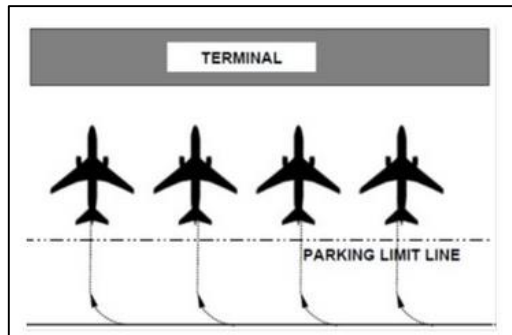
Di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang memiliki 2 landas parkir yaitu dengan dimensi sebagai berikut:

1. Landas Parkir Timur (Eksisting)
  - Jumlah Parkir = 8 pesawat ( 6 narrow body dan 2 pesawat kecil)
  - Luas = 29.008 m<sup>2</sup>
2. Landas Parkir Barat (Pengembangan)
  - Jumlah Parkir = 12 pesawat ( 10 narrow body dan 2 wide body)

- Luas = 72.522 m<sup>2</sup>

#### 4.3.1. Posisi Parking Stand

Sistem parkir pesawat pada landas parkir Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang direncanakan dengan sistem *Nose-In*. Sistem parkir pesawat dapat dilihat pada gambar 4.11 dibawah ini.



**Gambar 4.11** Sistem Parkir *Nose-In*

Sumber : <http://slideplayer.info/slide/3113334/>, 2-06-2016

Dari hasil perhitungan pergerakan pesawat jam puncak di apron maka didapat jumlah pesawat yang menggunakan pesawat berdasarkan tipe kategori pesawat serta posisi pemakaian *parking stand* untuk setiap kategorinya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 4.18.

**Tabel 4.18** *Parking stand* berdasarkan kategori Pesawat

Kategori	TipePesawat	<i>Parking Stand</i> Number
Wide Body	B767-200	1
	B767-200	2
Narrow Body	B737-900	3
	B737-900	4

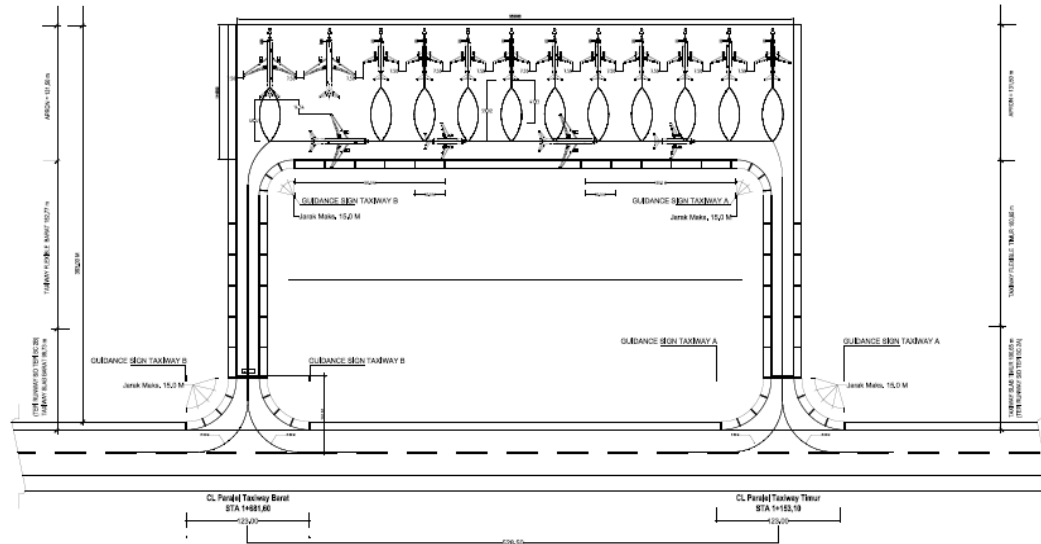
**Tabel 4.18** Lanjutan

Kategori	TipePesawat	<i>Parking Stand</i> Number
Narrow Body	B737-900	5
	B737-900	6
	B737-900	7
	B737-900	8
	B737-900	9
	B737-900	10
	B737-900	11
	B737-900	12

Dari tabel di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa jumlah pesawat terbanyak yang menggunakan apron terdapat pada kategori C (Narrow Body) yaitu sebanyak 10 pesawat, sedangkan untuk kategori D (wide body) sebanyak 2 pesawat.

Dari data tersebut kemudian akan dilakukan analisis kebutuhan *parking stand* berdasarkan kapasitas *parking stand* yang ada di Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang.

Posisi Parking Stand Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang dapat dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini.



**Gambar 4.12 Posisi Parking Stand**

### 4.3.2. Jumlah Gerbang Landas Parkir

Penentuan jumlah gerbang landas parkir yang dibutuhkan menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$G = \frac{V \cdot T}{U}$$

Dimana:

G : Jumlah Gate

V : Volume desain untuk kedatangan atau keberangkatan (gerakan/jam)

T : Waktu pemakaian / parkir di gate (jam)

- Untuk kelas A = 60 menit
- Untuk kelas B = 40 menit
- Untuk kelas C = 30 menit

U : Faktor pemakaian gate 0,6 – 0,8

Sumber : *Planning and design of airport, Robert Horonjeff*

Setelah menghitung jumlah pergerakan pesawat pada saat jam puncak maka dilanjutkan menghitung jumlah pesawat berdasarkan kelasnya. Contoh perhitungan jumlah pesawat berdasarkan kelasnya sebagai berikut:

- Pada tahun 2016 total pergerakan pesawat pada saat jam puncak adalah 22 pesawat.
- Untuk waktu pemakaian (T) di asumsikan , kelas C = 75%, dan kelas D = 25% dari total pergerakan pesawat pada saat jam puncak. Asumsi itu berdasarkan pergerakan pesawat pada saat jam puncak bulan agustus tahun 2014.

$$\text{Kelas C} = 75\% \times 22 = 17$$

$$\text{Kelas D} = 25\% \times 22 = 5$$



**Tabel 4.19** Jenis Pesawat Terbang Berdasarkan Kelas

Kelompok Bandar Udara	Kode Angka	ARFL (Aeroplane reference field length)	Kode Huruf	Bentang sayap
A (Unattended)	1	$< 800$ m	A	$< 15$ m
B (AVIS)	2	$800 \text{ m} \leq P \leq 1200 \text{ m}$	B	$15 \text{ m} \leq l \leq 24 \text{ m}$
	3	$1200 \text{ m} \leq P < 1800 \text{ m}$	C	$24 \text{ m} < l \leq 36 \text{ m}$
C (ADC)	4	$\geq 1800$ m	D	$36 \text{ m} \leq l \leq 52 \text{ m}$
			E	$52 \text{ m} < l \leq 65 \text{ m}$
			F	$65 \text{ m} < l \leq 80 \text{ m}$

Dengan langkah yang sama dilakukan perhitungan jumlah pesawat untuk tahun rencana. Hasil selengkapnya disajikan pada tabel 4.20.

**Tabel 4.20** Jumlah Pesawat Terbang Berdasarkan Kelas

Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2016	17	5	22
2017	18	6	24
2018	20	6	26
2019	21	6	27
2020	22	7	29
2021	23	8	31
2022	25	8	33
2023	25	9	34
2024	27	9	36
2025	28	10	38
2026	30	10	40
2027	32	10	42
2028	32	11	43
2029	34	11	45
2030	35	12	47
2031	37	12	49
2032	37	13	50

**Tabel 4.20** Lanjutan

Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2033	39	13	52
2034	40	14	54
2035	42	14	56

Setelah mengetahui jumlah pergerakan pesawat berdasarkan kelasnya maka dilanjutkan menghitung jumlah gerbang landas parkir.

Contoh perhitungan jumlah gerbang landas parkir tahun 2016 sebagai berikut:

- Untuk Kelas C

$$G = \frac{V.T}{U}$$

$$G = \frac{17x \frac{30}{60}}{0,6}$$

$$G = 14$$

- Untuk Kelas D

$$G = \frac{V.T}{U}$$

$$G = \frac{5x \frac{40}{60}}{0,6}$$

$$G = 6$$

- $U = 0,6$

Waktu pemakaian / parkir di gate (jam) antara 0,6 – 0,8 dipilih 0,6 karena jumlah gerbang landas parkir paling besar.

Dengan langkah yang sama dilakukan perhitungan jumlah gerbang landas parkir untuk tahun rencana. Hasil selengkapnya disajikan pada tabel 4.21.

**Tabel 4.21** Jumlah gerbang landas parkir

Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2016	14	6	20
2017	15	7	22

**Tabel 4.21** Lanjutan

Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2018	17	7	23
2019	18	7	24
2020	18	8	26
2021	19	9	28
2022	21	9	30
2023	21	10	31
2024	23	10	33
2025	23	11	34
2026	25	11	36
2027	27	11	38
2028	27	12	39
2029	28	12	41
2030	29	13	43
2031	31	13	44
2032	31	14	45
2033	33	14	47
2034	33	16	49
2035	35	16	51

Dari tabel 4.21 didapatkan jumlah total gerbang landas parkir untuk tahun rencana (2035) sebesar 51.

#### 4.3.3. Ukuran Gerbang Landas Parkir

Penentuan dimensi gerbang landas parkir yang dibutuhkan menggunakan rumusan sebagai berikut :

- Panjang apron =  $G \times 2R + G \times C$
- Lebar apron =  $L + C + W$  ; untuk 1 taxi lane

Dimana :

G = Jumlah gate

R = Radius putar pesawat (ft)

C = Jarak pesawat ke pesawat dan pesawat ke gedung terminal (25 – 35 ft)

L = Panjang pesawat (ft)

W = lebar taxi lane (160 ft untuk pesawat kecil dan 290 ft untuk pesawat berbadan lebar)

**Tabel 4.22** Karakteristik Masing-masing Jenis Pesawat

Jenis Pesawat	Kelas Pesawat	Panjang	Lebar Sayap	Jarak Roda	Radius
A320	C	37.57	34.2	12.5	24.3
B767	D	48.51	47.57	25.6	44.6
B733	C	30.5	28.9	12.5	21.7
B734	C	36.5	28.9	14.3	22.7
B735	C	30.5	28.9	11.1	20.9
B739	C	42.1	34.32	15.6	26.2
AT45	C	22.67	24.57	8.8	17.4
AT75	C	27.16	27.05	10.8	19.8
AT76	C	27.16	27.05	10.8	19.8

Berdasarkan karakteristik masing-masing pesawat tersebut maka dilanjutkan perhitungan dimensi landas parkir pada tahun rencana (2035). Contoh perhitungan dimensi landas parkir sebagai berikut:

- Pada tahun 2016 jumlah gerbang landas kelas C sebanyak 14 dan kelas D sebanyak 6.
- Untuk radius didapat dari radius pesawat yang di tinjau. untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 4.21
- Untuk Jarak antar pesawat didapat berdasarkan tabel seperti dibawah ini:

**Tabel 4.23** Jarak bebas antar pesawat di apron

Uraian	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dan pesawat lain (C) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat dengan pengisian bahan bakar dan bangunan (E) (m)	15	15	15	15	15	15

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Dilihat dari tabel 4.26 maka didapat Nilai C baik kelas C maupun kelas D = 7,5.

