TUGAS AKHIR - RC 14-1501

EVALUASI KESESUAIAN JADWAL PEMELIHARAAN RUNWAY DENGAN PERTUMBUHAN PERGERAKAN PESAWAT DI BANDAR UDARA JUANDA

FREEDY KRISTIAWAN
NRP 3115 105 060

Dosen Pembimbing I
Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D

Dosen Pembimbing II
Istiar, ST., MT

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

TUGAS AKHIR - RC 14-1501

EVALUASI KESESUAIAN JADWAL PEMELIHARAAN RUNWAY DENGAN PERTUMBUHAN PERGERAKAN PESAWAT DI BANDAR UDARA JUANDA

FREEDY KRISTIAWAN
NRP 3115 105 060

Dosen Pembimbing I
Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D

Dosen Pembimbing II
Istiar, ST., MT

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

FINAL PROJECT - RC 14-1501

EVALUATION OF ADEQUACY OF RUNWAY MAINTENANCE SCHEDULE BASED ON AIRCRAFT MOVEMENT GROWTH IN JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT

FREEDY KRISTIAWAN
NRP 3115 105 060

Supervisor
Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D

Co Supervisor
Istiar, ST., MT

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

EVALUASI KESESUAIAN JADWAL PEMELIHARAAN RUNWAY DENGAN PERTUMBUHAN PERGERAKAN PESAWAT DI BANDAR UDARA JUANDA

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:
FREEDY KRISTIAWAN
NRP. 3115 105 060

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D .....(Pembimbing I)

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

SURABAYA
JULI, 2017

EVALUASI KESESUAIAN JADWAL PEMELIHARAAN RUNWAY DENGAN PERTUMBUHAN PERGERAKAN PESAWAT DI BANDAR UDARA JUANDA

Nama Mahasiswa : Freedy Kristiawan
NRP : 3115105060
Jurusan : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D
Dosen Pembimbing 2 : Istiar, ST., MT

Abstrak

Bandar udara Juanda menempati urutan kedua sebagai bandar udara tersibuk di Indonesia dengan data statistic jumlah penumpang yang mampu ditampung adalah 18 juta penumpang pada tahun 2015. Berdasarkan data kondisi saat ini dari PT Angkasa Pura I, pertumbuhan jumlah penumpang di bandar udara (bandara) Juanda pada triwulan I 2016 tercatat lebih besar 23.4% dibandingkan dengan periode yang sama tahun lalu. Pertumbuhan ini mengakibatkan kerusakan yang terjadi pada runway semakin sering terjadi. Kerusakan yang terjadi biasanya hanya bersifat fungsional sehingga perbaikan yang dilakukan cukup dengan dilakukan pelapisan ulang (*overlay*) dan pemeliharaan lainnya. Permasalahan utama yang terjadi yaitu kesesuaian jadwal pemeliharaan dan pelapisan ulang terhadap pertumbuhan pergerakan pesawat.

Pada tugas akhir ini dilakukan evaluasi kesesuaian antara jadwal pemeliharaan dengan pertumbuhan pergerakan pesawat. Di samping itu, dilakukan perencanaan kebutuhan tebal pelapisan ulang yang dibutuhkan *runway* agar dapat melayani pertumbuhan pergerakan pesawat yang terjadi. Dalam evaluasi ini juga dibahas tentang pemeliharaan *runway* terhadap kontaminasi *rubber deposit* serta kesesuaian jadwal pemeliharaannya.

Evaluasi dalam tugas akhir ini memberikan hasil untuk pertumbuhan pergerakan pesawat rata-rata total dalam 8 tahun

terakhir (2009-2016) adalah 6.93%, 7.33% untuk penerbangan domestik dan 4.14% untuk penerbangan internasional. Peratingan kondisi perkerasan *runway* berdasarkan pengecekan visual maka dikategorikan rating 3 (fair) dimana dalam rating ini diperlukan tindakan pemeliharaan berupa *overlay*. Pemeliharaan kerusakan-kerusakan kecil masih mempertahankan pemeliharaan langsung seperti yang dilakukan pihak bandara Juanda. Berdasarkan perhitungan akumulasi *rubber deposit* terhadap pertumbuhan pergerakan pesawat dan distribusi penggunaan *runway*, maka *rubber deposit removal* dapat dilakukan setiap 1 bulan sekali pada area *touchdown runway* R10 dan 6 bulan sekali pada area *touchdown* R28 sebagai ganti pemeliharaan rutin bandara Juanda yang dilakukan setiap 2 bulan sekali.

Adapun untuk kegiatan *overlay* yaitu dilakukan perataan dengan ketebalan menyesuaikan dengan tebal perkerasan tertinggi sebesar 1299 mm terhadap semua segmen. Untuk mencapai usia perencanaan hingga 20 tahun, perlu dilakukan pemeliharaan setiap 5 tahun dan pengawalan intensif agar usia pemeliharaan minimum dan usia rencana maksimum dapat terlaksana dengan baik.

Kata Kunci: *overlay*, r*ubber deposit, runway,* Juanda, pemeliharaan

EVALUATION OF ADEQUACY OF RUNWAY MAINTENANCE SCHEDULE BASED ON AIRCRAFT MOVEMENT GROWTH IN JUANDA INTERNATIONAL AIRPORT

Name	**: Freedy Kristiawan**
NRP	**: 3115105060**
Department	**: Civil Engineering FTSP ITS**
Supervisor	**: Ir. Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D**
Co Supervisor	**: Istiar, ST., MT**

Abstract

Juanda Airport is placed on second rank in the busiest airport in Indonesia's list with passenger amount capacity statistic data around 18 million passengers in 2015. Due to existing condition data from PT. Angkasa Pura I, passenger amount growth in Juanda Airport on first quarterly 2016 is 23.4% bigger than the last year period. The growth cause enhancement on runway failure. Common failures occurs functionally so that it is only take overlay or the general refinement to fix it. The main problem is maintenance schedule suitability and overlay towards aircraft movement growth.

This final project is evaluating suitability of maintenance schedule towards aircraft movement growth. Moreover, the maintenance schedule was applied according to the pattern that has been previously used by Juanda Airport maintenance keeper. Furthermore, designing overlay runway thickness in order to provide aircraft movement growth enhancement. In addition, this project examine runway maintenance towards rubber deposit contamination and its maintenance schedule suitability.

The evaluation result in average total aircraft movement growth in the last 8 years (2009-2016) is 6.93%, 7.33% for domestic flight and 4.14% on international flight. Runway pavement condition was rated by visual check and generate 3 (fair) rate where in this rate maintenance using overlay. Minor damage

can be taken care by direct maintenance used by Juanda maintenance keeper. Based on accumulate calculation of rubber deposit towards aircraft movement growth and runway utilize distribution, rubber deposit removal could be applied every month on touchdown runway R10 area and twice a year on touchdown R28 area as a replacement of Juanda routine maintenance every 2 months.

First step to do overlay is pavement quality refinement with thickening layer according to the thickest pavement layer in amount 1299 mm into whole segment. For 20 years planning age, it is needed intensive preservation every 5 years during application to reach the plan of minimum maintenance age and maximum planning age.

***Keyword: maintenance, overlay, rubber deposit, runway,* Juanda**

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Terselesaikannya tugas akhir ini juga tidak lepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dan memberi masukan serta arahan kepada penulis. Untuk itu saya ucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Kedua orang tua, dan saudara-saudara tercinta, sebagai penyemangat terbesar bagi kami atas dukungannya dalam bentuk moral maupun material dan doa.
2. Ibu Ervina Ahyudanari, ME., Ph.D. dan Bapak Istiar, ST., MT., selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Seluruh dosen Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah membagikan ilmunya kepada penulis.
4. Teman-teman jurusan Lintas Jalur Teknik Sipil ITS 2015 dan Diploma Teknik Sipil 2012 yang memberikan motivasi dan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga apa yang penulis sajikan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Title Page ii
Lembar Pengesahan iii
Abstrak iv
Abstract vi
Kata Pengantar viii
Daftar Isi ix
Daftar Gambar xii
Daftar Tabel xiii