- Nilai lebar taxi lane (w) untuk pesawat kecil adalah 160ft atau 48,768 m.

- **Untuk kelas C**

$$\begin{aligned} \text{Panjang apron} &= G \times 2R + G \times C \\ &= 14 \times 2 \times 26.2 + 14 \times 7,5 \\ &= 838.6 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar apron} &= L + C + W \\ &= 42.1 + 7,5 + 48,768 \\ &= 98.368 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Untuk kelas D**

$$\begin{aligned} \text{Panjang apron} &= G \times 2R + G \times C \\ &= 6 \times 2 \times 44.6 + 6 \times 7,5 \\ &= 580.20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar apron} &= L + C + W \\ &= 48.51 + 7,5 + 48,768 \end{aligned}$$

$$= 104.78 \text{ m}$$

Dengan langkah yang sama dilakukan perhitungan jumlah pesawat untuk tahun rencana. Hasil selengkapnya disajikan pada tabel 4.24.

**Tabel 4.24** Dimensi landas parkir kelas C

Tahun	Panjang Apron (m)	Lebar Apron (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
2016	838.60	98.37	82491
2017	898.50	98.37	88384
2018	1018.30	98.37	100168
2019	1078.20	98.37	106060
2020	1078.20	98.37	106060
2021	1138.10	98.37	111953
2022	1257.90	98.37	123737
2023	1257.90	98.37	123737
2024	1377.70	98.37	135522
2025	1377.70	98.37	135522
2026	1497.50	98.37	147306
2027	1617.30	98.37	159091
2028	1617.30	98.37	159091
2029	1677.20	98.37	164983
2030	1737.10	98.37	170875
2031	1856.90	98.37	182660
2032	1856.90	98.37	182660
2033	1976.70	98.37	194444
2034	1976.70	98.37	194444
2035	2096.50	98.37	206229

Jadi untuk dimensi landas parkir kelas C untuk tahun rencana (2035) membutuhkan panjang 2096.50 m dan lebar 98.37m dengan luas 206229 m<sup>2</sup>.

**Tabel 4.25** Dimensi landas parkir kelas D

Tahun	Panjang Apron (m)	Lebar Apron (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
2016	580.20	104.78	60792
2017	676.90	104.78	70924
2018	676.90	104.78	70924
2019	676.90	104.78	70924
2020	773.60	104.78	81056
2021	870.30	104.78	91188
2022	870.30	104.78	91188
2023	967.00	104.78	101320
2024	967.00	104.78	101320
2025	1063.70	104.78	111452
2026	1063.70	104.78	111452
2027	1063.70	104.78	111452
2028	1160.40	104.78	121584
2029	1160.40	104.78	121584
2030	1257.10	104.78	131716
2031	1257.10	104.78	131716
2032	1353.80	104.78	141848
2033	1353.80	104.78	141848
2034	1547.20	104.78	162113
2035	1547.20	104.78	162113

Jadi untuk dimensi landas parkir kelas D untuk tahun rencana (2035) membutuhkan panjang 1556.80 m dan lebar 104.78 m dengan luas 163118 m<sup>2</sup>.

**Tabel 4.26** Total Dimensi landas parkir kelas C dan D

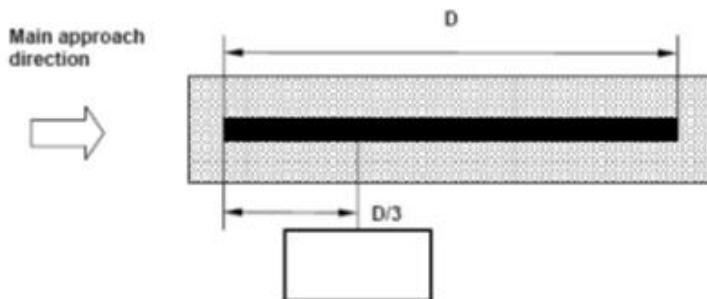
Tahun	Panjang Apron (m)	Lebar Apron (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
2016	1418.80	203.15	143284
2017	1575.40	203.15	159308
2018	1635.30	203.15	165200
2019	1695.20	203.15	171092
2020	1851.80	203.15	187117
2021	2008.40	203.15	203141
2022	2128.20	203.15	214925
2023	2284.80	203.15	230950
2024	2344.70	203.15	236842
2025	2441.40	203.15	246974
2026	2561.20	203.15	258758
2027	2681.00	203.15	270543
2028	2777.70	203.15	280675
2029	2897.50	203.15	292459
2030	3054.10	203.15	308484
2031	3114.00	203.15	314376
2032	3270.60	203.15	330400
2033	3330.50	203.15	336292
2034	3523.90	203.15	356557
2035	3643.70	203.15	368341



Dari hasil diatas didapatkan total dimensi landas parkir rencana (2035) Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang adalah dengan panjang 3643.70 m dan lebar 203.15 m dengan luas 368341 m<sup>2</sup>.

#### 4.4. Tata Letak Apron

Letak apron harus direncanakan dengan memperhatikan karakter pesawat yang menggunakan apron tersebut seperti lebar sayap, panjang, dan radius belok pesawat, dan juga areal yang diperlukan oleh kendaraan-kendaraan yang menyediakan servis untuk pesawat selama di apron.

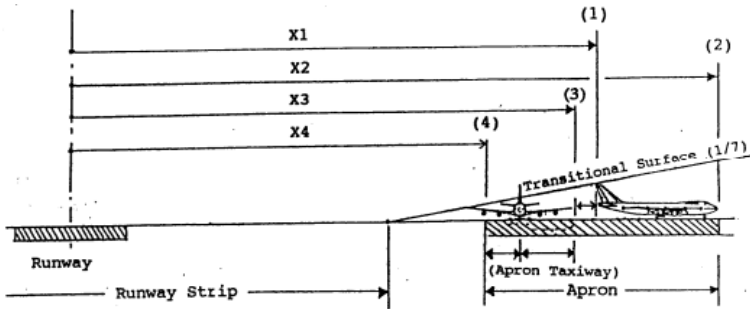


**Gambar 4.13** Tata Letak Apron

Rumus :                   Posisi Apron   =  $\frac{1}{3} D$ .....(13)

Dimana:

D           : Panjang Runway



**Gambar 4.14** Posisi Apron dan Taxiway  
(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

Posisi masing-masing di parkir pesawat dari garis tengah runway diatur sebagai berikut:

$X_1$  = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah runway.

$X_2$  = Posisi dari garis tengah runway sampai bangunan terminal.  
( $X_2 = X_1 + \text{panjang maksimum pesawat}$ )

$X_3$  = Posisi ujung sayap pesawat yang berada disisi bangunan terminal sampai garis tengah runway.  
( $X_3 = X_1 - \text{jarak antar dua pesawat}$ )

$X_4$  = Posisi ujung dari parkir pesawat sampai dengan garis tengah runway  
( $X_4 = X_3 - \text{Lebar maksimum pesawat} / 2$ )

**Tabel 4.27** Jarak bebas antar pesawat di *apron*

Uraian	Code Letter / Penggolongan Pesawat					
	A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
Jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang akan tinggal landas (A) (m)	10	10	10	15	15	15
jarak bebas antar pesawat yang parkir dengan pesawat yang berada di taxilane dan penghalang lain (B) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak pesawat yang sedang berjalan dengan pesawat yang berada di lead-in garis dan pesawat lain (C) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat yang sejajar yang berada di apron dan bangunan lain (D) (m)	4,5	4,5	7,5	7,5	10	10
Jarak antara pesawat dengan pengisian bahan bakar dan bangunan (E) (m)	15	15	15	15	15	15

(Sumber : SKEP 77-VI-2005 Dirjen Perhubungan)

$$\begin{aligned}
 \text{Posisi Apron} &= \frac{1}{3} D \\
 &= \frac{1}{3} \times 2680 \\
 &= 893,333 \text{ m}
 \end{aligned}$$

#### 4.5. Perencanaan Tebal Perkerasan Landas Parkir

Struktur perkerasan landas parkir direncanakan dengan perkerasan kaku (*Rigid*), dengan material lapis permukaan atas adalah PCC *Surface* dan lapis pondasi P-304 (*Cement Treated Base*). Dalam perencanaan perkerasan landas parkir dibutuhkan daya dukung tanah pada lokasi perencanaan. Selain itu juga dibutuhkan probabilitas. Dalam perhitungan ini probabilitas dari data historis rata rata laju pertumbuhan pergerakan pesawat 4 tahun terakhir. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 4.31.

**Tabel 4.28** Data rata-rata laju pertumbuhan pesawat 2012-2015

Tahun	Jumlah Pergerakan Pesawat	Laju Pertumbuhan	Rata -rata
2012	14123		7%
2013	15242	6%	
2014	16313	6%	
2015	18258	9%	

Dari tabel 4.28 dapat diketahui bahwa probabilitas rata-rata laju pertumbuhan pergerakan pesawat dari tahun 2012 - 2015 adalah 7%.

Untuk daya dukung tanah *apron* pada Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang adalah sangat jelek. Jadi nilai K-Value untuk menentukan tebal perkerasan *apron* adalah 20. Untuk lebih jelasnya bisa di lihat pada tabel 4.29.

**Tabel 4.29** Kategori tanah dasar pada perkerasan kaku (*Rigid*)

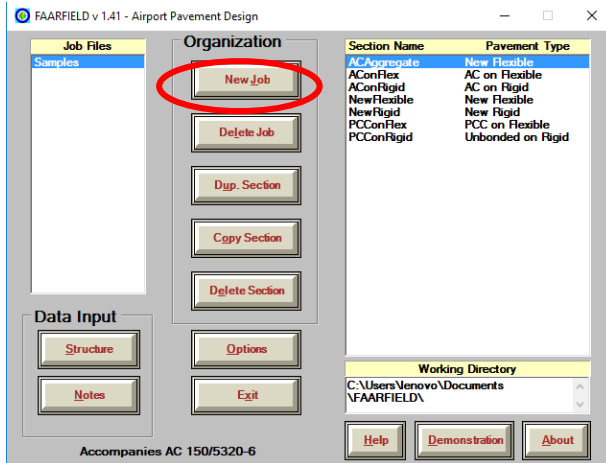
Subgrade Strength Category	Subgrade Support k-Value pci (MN/m <sup>3</sup> )	Represents pci (MN/m <sup>3</sup> )	Code Designation
High	552.6 (150)	$k \geq 442$ ( $\geq 120$ )	A
Medium	294.7 (80)	$221 < k < 442$ ( $60 < k < 120$ )	B
Low	147.4 (40)	$92 < k \leq 221$ ( $25 < k \leq 60$ )	C
<b>Ultra Low</b>	<b>73.7 (20)</b>	$k \leq 92$ ( $\leq 25$ )	D

Sumber : International Civil Aviation Organization (ICAO)

#### 4.5.1. Menentukan Tebal Perkerasan Dengan Metode FAARFIELD

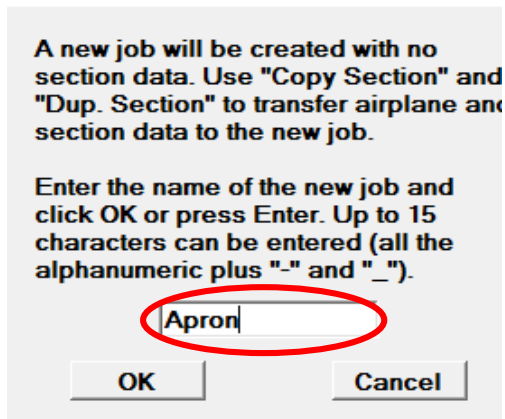
Berdasarkan data-data yang dimiliki, dilakukan perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan *software* FAARFIELD dengan langkah langkah sebagai berikut:

1. Buka aplikasi FAARFIELD
2. Selanjutnya klik New Job seperti pada Gambar 4.15
3. Kemudian ganti nama seperti gambar Gambar 4.16 terus klik OK.



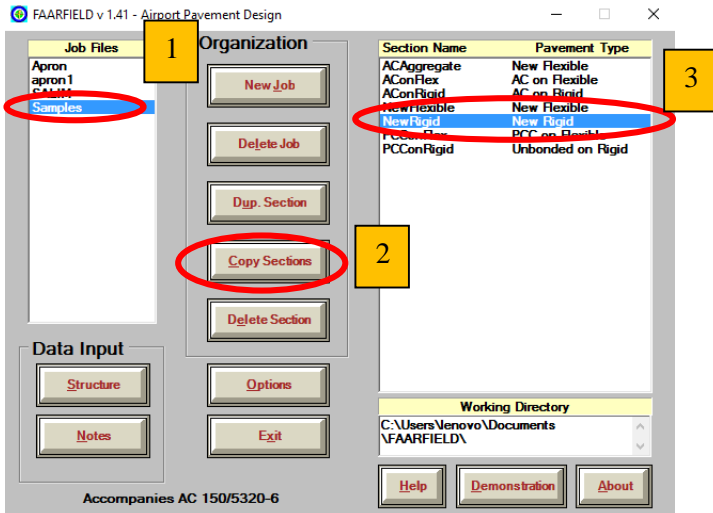
**Gambar 4.15** Langkah Membuat New Job

Creating a New Job

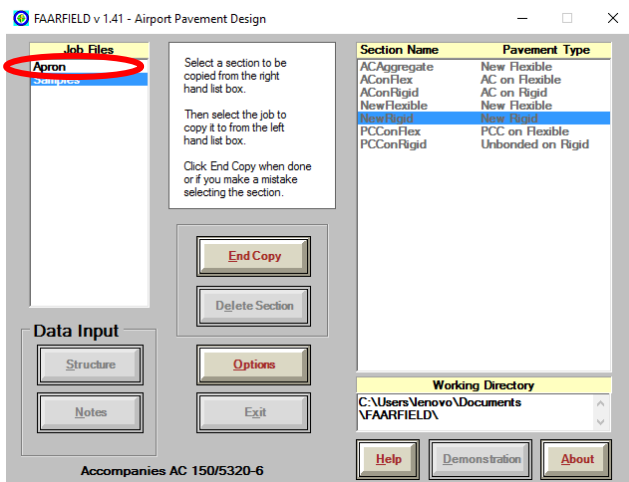


**Gambar 4.16** Nama New Job

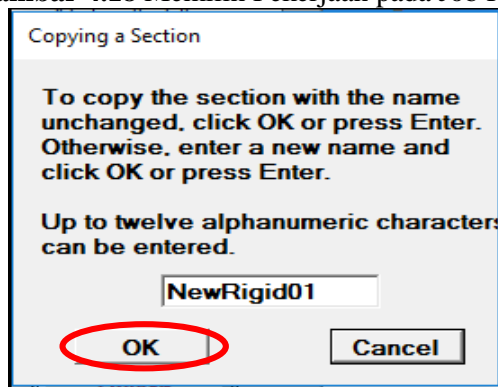
4. Selanjutnya pilih jenis pekerjaan dengan cara :
- Klik Samples pada menu Job Files, Klik Copy Sections, Pilih New Rigid untuk perkerasan kaku seperti pada Gambar 4.17.
  - Selanjutnya pilih job files yang di beri nama dari awal seperti pada Gambar 4.18, Muncul Gambar 4.19 ketikan nama pekerjaan klik OK.



**Gambar 4.17 Memilih Jenis Perkerasan pada Section Name**

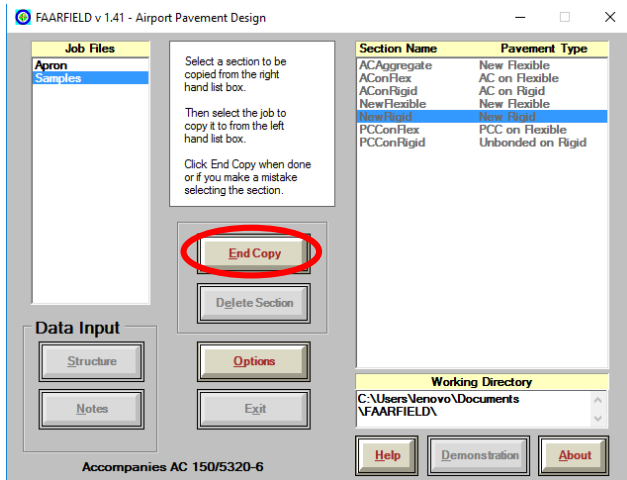


**Gambar 4.18** Memilih Pekerjaan pada Job Files



**Gambar 4.19** Pemberian nama pada Job Files

5. Kemudian klik End Copy seperti pada Gambar 4.20.



**Gambar 4.20** Akhir Copy Section

6. Kemudian input data dengan cara :
- Klik Job file misal “apron”, doble klik pada Section Nama “NewRigid-01” seperti Gambar 4.21



**Gambar 4.21** Input Data pada Section Name



- Klik Airplane untuk input jenis pesawat yang menggunakan *apron* seperti Gambar 4.22

FAARFIELD v 1.41 - Modify and Design Section NewRigid01 in Job Apron

Section Names  
NewRigid01

Apron NewRigid01 Des. Life = 20

Layer Material	Thickness (in)	Modulus or R (psi)
PCC Surface	14.00	650
P-401/P-403 St (flex)	6.00	400,000
P-209 Cr Ag	6.00	75,000
Subgrade	k = 172.4	15,000

Total thickness to the top of the subgrade, t = 26.00 in

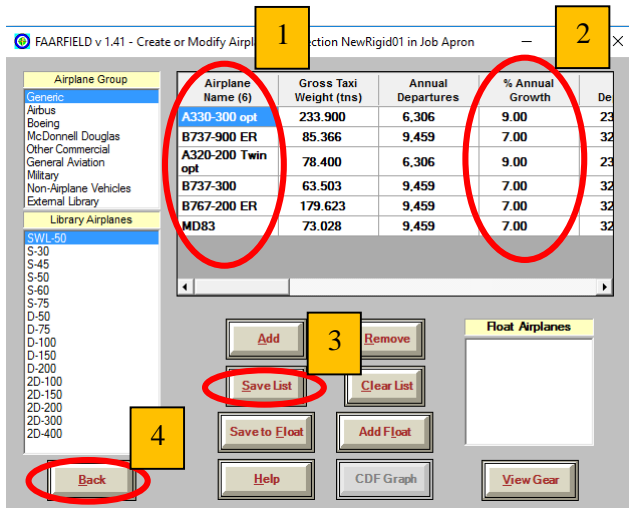
Status

Airplane

Back Help Life Modify Structure Design Structure Save Structure

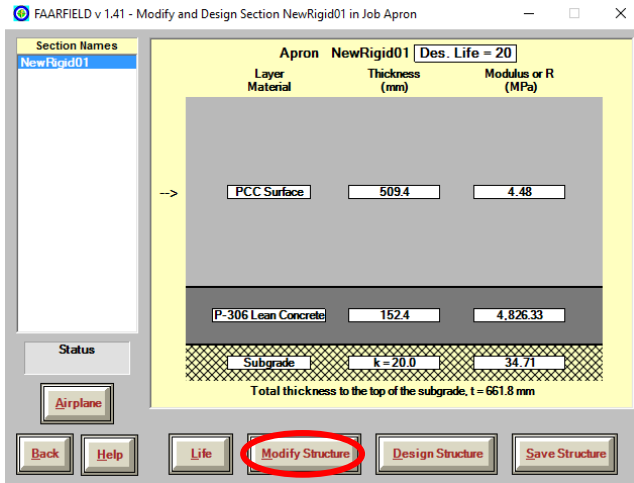
**Gambar 4.22** Input Jenis Pesawat pada Airplane