BAB I. PENDAHULUAN 1
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 5
2.1 Umum 5
2.2 Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara 5
2.3 Komposisi dan Fungsi Perkerasan Bandara 8
2.4 Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat 11
2.4.1 Persentase Pertumbuhan Pergerakan Pesawat 11
2.5 Macam-Macam Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur 11
2.6 Peratingan Kondisi Lapisan Permukaan Perkerasan 15
2.7 Umur Rencana Perkerasan 17
2.8 *Pavement Management Program* (PMP) 18
2.9 Pemeliharan Perkerasan *Runway* 19
2.9.1 *Rubber Deposit Removal* 20
2.9.2 *Overlay* (Pelapisan Ulang) 21

BAB III. METODOLOGI 25
3.1 Umum 25

3.2 Tahap Pengerjaan 25
3.2.1 Tahap Persiapan 25
3.2.2 Tahap Identifikasi Permasalahan 26
3.2.3 Tahap Studi Pustaka 26
3.2.4 Tahap Pengumpulan Data Sekunder 27
3.2.4.1 Data Pergerakan Pesawat 27
3.2.4.2 Data Pesawat Pengguna Bandara Juanda 28
3.2.4.3 Data Eksisting dan Historis *Overlay Runway* 29
3.2.4.4 Data Hasil Inspeksi *Runway* 29
3.2.5 Tahap Analisis Data 30
3.2.5.1 Analisis Pertumbuhan Pergerakan Pesawat 30
3.2.5.2 Tahap Analisis Kondisi Permukaan *Runway* 30
3.2.5.3 Tahap Analisis Kebutuhan Pemeliharaan *Runway* 31
3.2.5.3.1 Penentuan Kebutuhan *Rubber Deposit Removal* 32
3.2.5.3.2 Penentuan Kebutuhan *Overlay* 32
3.2.5.3.3 Penentuan Tebal *Overlay* 39
3.2.6 Hasil Analisis 40
3.3 Teknis Pelaksanaan Perbaikan Lapisan Permukaan ... 42
3.4 Diagram Alir Metodologi 44

BAB IV. GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI DAN ANALISIS HASIL PENGUMPULAN DATA 45
4.1 Gambaran Umum Infrastruktur *Runway* 45
4.1.1 Lokasi Studi 45
4.1.2 Data Umum dan Teknis 45
4.2 Data Sekunder 46
4.2.1 Analisis Data Lalu Lintas Pergerakan Pesawat 46
4.2.1.1 Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat 47

4.2.2 Analisis Data Kondisi *Runway* 49
4.2.3 Analisis Data *Maintenance History Runway* 50
4.2.4 Analisis Data Hasil Inspeksi *Runway* 54
4.2.4.1 Analisis Data Kerusakan *Runway* Akibat Beban Lalu Lintas Pesawat 55
4.2.4.2 Analisis Pengaruh Temperatur 59
4.2.4.3 Analisis Pengaruh *Friction* 62
4.2.5 Analisis *Rating Pavement Surface Condition* 64
4.2.6 Perencanaan Penjadwalan Pemeliharaan 67
4.2.6.1 Analisis Akumulasi *Rubber Deposit* 68
4.2.6.2 Analisis Distribusi Penyebaran *Rubber Deposit* .. 72
4.2.6.3 Perencanaan Jadwal *Rubber Deposit Removal* 73
4.2.6.4 Analisis Kekuatan Perkerasan *Runway* 74
4.2.6.5 Perencanaan Kebutuhan Tebal *Overlay* 75
4.2.6.6 Perencanaan Jadwal Kegiatan *Overlay* 79