- Pada Airplane masukkan jenis pesawat yang beroperasi pada *apron*, seperti Gambar 4.23.
- Kemudian masukkan % Annual Growth sesuai perhitungan pada tabel 4.28.
- Kemudian Klik Save
- Lalu klik Back untuk kembali Design Section

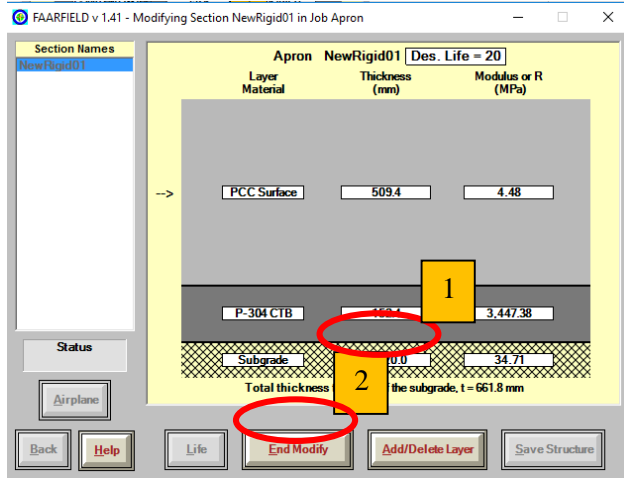


**Gambar 4.23** Input Jenis Pesawat dan Probabilitas

7. Input data Subgrade Support k-Value lapangan yang telah didapat dengan cara:
  - Klik Modify Structure, seperti Gambar 4.24
  - Klik pada K subgrade, isikan nilai K-value klik OK, Klik End Modify, akan muncul Gambar 4.25

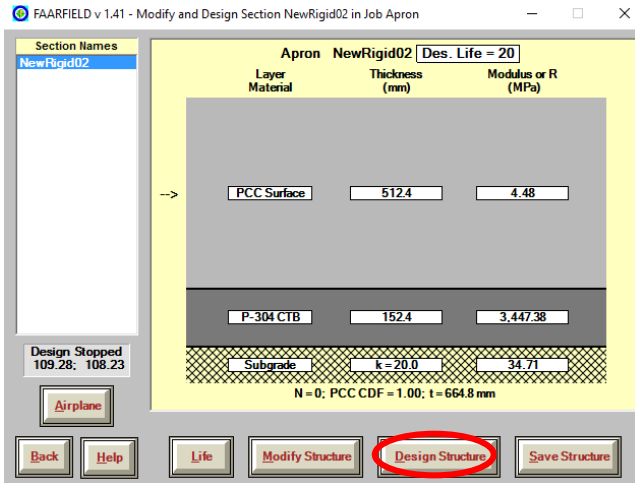


Gambar 4.24 Modify Structure



Gambar 4.25 Input nilai K-Value

Selanjutnya klik Design Structure tunggu sampai proses design selesai dengan ditandai “Design Stopped” dapat dilihat pada Gambar 4.26.



**Gambar 4.26** Design Structure

**Tabel 4.30** Tebal Perkerasan Landas Parkir

Material	Ketebalan (mm)	Pembulatan Tebal (mm)
<i>PCC Surface</i>	512,4	515
<i>P-304 (Cement Treated Base)</i>	152,4	155
<b>Total Tebal</b>	<b>664,8</b>	<b>670</b>

#### 4.6. Perencanaan Penulangan Perkerasan Landas Parkir

Dalam perencanaan dimensi penulangan perkerasan kaku pada Bandara ini dihitung berdasarkan FAA (*Federal Aviation Administration*). Sebagai penyambung antar *slab* beton dibutuhkan tulangan *dowel* dan *Tie bar* yang letaknya ditengah tebal pelat dan sejajar dengan sumbu jalan. Dalam metode FAA Tulangan *dowel* dan *Tie bar* berfungsi sama yaitu untuk mencegah perbedaan perpindahan beban vertikal. Biasanya *dowel* dan *Tie bar* tersebut berupa batang baja polos bulat yang padat. Untuk mengetahui dimensi dan spasi tulangan *dowel* dapat dilihat pada tabel 4.31.

**Tabel 4.31** Dimensi dan Spasi Tulangan Dowel

Tebal Pelat inci (mm)	Diameter inci (mm)	Panjang inci (mm)	Jarak inci (mm)
6 - 7 (150 - 180)	3/4 (20)	18 (460)	12 (305)
8 - 12 ( 210 - 305)	1 (25)	19 (480)	12 (305)
13 - 16 (330 - 405)	1 1/4 (30)	20 (510)	15 (380)
17 - 20 (430 - 510)	1 1/2 (40)	20 (510)	18 (460)
21 - 24 (535 - 610)	2 (50)	24 (610)	18 (460)

Sumber : Federal Aviation Administration (FAA)

Maka dapat disimpulkan bahwa, perkerasan apron berdasarkan tabel 4.31 dengan tebal *slab* beton 515 mm dibutuhkan *dowel* dan *Tie bar* dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter : 50 mm
- Panjang : 610 mm
- Jarak : 460 mm

Selain tulangan *Dowel* dan *Tie bar*, Dalam perencanaan penulangan perkerasan kaku dibutuhkan juga tulangan *wiremesh*. Adapun cara menghitung tulangan *wiremesh* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A_s = 0,64 \frac{L^2 t}{f_s}$$

Dimana :

$A_s$  : Luas tulangan baja ( $\text{cm}^2/\text{m}'$ )

$L$  : Panjang atau lebar pelat (m)

$t$  : Tebal pelat (mm)

$f_s$  : Tegangan tarik yang diizinkan baja ( $\text{MNt}/\text{m}^2$ ),  $2/3$  tegangan leleh

Prosentase minimal kuat baja 0,05%, untuk area beton per unit panjang atau lebar.

**Tabel 4.32** Tegangan yang diizinkan Baja

ASTM Designation	Type & Grade of Steel	Yield Strength psi (MN/m <sup>2</sup> )	FS psi (MN/m <sup>2</sup> )
A 615	Deformed Billet Steel, Grade 40	40000 (300)	27000 (200)
A 615	Deformed Rail Steel, Grade 50	50000 (370)	33000 (240)
A 615	Deformed Rail Steel, Grade 60	60000 (440)	40000 (300)
A 615	Deformed Billet Steel, Grade 60	60000 (440)	40000 (300)
A 185	Cold Drawn Welded Steel Wire Fabric	65000 (480)	43000 (320)
A 497	Cold Drawn Welded Deformed Steel Wire	70000 (520)	47000 (350)

Sumber : Federal Aviation Administration (FAA)

Contoh perhitungan luas tulangan baja ( $A_s$ ) menurut FAA adalah sebagai berikut :

- Lebar pelat diasumsikan 1 m
- Tebal pelat adalah 515 mm (Tabel 4.30)
- Tegangan yang diizinkan ( $f_s$ ) adalah 320  $\text{MN}/\text{m}^2$  (Tabel.4.32)

$$As = 0,64 \frac{L^2 t}{f_s}$$

$$As = 0,64 x \frac{1^2 x 515}{320}$$

$$As = 1,03 \text{ cm}^2$$

Setelah perhitungan As (Area) sudah didapat maka dicari diameter tulangan baja. Untuk lebih jelasnya seperti pada tabel.4.37.

**Tabel 4.33** Dimensi Tulangan Baja

Number	Diameter in (mm)	Area in <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	Perimeter in (cm)	Unit Weight lbs/ft (kg/m)
3	0.375 (9.5)	0.11 (0.71)	1.178 (3.0)	0.376 (0.56)
4	0.500 (12.7)	0.20 (1.29)	1.571 (4.0)	0.668 (1.00)
5	0.625 (15.9)	0.31 (2.00)	1.963 (5.0)	1.043 (1.57)
6	0.750 (19.1)	0.44 (2.84)	2.356 (6.0)	1.502 (2.26)
7	0.875 (22.2)	0.60 (3.86)	2.749 (7.0)	2.044 (3.07)

Sumber : Federal Aviation Administration (FAA)

Dari tabel 4.33 dijelaskan bahwa perhitungan diameter tulangan baja adalah 12,7 mm. Setelah didapat diameter tulangan baja maka di cari jarak antar tulangan yang di cari lewat tabel 4.34.

Tabel 4.34 Spasi wiremesh

Wire Size Smooth	Number Deformed	Nominal Diameter Inches	Nominal Weight lbs./lin.ft.	Center-to-Center Spacing				
				4"	6"	8"	10"	12"
W31	D31	0.628	1.054	.93	.62	.465	.372	.31
W30	D30	0.618	1.020	.90	.60	.45	.36	.30
W28	D28	0.597	.952	.84	.56	.42	.336	.28
W26	D26	0.575	.934	.78	.52	.39	.312	.26
W24	D24	0.553	.816	.72	.48	.36	.288	.24
W22	D22	0.529	.748	.66	.44	.33	.264	.22
W20	D20	0.504	.680	.60	.40	.30	.24	.20
W18	D18	0.478	.612	.54	.36	.27	.216	.18
W16	D16	0.451	.544	.48	.32	.24	.192	.16
W14	D14	0.422	.476	.42	.28	.21	.168	.14
W12	D12	0.390	.408	.36	.24	.18	.144	.12
W11	D11	0.374	.374	.33	.22	.165	.132	.11
W10.5		0.366	.357	.315	.21	.157	.126	.105
W10	D10	0.356	.340	.30	.20	.15	.12	.10
W9.5		0.348	.323	.285	.19	.142	.114	.095
W9	D9	0.338	.306	.27	.18	.135	.108	.09
W8.5		0.329	.289	.255	.17	.127	.102	.085
W8	D8	0.319	.272	.24	.16	.12	.096	.08
W7.5		0.309	.255	.225	.15	.112	.09	.075
W7	D7	0.298	.238	.21	.14	.105	.084	.07
W6.5		0.288	.221	.195	.13	.097	.078	.065
W6	D6	0.276	.204	.18	.12	.09	.072	.06
W5.5		0.264	.187	.165	.11	.082	.066	.055
W5	D5	0.252	.170	.15	.10	.075	.06	.05
W4.5		0.240	.153	.135	.09	.067	.054	.045
W4	D4	0.225	.136	.12	.08	.06	.048	.04

Sumber : Federal Aviation Administration (FAA)

Dari perhitungan sebelumnya didapat diameter tulangan adalah 12,7 (tabel 4.37). Sehingga pada tabel 4.38 diameter yang digunakan adalah w14/D14.

Untuk mencari jarak antar tulangan seperti dibawah ini :

- Diketahui w14 jarak 4 in (10 cm) adalah 0,42 in<sup>2</sup> (0,000271 m<sup>2</sup>)

$$\text{Cek} = \frac{\text{Jarak Tulangan}}{\text{Luas area}} \times 100\%$$



$$= \frac{0,00027097 \text{ m}^2}{1 \times 0,515} \times 100\%$$

$$= 0,0526 \% > 0.05\% \quad (\text{OK})$$

Jadi untuk tulangan wiremesh yang digunakan adalah D14-100

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis perhitungan jam puncak didapat jumlah pergerakan pesawat pada jam puncak tahun 2035 sebesar 56 pergerakan.
2. Setelah mendapatkan pergerakan pesawat pada jam puncak didapatkan kebutuhan parking stand pada tahun 2035 sebanyak 51.
3. Berdasarkan hasil peramalan parking stand pada tahun 2016 s.d 2035 diketahui bahwa dimensi landas parkir tahun 2035 untuk kelas C adalah dengan panjang 2096,50 m dan lebar 98,37 m. Sedangkan untuk kelas D adalah panjang 1547,20 m dan lebar 104,78 m.
4. Berdasarkan hasil perhitungan tebal landas parkir dengan metode FAARFIELD diketahui bahwa tebal pada PCC Surface adalah 515 mm, sedangkan untuk P-304 (*Cement Treated Base*) adalah 155 mm. Selanjutnya perhitungan penulangan landas parkir dengan metode FAA didapatkan wiremesh dengan D14-100 dan Dowel dengan diameter 50 mm, panjang 610, dan jarak 460 mm.

#### 5.2. Saran

Adapun saran dalam evaluasi kebutuhan apron rencana Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang sebagai berikut :

1. Untuk kebutuhan parking stand Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang pada tahun 2035 tidak bisa menampung pesawat karena landasan parkir yang ada tidak

mencukupi pergerakan pesawat yang ada. oleh karena itu apron di bandara ini harus di perluas lagi.

2. Untuk tahun rencana (2035) dengan adanya penambahan jumlah parking stand sejumlah 51, jadi Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang perlu menambah jumlah taxiway.

## DAFTAR PUSTAKA

Ashford N., & Mumayiz S., A., (2011). *Airport Engineering Planning, Design, and Development of 21st-Century Airports* (Fourth Edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

FAA. (2009). *Airport Pavement Design and Evaluation*.

Horonjeff, R., and F.X. McKelvey, 1988, *Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara* (Terjemahan), Edisi Ketiga, Jilid 1, Jakarta, Penerbit Erlangga.

Horonjeff, R. and F. X. M. (2010). *Planning & Design of Airports* (Fifth Edit). New York: Mc Graw Hill, Inc.

[Http://achmadyani-airport.com](http://achmadyani-airport.com)

[Http://www.angkasapura1.co.id/detail/berita/bandara-ahmad-yani-pp-rampung-proyek-perluasan-dimulai-bulan-ini](http://www.angkasapura1.co.id/detail/berita/bandara-ahmad-yani-pp-rampung-proyek-perluasan-dimulai-bulan-ini)).

Ocherudy, Muhammad Habid. 2016. *Tugas Akhir Evaluasi Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Syamsudin Noor Banjarmasin Dalam Memfasilitasi Pertumbuhan Pergerakan Pesawat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Peraturan Dirjen Perhubungan Udara, SKEP-77-VI, (2005). From [www.google.com](http://www.google.com)

Peraturan Menteri Perhubungan. Tatanan Kebandarudaraan Nasional, Pub. L. No. PM 69 Tahun 2013 (2013).

Rosyid, Muhamad Abdul. 2016. Tugas Akhir Analisa dan Perencanaan Penambahan Runway pada Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

### VARIABEL BEBAS

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Laju Pertumbuhan pertahun	Tahun	Jumlah Penduduk	Laju Pertumbuhan pertahun	Tahun	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)	Laju Pertumbuhan pertahun
	X1	%		X2	%		X3	%
<b>2011</b>	656,268.13		<b>2011</b>	32,725,378		<b>2011</b>	1,914,267.94	
<b>2012</b>	691,343.12	5.34%	<b>2012</b>	32,998,692	0.84%	<b>2012</b>	1,945,063.70	1.61%
<b>2013</b>	726,655.12	5.11%	<b>2013</b>	33,264,339	0.81%	<b>2013</b>	2,026,113.68	4.17%
<b>2014</b>	764,992.65	5.28%	<b>2014</b>	33,522,663	0.78%	<b>2014</b>	2,046,296.22	1.00%
<b>2015</b>	806,609.02	5.44%	<b>2015</b>	33,774,141	0.75%	<b>2015</b>	2,050,945.00	0.23%
<b>2016</b>	849,295.46	5.29%	<b>2016</b>	34,843,751	3.17%	<b>2016</b>	2,086,831.45	1.75%
<b>2017</b>	894,240.90	5.29%	<b>2017</b>	35,947,235	3.17%	<b>2017</b>	2,123,345.82	1.75%
<b>2018</b>	941,564.90	5.29%	<b>2018</b>	37,085,666	3.17%	<b>2018</b>	2,160,499.10	1.75%
<b>2019</b>	991,393.32	5.29%	<b>2019</b>	38,260,150	3.17%	<b>2019</b>	2,198,302.47	1.75%
<b>2020</b>	1,043,858.70	5.29%	<b>2020</b>	39,471,830	3.17%	<b>2020</b>	2,236,767.31	1.75%
<b>2021</b>	1,099,100.60	5.29%	<b>2021</b>	40,721,883	3.17%	<b>2021</b>	2,275,905.19	1.75%
<b>2022</b>	1,157,265.95	5.29%	<b>2022</b>	42,011,525	3.17%	<b>2022</b>	2,315,727.88	1.75%
<b>2023</b>	1,218,509.45	5.29%	<b>2023</b>	43,342,009	3.17%	<b>2023</b>	2,356,247.37	1.75%
<b>2024</b>	1,282,994.02	5.29%	<b>2024</b>	44,714,628	3.17%	<b>2024</b>	2,397,475.85	1.75%
<b>2025</b>	1,350,891.16	5.29%	<b>2025</b>	46,130,718	3.17%	<b>2025</b>	2,439,425.73	1.75%
<b>2026</b>	1,422,381.48	5.29%	<b>2026</b>	47,591,655	3.17%	<b>2026</b>	2,482,109.63	1.75%
<b>2027</b>	1,497,655.12	5.29%	<b>2027</b>	49,098,859	3.17%	<b>2027</b>	2,525,540.39	1.75%
<b>2028</b>	1,576,912.32	5.29%	<b>2028</b>	50,653,795	3.17%	<b>2028</b>	2,569,731.07	1.75%
<b>2029</b>	1,660,363.87	5.29%	<b>2029</b>	52,257,975	3.17%	<b>2029</b>	2,614,694.99	1.75%
<b>2030</b>	1,748,231.75	5.29%	<b>2030</b>	53,912,959	3.17%	<b>2030</b>	2,660,445.66	1.75%
<b>2031</b>	1,840,749.67	5.29%	<b>2031</b>	55,620,355	3.17%	<b>2031</b>	2,706,996.86	1.75%
<b>2032</b>	1,938,163.72	5.29%	<b>2032</b>	57,381,824	3.17%	<b>2032</b>	2,754,362.59	1.75%
<b>2033</b>	2,040,733.00	5.29%	<b>2033</b>	59,199,077	3.17%	<b>2033</b>	2,802,557.10	1.75%
<b>2034</b>	2,148,730.34	5.29%	<b>2034</b>	61,073,883	3.17%	<b>2034</b>	2,851,594.89	1.75%
<b>2035</b>	2,262,442.99	5.29%	<b>2035</b>	63,008,062	3.17%	<b>2035</b>	2,901,490.72	1.75%

**VARIABEL BEBAS CARA PAKAI TREND EXEL**

Tahun	PDRB ADHK (dalam milyar)	Laju Pertumbuhan pertahun	Tahun	Jumlah Penduduk	Laju Pertumbuhan pertahun	Tahun	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)	Laju Pertumbuhan pertahun
	X1	%		X2	%		X3	%
<b>2011</b>	656,268.13		<b>2011</b>	32,725,378		<b>2011</b>	1,914,267.94	
<b>2012</b>	691,343.12	5.34%	<b>2012</b>	32,998,692	0.84%	<b>2012</b>	1,945,063.70	1.61%
<b>2013</b>	726,655.12	5.11%	<b>2013</b>	33,264,339	0.81%	<b>2013</b>	2,026,113.68	4.17%
<b>2014</b>	764,992.65	5.28%	<b>2014</b>	33,522,663	0.78%	<b>2014</b>	2,046,296.22	1.00%
<b>2015</b>	806,609.02	5.44%	<b>2015</b>	33,774,141	0.75%	<b>2015</b>	2,050,945.00	0.23%
<b>2016</b>	841,473.00	4.32%	<b>2016</b>	34,043,492	0.75%	<b>2016</b>	2,108,913.30	2.83%
<b>2017</b>	880,278.68	4.41%	<b>2017</b>	34,300,486	0.75%	<b>2017</b>	2,141,225.54	1.53%
<b>2018</b>	919,119.94	4.13%	<b>2018</b>	34,558,961	0.75%	<b>2018</b>	2,162,550.98	1.00%
<b>2019</b>	957,071.93	3.91%	<b>2019</b>	34,819,631	0.75%	<b>2019</b>	2,198,823.23	1.68%
<b>2020</b>	994,482.34	3.91%	<b>2020</b>	35,081,276	0.75%	<b>2020</b>	2,237,309.85	1.75%
<b>2021</b>	1,033,328.75	3.67%	<b>2021</b>	35,339,183	0.74%	<b>2021</b>	2,264,081.82	1.20%
<b>2022</b>	1,071,295.09	3.54%	<b>2022</b>	35,599,821	0.74%	<b>2022</b>	2,296,939.71	1.45%
<b>2023</b>	1,109,241.75	3.44%	<b>2023</b>	35,860,156	0.73%	<b>2023</b>	2,332,151.93	1.53%
<b>2024</b>	1,147,429.69	3.34%	<b>2024</b>	36,119,892	0.72%	<b>2024</b>	2,363,747.49	1.35%
<b>2025</b>	1,185,697.84	3.20%	<b>2025</b>	36,379,527	0.72%	<b>2025</b>	2,395,129.78	1.33%
<b>2026</b>	1,223,660.45	3.12%	<b>2026</b>	36,639,943	0.72%	<b>2026</b>	2,429,081.26	1.42%
<b>2027</b>	1,261,821.01	3.02%	<b>2027</b>	36,899,752	0.71%	<b>2027</b>	2,461,588.32	1.34%
<b>2028</b>	1,299,986.93	2.93%	<b>2028</b>	37,159,627	0.70%	<b>2028</b>	2,493,601.71	1.30%
<b>2029</b>	1,338,090.48	2.85%	<b>2029</b>	37,419,657	0.70%	<b>2029</b>	2,526,479.81	1.32%
<b>2030</b>	1,376,184.87	2.77%	<b>2030</b>	37,679,685	0.69%	<b>2030</b>	2,559,342.33	1.30%
<b>2031</b>	1,414,344.24	2.69%	<b>2031</b>	37,939,549	0.69%	<b>2031</b>	2,591,642.77	1.26%
<b>2032</b>	1,452,458.83	2.62%	<b>2032</b>	38,199,550	0.69%	<b>2032</b>	2,624,285.85	1.26%
<b>2033</b>	1,490,572.34	2.56%	<b>2033</b>	38,459,535	0.68%	<b>2033</b>	2,657,029.86	1.25%
<b>2034</b>	1,528,701.45	2.49%	<b>2034</b>	38,719,481	0.68%	<b>2034</b>	2,689,569.21	1.22%
<b>2035</b>	1,566,830.72	2.49%	<b>2035</b>	38,979,434	0.67%	<b>2035</b>	2,722,126.26	1.21%