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN 81
5.1 Kesimpulan 81
5.2 Saran 81
Daftar Pustaka 83
Biografi 85
Lampiran 87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Bandar Udara Internasional Juanda 4
Gambar 2.1 Tipikal Perkerasaan Lentur 10
Gambar 2.2 Rating Perkerasan 17
Gambar 2.3 Tipikal Siklus Hidup Perkerasan 18
Gambar 3.1 Data Eksisting *Runway* dan Historis *Overlay* ... 29
Gambar 3.2 File Ms. Excel Program COMFAA 33
Gambar 3.3 *Input* Program COMFAA 33
Gambar 3.4 *Input* Data Pesawat Program COMFAA 34
Gambar 3.5 *Running* Program COMFAA 34
Gambar 3.6 *Output Running* Program COMFAA 35
Gambar 3.7 *Output Running* Program COMFAA 35
Gambar 3.8 Excel *Output* Program COMFAA 36
Gambar 3.9 *Paste Special: Use Text Import Wizard (1)* 36
Gambar 3.10 *Paste Special: Use Text Import Wizard (2)* 37
Gambar 3.11 *Paste Special: Use Text Import Wizard (2)* 37
Gambar 3.12 Tampilan flexChart 38
Gambar 3.13 Hasil flexChart 38
Gambar 3.14 *New Job* Program FAARFIELD 39
Gambar 3.15 *Data Input Structure* FAARFIELD 40
Gambar 3.16 *Data Input Airplane* FAARFIELD 41
Gambar 3.17 *Data Input Life* FAARFIELD 42
Gambar 3.18 Diagram Alir 44
Gambar 4.1 Contoh Kerusakan Raveling 65
Gambar 4.2 Lokasi Raveling 66
Gambar 4.3 Crack Berjarak Kurang dari 1.27 m 66
Gambar 4.4 Retak Disertai Penurunan 2 cm 67
Gambar 4.5 Kerusakan Pada *Patch* dan *Utility Cut* 67
Gambar 4.6 Grafik Distribusi Penggunaan Area *Touchdown* 73
Gambar 4.7 *Output* COMFAA Pada Segmen 5 74
Gambar 4.8 Tebal Eksisting Perkerasan *Runway* 76
Gambar 4.9 *Output* Tebal Perkerasan Rencana 77

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Pergerakan Pesawat Tahun 2009 27
Tabel 3.2 Data Jenis Pesawat yang Beroperasi Tahun 2013 28
Tabel 3.1 Rating Manual 31
Tabel 4.1 Data Teknis *Runway* Bandara Juanda 45
Tabel 4.2 Persentase Pertumbuhan Pergerakan Pesawat per Tahun 46
Tabel 4.3 Rekapitulasi Pergerakan Pesawat 47
Tabel 4.4 Hasil *Forecasting* Pergerakan Pesawat 48
Tabel 4.5 Analisis Tebal Perkerasan Eksisting 50
Tabel 4.6 Rekap Data Kerusakan *Runway* Tahun 2014 50
Tabel 4.7 Jenis Kerusakan Akibat Pengulangan Beban Lalu Lintas Pesawat dan Upaya Penanganannya 56
Tabel 4.8 Jenis Pesawat dan Nilai ACN 57
Tabel 4.9 Suhu yang Terjadi Pada *Runway* 59
Tabel 4.10 Jenis Kerusakan yang Diakibatkan Oleh Pengaruh Suhu dan Upaya Penanganan 61
Tabel 4.11 Hubungan Antara Nilai Kekesatan Permukaan (SFC) Dengan Resiko Kecelakaan yang Mungkin Terjadi 62
Tabel 4.12 Jenis Kerusakan yang Diakibatkan Oleh Pengaruh Friksi dan Penanggulangannya 63
Tabel 4.13 Rating Kondisi Permukaan Perkerasan 64
Tabel 4.14 Akumulasi *Rubber Deposit* Pesawat Pengguna Bandara Juanda 69
Tabel 4.15 Akumulasi *Rubber Deposit* Pesawat Tahunan 71
Tabel 4.16 Rekapitulasi O*utput* COMFAA 75
Tabel 4.17 Rekapitulasi *Output* FAARFIELD 77
Tabel 4.18 Kebutuhan Penambahan Tebal Untuk Perataan ... 78
Tabel 4.19 Sisa Usia Masa Layan Perkerasan Eksisting 79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandar Udara internasional Juanda Surabaya terletak di Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Diresmikan pada 12 Agustus 1964 oleh presiden Soekarno, bandara yang dulunya merupakan salah satu agenda politik untuk pembebasan Irian Barat ini memiliki panjang landasan 3000 m dengan luas terminal seluas 51.500 m2. Berdasarkan artikel dari sumber Wikipedia bandara yang dulunya merupakan pangkalan udara induk militer ini, menempati urutan kedua sebagai bandara udara tersibuk di Indonesia dengan data statistik untuk jumlah penumpang yang mampu ditampung adalah 18 juta penumpang pada tahun 2015. Data kondisi saat ini dari PT Angkasa Pura I bandar udara Juanda mencatat pertumbuhan jumlah penumpang sebesar 23,4% di triwulan I 2016 dibandingkan dengan periode yang sama tahun lalu.