**PERAMALAN PERTUMBUHAN PERGERAKAN PESAWAT DENGAN CARA FORECAST**

Tahun	Departure	PDRB ADHK (dalam milyar)	Jumlah Penduduk	Ekspor Barang Dan Jasa (dalam milyar)	Skenario 1	Forecast Error	Skenario 2	Forecast Error	Skenario 3	Forecast Error	Skenario 4	Forecast Error	Skenario 5	Forecast Error	Skenario 6	Forecast Error	Skenario 7	Forecast Error					
<b>Persamaan Regresi</b>					<b>Y = a + b (X1)</b>		<b>Y = a + b (X2)</b>		<b>Y = a + b (X3)</b>		<b>Y = a + b (X1) + c (X2)</b>		<b>Y = a + b (X1) + c (X3)</b>		<b>Y = a + b (X2) + c (X3)</b>		<b>Y = a + b (X1) + c (X2) + d (X3)</b>						
					a	-15722.2	a	-186336.5	a	-59704.6	a	-321319.8	a	-17926.7	a	-200471.9	a		a		-925230.7		
					b	0.04223	b	0.00606	b	0.03745	b	-0.03361	b	0.04052	b	0.00679	b	0.000510	b		b		-0.16589
													c	0.01085	c		c		c		c		0.03349
					<b>Rsquare</b>	<b>0.9652</b>	<b>Rsquare</b>	<b>0.9724</b>	<b>Rsquare</b>	<b>0.8509</b>	<b>Rsquare</b>	<b>0.9741</b>	<b>Rsquare</b>	<b>0.9654</b>	<b>Rsquare</b>	<b>0.9740</b>	<b>Rsquare</b>	<b>0.9891</b>					
2011	11424	656,268.13	32,725,378	1,914,267.94																			
2012	14123	691,343.12	32,998,692	1,945,063.70																			
2013	15242	726,655.12	33,264,339	2,026,113.68																			
2014	16313	764,992.65	33,522,663	2,046,296.22																			
2015	18258	806,609.02	33,774,141	2,050,945.00	18342		18204		17110		18081		18304		18304		18115						
2016		841,473.00	34,043,492	2,108,913.30	19815		19835		19281		19832		19817		19837		19830						
2017		880,278.68	34,300,486	2,141,225.54	21453		21391		20491		21316		21445		21417		21151						
2018		919,119.94	34,558,961	2,162,550.98	23094		22957		21290		22815		23056		23062		22803						
2019		957,071.93	34,819,631	2,198,823.23	24697		24535		22648		24368		24657		24647		24285						
2020		994,482.34	35,081,276	2,237,309.85	26276		26120		24090		25950		26239		26226		25831						
2021		1,033,328.75	35,339,183	2,264,081.82	27917		27682		25092		27443		27860		27840		27321						
2022		1,071,295.09	35,599,821	2,296,939.71	29520		29260		26323		28995		29455		29442		28888						
2023		1,109,241.75	35,860,156	2,332,151.93	31123		30837		27642		30545		31054		31029		30387						
2024		1,147,429.69	36,119,892	2,363,747.49	32736		32410		28825		32080		32656		32631		31921						
2025		1,185,697.84	36,379,527	2,395,129.78	34352		33982		30001		33611		34261		34233		33444						
2026		1,223,660.45	36,639,943	2,429,081.26	35955		35559		31272		35161		35858		35828		34976						
2027		1,261,821.01	36,899,752	2,461,588.32	37567		37133		32490		36698		37461		37426		36493						
2028		1,299,986.93	37,159,627	2,493,601.71	39178		38707		33689		38235		39063		39026		38024						
2029		1,338,090.48	37,419,657	2,526,479.81	40788		40281		34920		39776		40664		40624		39548						
2030		1,376,184.87	37,679,685	2,559,342.33	42396		41856		36151		41317		42264		42221		41074						
2031		1,414,344.24	37,939,549	2,591,642.77	44008		43430		37361		42854		43866		43820		42598						
2032		1,452,458.83	38,199,550	2,624,285.85	45618		45004		38583		44395		45467		45418		44125						
2033		1,490,572.34	38,459,535	2,657,029.86	47227		46579		39810		45935		47068		47016		45650						
2034		1,528,701.45	38,719,481	2,689,569.21	48837		48153		41028		47474		48670		48614		47175						
2035		1,566,830.72	38,979,434	2,722,126.26	50448		49727		42248		49013		50271		50213		48701						

**JUMLAH PERGERAKAN PESAWAT PADA JAM PUNCAK****C = 75%      D = 25%**

Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2016	17	5	22
2017	18	6	24
2018	20	6	26
2019	21	6	27
2020	22	7	29
2021	23	8	31
2022	25	8	33
2023	25	9	34
2024	27	9	36
2025	28	10	38
2026	30	10	40
2027	32	10	42
2028	32	11	43
2029	34	11	45
2030	35	12	47
2031	37	12	49
2032	37	13	50
2033	39	13	52
2034	40	14	54
2035	42	14	56

**FAKTOR PEMAKAIAN GATE****U = 0,6**

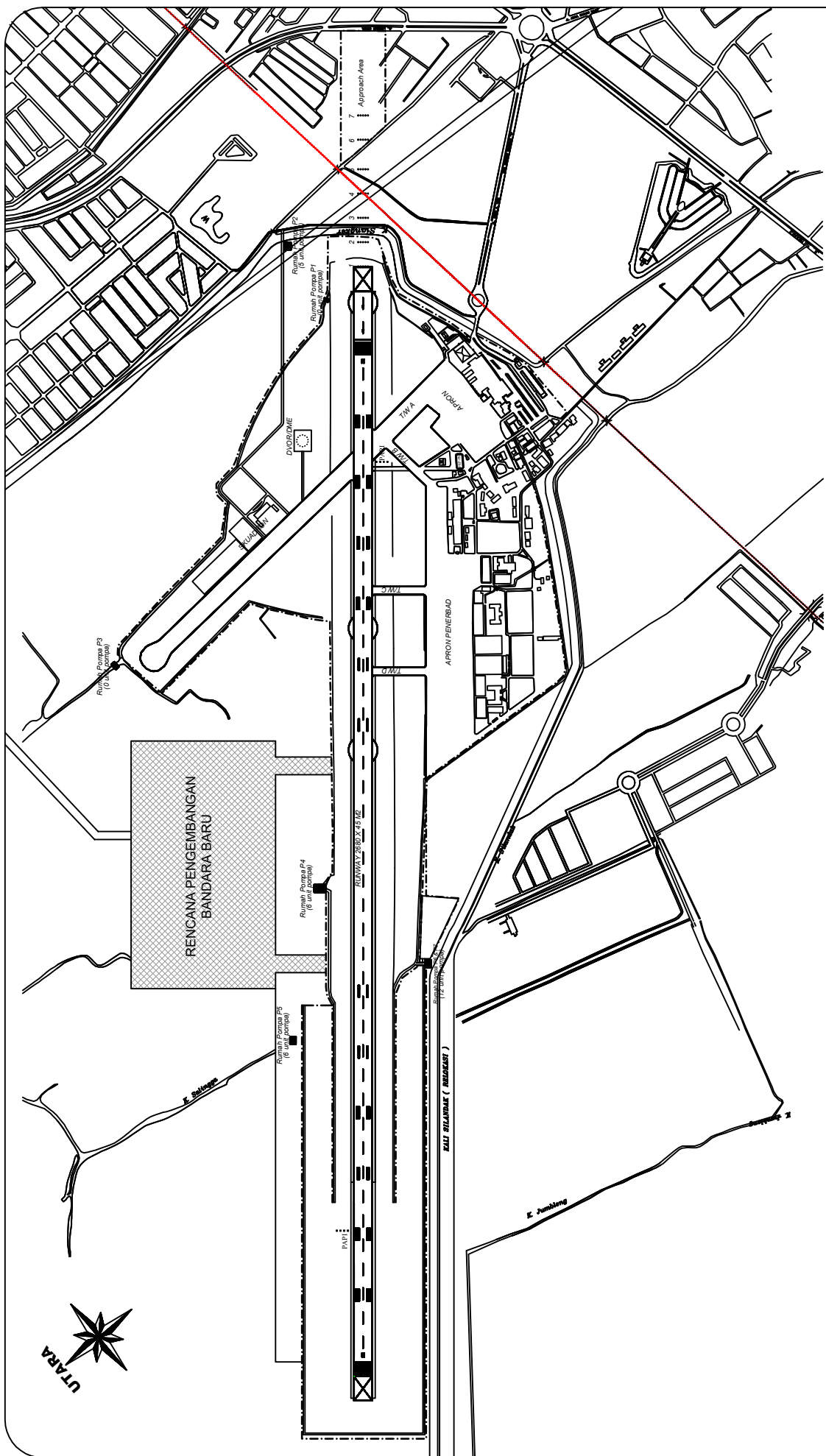
Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2016	14	6	20
2017	15	7	22
2018	17	7	23
2019	18	7	24
2020	18	8	26
2021	19	9	28
2022	21	9	30
2023	21	10	31
2024	23	10	33
2025	23	11	34
2026	25	11	36
2027	27	11	38
2028	27	12	39
2029	28	12	41
2030	29	13	43
2031	31	13	44
2032	31	14	45
2033	33	14	47
2034	33	16	49
2035	35	16	51

**FAKTOR PEMAKAIAN GATE****U = 0,7**

Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2016	12	5	17
2017	13	6	19
2018	14	6	20
2019	15	6	21
2020	16	7	22
2021	16	8	24
2022	18	8	25
2023	18	9	26
2024	19	9	28
2025	20	10	30
2026	21	10	31
2027	23	10	32
2028	23	10	33
2029	24	10	35
2030	25	11	36
2031	26	11	38
2032	26	12	39
2033	28	12	40
2034	29	13	42
2035	30	13	43

**FAKTOR PEMAKAIAN GATE****U = 0,8**

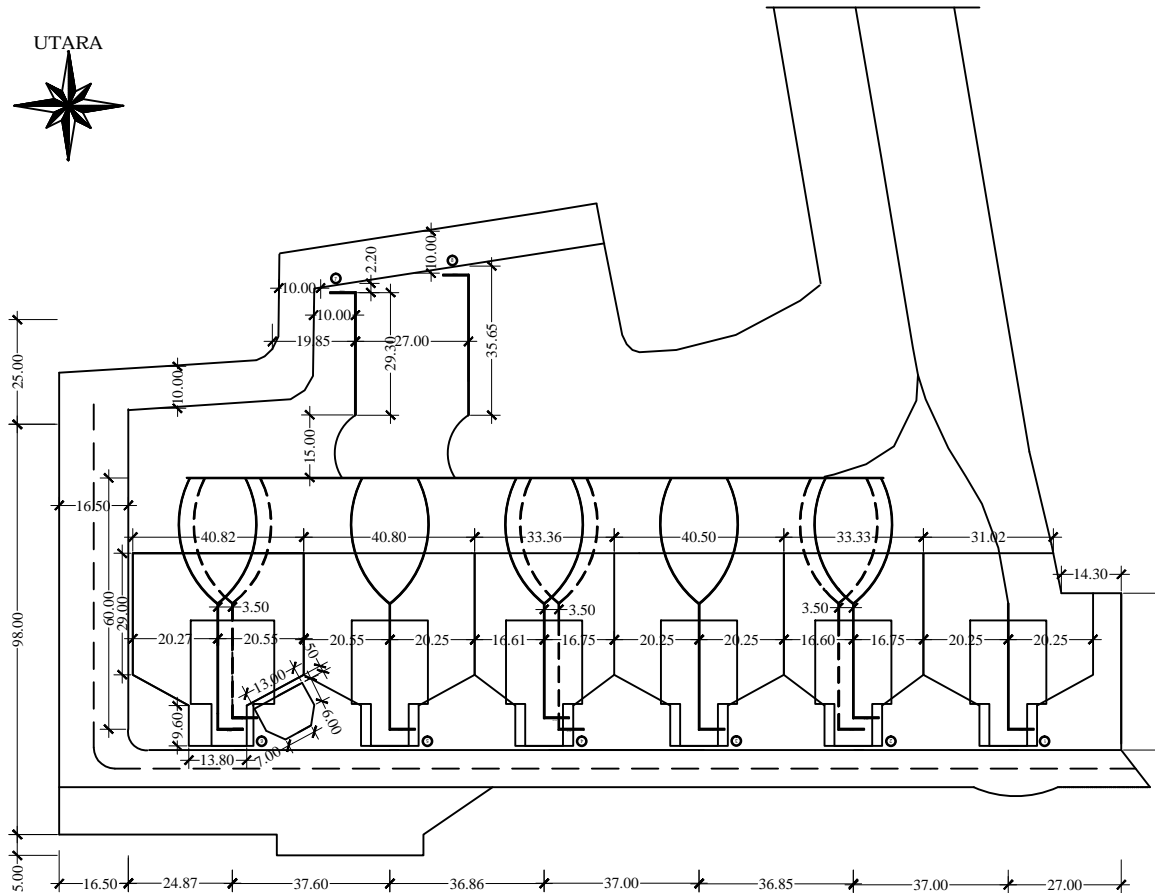
Tahun	Jumlah Pesawat Terbang		Total
	Kelas C	Kelas D	
2016	11	4	15
2017	11	5	16
2018	13	5	18
2019	13	5	18
2020	14	6	20
2021	14	7	21
2022	16	7	22
2023	16	8	23
2024	17	8	24
2025	18	8	26
2026	19	8	27
2027	20	8	28
2028	20	9	29
2029	21	9	30
2030	22	10	32
2031	23	10	33
2032	23	11	34
2033	24	11	35
2034	25	12	37
2035	26	12	38




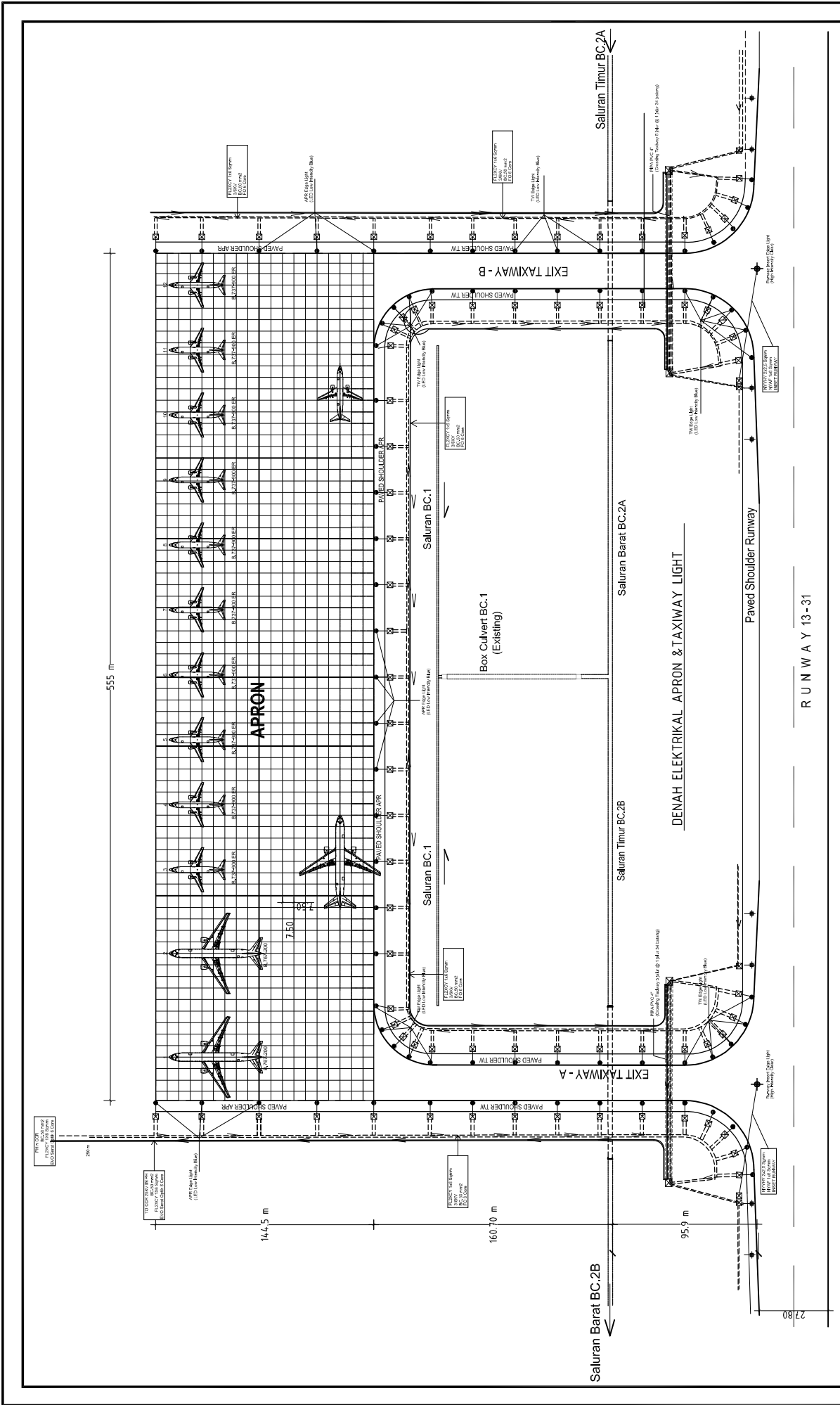
PEKERJAAN :	GAMBAR :		DIRENCANA		AIRPORT OPERATION & READINESS DEPARTMENT		
	LAYOUT BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG		DIGAMBAR		Sari Kurniawati		
SKALA :	NO. LEMBAR :		DIPERIKSA		NIP. 1489164 - S		
	TANGGAL :		DISETUJUI		R I Y A N T O		
		JML. LEMBAR :		DIPERIKSA		NIP. 9062364 - R	
				DISETUJUI		EDDY SUSANTO	
				DIKETAHUI		NIP. 8561255 - E	
				GENERAL MANAGER		PRYO JATMIKO	
				GENERAL MANAGER		KANTOR CABANG	
				GENERAL MANAGER		BANDARA AHMAD YANI - SEMARANG	


  
**Angkasa Pura | AIRPORTS**
  
 PT. ANGKASA PURA I (PERSERO)
   
 PENGUSAHAAN BANDAR UDARA

UTARA



PEKERJAAN : <b>AIRCRAFT SAFETY AREA (MERAH)</b> <b>TAXILINE PARKING STAND (KUNING)</b> <b>SERVICE ROAD POS BARAT(PUTIH)</b>		GAMBAR : <b>LAYOUT APRON</b>		DIRENCANA AIRPORT OPERATION & READINESS DEPARTMENT	 <b>Angkasa Pura   AIRPORTS</b> PT. ANGKASA PURA 1 (PERSERO) PENGUSAHAAN BANDAR UDARA
				DIGAMBAR SARI KURNIAWATI Civil Landside Technician	
				DIPERIKSA RIYANTO Airport Facilities Readiness Section Head	
				DIPERIKSA IBNU SHOLIKIN Airport Service Section Head	
				DISETUJUI EDDY SUSANTO Airport Operation & Readiness Department Head	
				DIKETAHUI PRIYO JATMIKO General Manager	
SKALA :	TANGGAL :	NO. LEMBAR :	JML. LEMBAR :	KANTOR CABANG BANDARA AHMAD YANI - SEMARANG	