Menyandang predikat sebagai salah satu bandara tersibuk di negeri ini menyebabkan timbulnya berbagai macam permasalahan diantaranya menurunnya kemampuan lapisan permukaan *runway* dalam melayani beban dari pesawat. Kondisi saat ini yang dialami bandara dengan pesatnya pertumbuhan lalu lintas udara di Indonesia dengan rata-rata pertumbuhan dalam 5 tahun terakhir mencapai angka 7,6% per tahunnya, mengakibatkan adanya pengulangan beban lalu lintas yang tinggi oleh pesawat dan menyebabkan sistem perkerasan menjadi lelah atau *fatigue*. Tingginya pergerakan penerbangan yang tidak diikuti dengan pemeliharaan fungsional perkerasan landasan akan memperpendek umur landasan.

Guna mengatasi permasalahan perkerasan yang dihadapi terdapat beberapa pilihan jenis perkerasan yang dapat diterapkan mengacu kepada mekanisme distribusi tegangan yang diterima. Macam-macam jenis perkerasan yang dapat digunakan antara lain:

1. *Rigid Pavement* atau perkerasan kaku terbuat dari beton semen portland dan menggunakan pengaku plat beton.
2. *Flexible Pavement* biasanya dibangun menggunkan produk bituminus dan jenis perkerasan ini tergantung pada daya dukung struktur lapisannya.
3. *Overlay* merupakan lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan dengan tujuan meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama kurun waktu yang akan datang

Dalam memperbaiki kerusakan serta memenuhi kebutuhan tebal perkerasan *runway* di Bandar udara Juanda dipilih metode *overlay* dengan melakukan penambahan lapisan *runway*.

Kebutuhan penambahan tebal lapisan struktur perkerasan *runway* tergantung pada pergerakan pesawat, dimana pada setiap tahunnya selalu ada peningkatan yang cukup signifikan pada bandar udara Juanda ini. Oleh karena itu dilakukan penghitungan pada setiap pesawat yang melakukan keberangkatan dalam kurun waktu satu tahunan. Dengan dilakukan penghitungan ini maka akan didapat data keberangkatan tahunan untuk semua jenis pesawat yang dapat digunakan untuk mendesain kebutuhan penambahan tebal lapisan struktur perkerasan.

Padatnya aktifitas lalu lintas di bandar udara Juanda ini menyebabkan pekerjaan *overlay* untuk bandara ini tidak dapat selalu dilakukan dikarenakan kegiatan *overlay* yang dikerjakan pada sisi *runway* dapat menghambat kegiatan operasional bandar udara Juanda. Adanya hambatan pada operasional bandar udara ini dapat menyebabkan kerugian yang besar untuk pihak bandar udara sendiri, pihak maskapai penerbangan, dan juga para penumpang. Oleh karena itu frekuensi pekerjaan *overlay* harus direncanakan dengan baik agar kegiatan ini dapat dilakukan secara efisien dan tidak terlalu sering mengganggu kegiatan operasional dari bandar udara Juanda.

Dengan adanya kondisi seperti yang telah disebutkan diatas, maka diperlukan adanya evaluasi terhadap kesesuaian

pertumbuhan pesawat dengan frekuensi pekerjaan *overlay* yang dilakukan di bandar udara Juanda. Tujuan dari kegiatan evaluasi ini adalah untuk mengetahui apakah kegiatan *overlay* yang selama ini dilakukan di bandar udara Juanda sudah sesuai dengan kebutuhan secara struktural atau belum.

1.2 Rumusan Masalah

Seperti yang sudah dijelaskan dalam sub bab di atas, perencanaan penambahan tebal lapisan struktur perkerasan pada sisi runway bandar udara mengarah pada beberapa permasalahan yang harus diselesaikan. Adapun rumusan masalah tersebut adalah:

1) Bagaimana pertumbuhan pergerakan pesawat terbang untuk beberapa tahun kedepan?
2) Bagaimana kondisi perkerasan sisi udara pada bandar udara Juanda?
3) Berapa perencanaan tebal pelapisan ulang (*overlay*) yang dibutuhkan?
4) Dengan jadwal pemeliharaan yang dilakukan pihak bandara saat ini, apakah sudah sesuai dengan kebutuhan?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perencanaan penebalan sisi udara bandar udara Juanda ini dibatasi oleh waktu dan sumber yang tersedia. Oleh karena dibutuhkan batasan masalah agar tidak ada penyimpangan di dalam pembahasan, diantaranya sebagai berikut:

1. Tidak membahas kinerja terminal yang ada di bandar udara Juanda.
2. Tidak membahas drainase yang terkait.
3. Tidak membahas perbaikan tanah.
4. Hanya membahas sisi *runway* bandar udara Juanda.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin didapat dari pembahasan tugas akhir ini diuraikan sebagai berikut:

1) Mengetahui pertumbuhan pergerakan pesawat terbang dari tahun ke tahun.
2) Mengetahui kondisi perkerasan *runway* dengan sistem rating agar dapat ditentukan kapan waktu untuk pemeliharaan.
3) Menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan pada *runway* untuk melayani lalu lintas pesawat dalam beberapa tahun kedepan.
4) Mengevaluasi jadwal kegiatan perbaikan lapisan permukaan *runway* bandara Juanda.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari evaluasi ini, diharapkan dapat melakukan identifikasi terhadap kondisi *runway* serta dapat melakukan perencanaan kegiatan pemeliharaan yang akan dilakukan agar sesuai dengan kebutuhan guna mengoptimalkan jadwal kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada sisi *runway* bandar udara Juanda agar dapat meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan.

1.6 Lokasi Studi

Studi ini di lakukan di Terminal Bandara Internasional Juanda yang terletak di Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, 20 km sebelah selatan Surabaya. Bandara Internasional Juanda dioperasikan oleh PT Angkasa Pura I.

Gambar 1. 1 Lokasi Bandar Udara Internasional Juanda
(Sumber: Google Earth)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Bandar udara adalah kawasan di daratan dan atau perairan yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat maupun lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat bagasi/barang, dan tempat perpindahan intra atau antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan berbagai fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas pendukung lainnya.

2.2 Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara

Mengacu pada keputusan menteri perhubungan KM No 47 tahun 2002 menyebutkan bahwa sisi udara bandar udara adalah bagian dari bandar udara dan segala fasilitas penunjangnnya yang merupakan daerah bukan publik tempat setiap orang, barang, dan kendaraan yang akan memasukinya wajib melalui pemeriksaan keamanan dan atau memiliki izin khusus. Fasilitas sisi udara ini erat kaitan dengan karakteristik pesawat dan harus selalu dapat menunjang terciptanya jaminan keselamatan, keamanan, dan kelancaran penerbangan yang dilayani.

Dalam KM 47 tahun 2002 tentang spesifikasi operasi bandar udara disebutkan item-item terkait fasilitas yang ada pada sisi udara yaitu:

1. Fasilitas Landas Pacu (*Runway*)

   Fasilitas ini adalah fasilitas yang berupa suatu perkerasan yang disiapkan untuk pesawat melakukan kegiatan baik pendaratan maupun lepas landas. Elemen dasar *runway* meliputi perkerasan yang secara struktural cukup untuk mendukung beban pesawat, yaitu :

   a. *Runway Shoulder* (Bahu Landas Pacu)

      Merupakan area pembatas pada akhir tepi perkerasan runway yang dipersiapkan untuk menahan

erosi hembusan jet dan menampung peralatan untuk pemeliharaan dan keadaan darurat.

b. *Overrun*

Meliputi bagian *clearway* dan *stopway*. *Clearway* adalah suatu daerah tertentu pada akhir landas pacu. *Clearway* berada dibawah pengaturan operator bandar udara, *clearway* dipilih dan diseleksi sebagai daerah aman bagi pesawat saat mencapai ketinggian tertentu yang merupakan daerah bebas yang disediakan terbuka diluar *blast pad* dan untuk melindungi pesawat saat melakukan manuver pendaratan maupun lepas landas. Selanjutnya *stopway* adalah area tertentu berbentuk segi empat yang terletak di akhir landas pacu bagian tinggal landas yang berfungsi sebagai tempat berhenti pesawat saat terjadi kegiatan pembatalan kegiatan tinggal landas.

c. *Turning Area*

Turning area adalah bagian landas pacu yang digunakan untuk lokasi pesawat melakukan gerakan memutar balik untuk membalik arah pesawat, maupun gerakan pesawat saat akan parkir di apron.