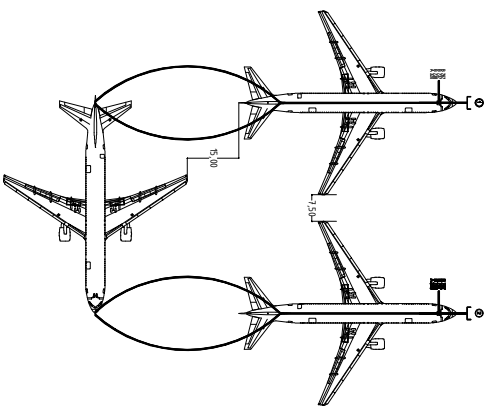
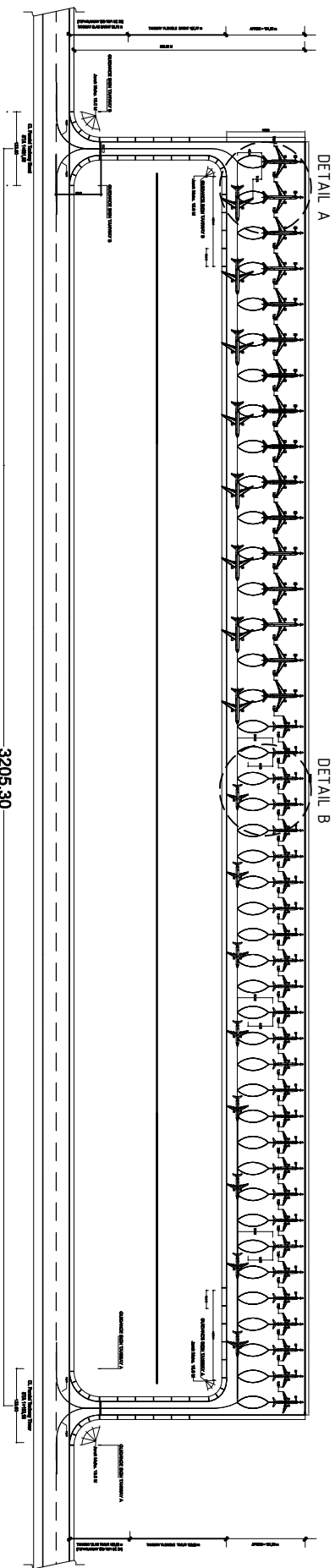


KEMENTERIAN PERHUBUNGAN DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA		PT. GEO SARANA GUNA Engineering Consultant		Angkasa Pura   AIRPORTS	
REVISI	NO. REVISI	DIREKSI/KOMISI	REVISI/KOMISI	LOKASI	BANDARA UDARA INTERNASIONAL PRABOWATI, SEMARANG
DISKUSI	NO. DISKUSI	REVISI/KOMISI	REVISI/KOMISI	NAMA PROJEK	PERUBAHAN KONSTRUKSI APRON DAN TAXIWAY DIBANDARA UDARA INTERNASIONAL PRABOWATI SEMARANG
DIREKTOR	NO. DIREKTOR	REVISI/KOMISI	REVISI/KOMISI	DIREKSI	PT. ANGKASA PURA III
ASISTEN DIREKTOR	NO. ASISTEN DIREKTOR	REVISI/KOMISI	REVISI/KOMISI	SKALA	1:1000
ASISTEN ASISTEN DIREKTOR	NO. ASISTEN ASISTEN DIREKTOR	REVISI/KOMISI	REVISI/KOMISI	NAMA GAMBAR	20
ASISTEN ASISTEN ASISTEN DIREKTOR	NO. ASISTEN ASISTEN ASISTEN DIREKTOR	REVISI/KOMISI	REVISI/KOMISI	DENAH APRON & TAXIWAY LIGHT	36
				POJOK & PROJEKSI : : :	

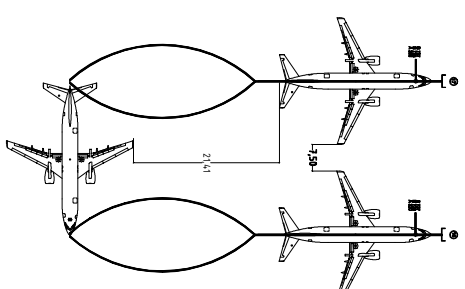
CATATAN

RUNWAY 13-31

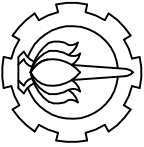
# RENCANA PENGEMBANGAN APRON TAHUN 2035

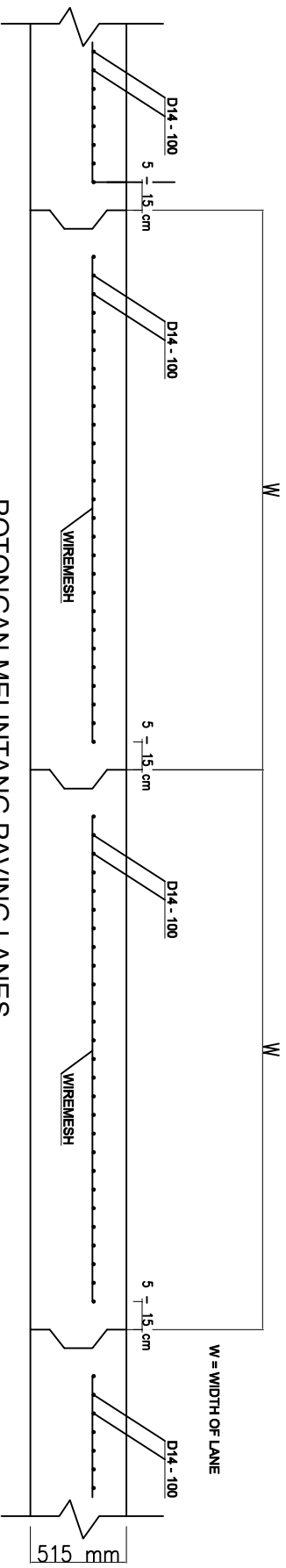


**DETAIL A**  
skala 1 : 50

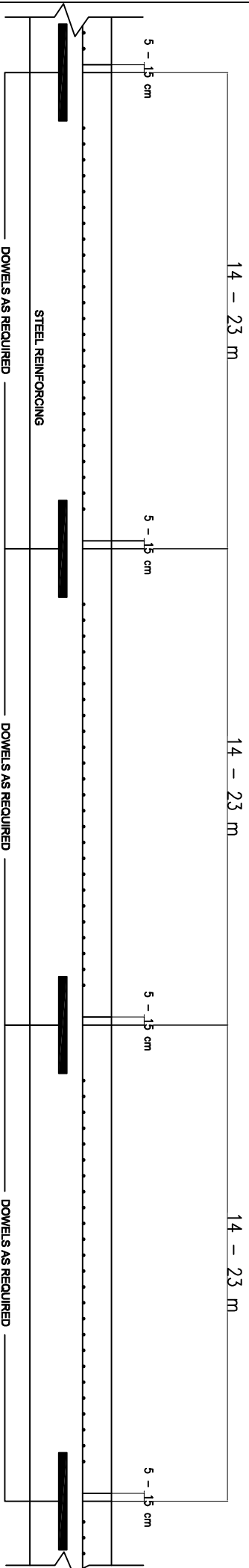


**DETAIL B**  
skala 1 : 50

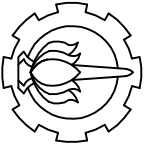
 <b>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</b>	<b>NAMA GAMBAR</b>	<b>NAMA &amp; NRP MAHASISWA</b>	<b>NAMA DOSEN PEMBIMBING</b>	<b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>	<b>NO. GAMBAR</b>
	<b>RENCANA PENGEMBANGAN APRON</b>	<u>MUHAMMAD NURSALIM</u>  3114.106.034	Ir. Eryina Ahyudanari, ME., Ph.D.  Istar, ST., MT.	<b>EVALUASI KEBUTUHAN APRON RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG</b>	NO. GAMBAR  JUMLAH GAMBAR



**POTONGAN MELINTANG PAVING LANES**  
skala 1 : 50



**POTONGAN MEMANJANG PAVING LANES**  
skala 1 : 50

 <b>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</b>	NAMA GAMBAR	NAMA & NRP MAHASISWA	NAMA DOSEN PEMBIMBING	JUDUL TUGAS AKHIR	NO. GAMBAR
	<b>POTONGAN MELINTANG DAN MEMANJANG PAVING LANES</b>	<u>MUHAMMAD NURSALIM</u>  3 114. 106.034	Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D.  Istiar, ST., MT.	<b>EVALUASI KEBUTUHAN APRON RENCANA PENGEMBANGAN BANDAR UDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG</b>	JUMILAH GAMBAR



## BIODATA PENULIS



**Muhammad Nursalim**, dilahirkan di Kudus, 09 Januari 1993, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal TK Pertiwi Getassrabi – Kudus tahun 1999, SDN 03 Getassrabi - Kudus tahun 2005, MTsN 01 Kudus tahun 2008, dan MAN 2 Kudus tahun 2011. Setelah lulus dari MAN Penulis mengikuti Tes Masuk Program Diploma Teknik yang diselenggarakan oleh UNDIP Semarang dan diterima di Program Studi Diploma 3 Teknik Sipil UNDIP

Semarang tahun 2011. Setelah lulus dari Diploma 3 Penulis mengikuti Tes Masuk Program S1 Lintas Jalur yang diselenggarakan ITS Surabaya dan diterima di Jurusan Teknik Sipil FTSP - ITS tahun 2014, Terdaftar sebagai Mahasiswa dengan NRP 3114106034. Di Jurusan Teknik Sipil Penulis mengambil bidang studi Transportasi. Bila ingin berbagi informasi dengan penulis bisa melalui *email*: [nursalim46.sn@gmail.com](mailto:nursalim46.sn@gmail.com).