d. *Longitudinal Slope*

Longitudinal slope adalah kemiringan memanjang yang didapatkan dari hasil pembagian antara ketinggian maksimum dan minimum garis tengah sepanjang landas pacu.

e. *Transverse Slope*

Transverse slope adalah kemiringan melintang landas pacu yang harus dapat membebaskan landas pacu tersebut dari genangan air.

f. Jenis perkerasan landas pacu terdiri dari dua jenis yaitu perkerasan lentur *(flexible)* dan perkerasan kaku *(rigid)*.

g. Kondisi permukaan landas pacu juga merupakan bagian penting dari landas pacu yang meliputi kerataan, daya tahan terhadap gesekan *(skid-resistance),* dan nilai PCI.
h. Kekuatan perkerasan landas pacu adalah kemampuan landas pacu dalam mendukung beban pesawat saat melakukan kegiatan pendaratan, tinggal landas maupun gerakan manuver saat parkir atau menuju *taxiway*. Perhitungannya mempertimbangkan karakteristik pesawat terbesar yang dilayani, lalu lintas penerbangan, jenis pekerjaan, dan lainnya.
i. *Runway Strip*

   Runway strip adalah luasan bidang tanah yang menjadi daerah landas pacu yang penentuannya tergantung pada panjang landas pacu dan jenis instrumen pendaratan *(precission aproach)* yang dilayani.
j. *Holding Bay*

   Holding bay adalah area tertentu dimana pesawat dapat melakukan penantian, atau menyalip untuk mendapatkan efisiensi gerakan permukaan pesawat.
k. *RESA (Runway End Safety Area)*

   RESA adalah suatu daerah simetris yang merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu dan membatasi bagian ujung *runway* strip yang ditujukan untuk mengurangi resiko kerusakan pesawat yang sedang menjauhi atau mendekati landas pacu saat melakukan kegiatan pendaratan maupun lepas landas.
l. Marka landas pacu memiliki bagian-bagian yang mempunyai persyaratan teknis tertentu agar dapat memberikan kinerja operasional yang handal.

2.3 Komposisi dan Fungsi Perkerasan Bandara

Menurut *Advisory Circular* 6C yang dikeluarkan oleh FAA *(Federal Aviation Administration)* perkerasan bandara dirancang, didesain, dan dibangun untuk mendukung beban kritis yang dikenakan terhadapnya dan menciptakan permukaan yang halus, tahan terhadap gesekan *(skid-resistance)*, dan aman. Sebuah perkerasan juga harus menjamin kualitas pada ketebalannya dengan maksud untuk memastikan tidak terjadi kegagalan akibat beban yang dikenakan dan cukup untuk untuk menahan aksi abrasif lalu lintas, cuaca buruk, dan pengaruh perusakan lainnya. Adapun klasifikasi perkerasan bandara dibedakan menjadi dua, yaitu *rigid* dan *flexible*. Komposisi perkerasan *flexible* antara lain :

1. Perkerasan lentur *(flexible)* terdiri dari beberapa lapisan yang dipilih dengan hati-hati serta dirancang untuk secara bertahap mendistribusikan beban dari permukaan perkerasan dengan lapisan dibawahnya. Desain memastikan beban ditransmisikan ke setiap lapisan berturut turut tidak melebihi kapasitas beban *layer*. Adapun bagian-bagian dari tiap lapisan dijelaskan sebagai berikut:
   a. Permukaan Bituminous

      Terdiri dari berbagai agregat yang dipilih terikat bersama-sama dengan aspal atau pengikat aspal lainnya. Permukaan ini mencegah penetrasi air permukaan ke *base course*. Menyediakan permukaan halus, tahan terhadap gesekan tanpa menyebabkan kerusakan pada ban yang tidak semestinya, lapisan permukaan yang terikat dari partikel lepas yang dapat membahayakan pesawat dan mampu menahan tekanan yang disebabkan oleh beban pesawat.
   b. *Base Course*

      Berfungsi sebagai komponen utama perkerasan lentur untuk mendistribusikan beban roda yang dikenakan kepada pondasi perkerasan, *subbase* dan atau tanah dasar, menahan perubahan volume yang

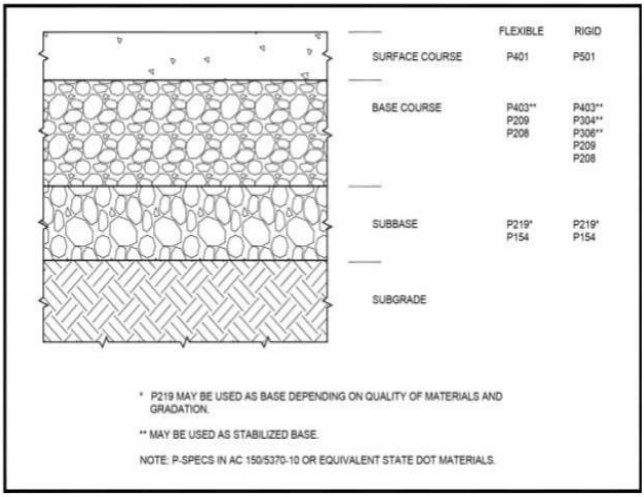
disebabkan oleh fluktuasi kadar air. Material penyusun *base course* dipilih agregat kasar dan tahan lama. Terdapat bagian yang diperbaiki terdiri dari agregat hancur dan tak hancur (kasar dan halus) yang diikat dengan *portland cement*/bitumen (aspal).

c. *Subbase*

Digunakan di daerah-daerah dimana terjadi pembekuan parah atau kondisi tanah dasar yang sangat buruk, kurang lebih fungsi daripada *subbase* sama dengan *base course* tapi kebutuhan bahan tidak seketat/sebagus *base course* karena *subbase* mengalami tegangan beban yang lebih rendah.

d. *Subgrade*

Subgrade (tanah dasar) adalah lapisan tanah yang dipadatkan yang merupakan bagian dasar dari sistem perkerasan mengalami tegangan yang lebih rendah dari lapisan permukaan dan *subbase* perkerasan diatas tanah dasar harus mampu mengurangi tekanan yang dikenakan pada tanah dasar yang bertujuan untuk mencegah tekanan/pergeseran yang berlebihan pada *subgrade* dikarenakan jenis tanah dasar yang bervariasi maka diperlukan pemeriksaan yang hati-hati untuk penentuannya.



Gambar 2.1 Tipikal Perkerasaan Lentur
(Sumber: Advisory Circular 6C)

2. Perkerasan kaku *(rigid)* umumnya menggunakan PCC *(Portland Cement Concrete)* sebagai elemen struktur utama. Perencanaan slab perkerasan bisa bermacam-macam, slab terletak pada granular (butiran) yang dipadatkan atau pada *subbase* yang telah mendapatkan perlakuan khusus *(treated subbase)* yang didukung pada tanah dasar *(subgrade)* yang dipadatkan. Bagian-bagian pada perkerasan kaku pada umumnya hampir sama dengan perkerasan lentur, hanya saja berbeda pada lapis permukaan yang digunakan. Pada perkerasan kaku menggunakan lapisan *concrete slab* tapi pada umumnya memiliki dan menyediakan fungsi sama untuk menyediakan permukaan halus, *skid-resistance*, mencegah infiltrasi berlebih pada *subbase* serta memberi dukungan struktural untuk pesawat.

2.4 Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat

Untuk mengetahui dan meramalkan pertumbuhan pergerakan pesawat dilakukan perhitungan dengan menggunakan program bantu *microsoft excel*. Data pergerakan pesawat baik untuk domestik dan internasional yang didapatkan dari P.T. Angkasa Pura I di-*input* pada *microsoft excel* kemudian dilakukan analisis dengan menu regresi yang tersedia pada *microsoft excel* diantaranya linier, *logaritmic*, eksponensial, dan *polynomial*.

2.4.1 Persentase Pertumbuhan Pergerakan Pesawat

Persentase pertumbuhan pergerakan pesawat untuk mengetahui rata-rata pertumbuhan pesawat pada tahun-tahun sebelumnya hingga tahun terakhir pada 2016. Persentase pertumbuhan pergerakan pesawat ini diperlukan sebagai data input untuk merencanakan kebutuhan tebal perkerasan pada software FAARFIELD. Perhitungan persentase pertumbuhan pergerakan pesawat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$Persentase = \frac{(P2 - P1)}{P1} x\ 100\%$$

Keterangan : P1 = Tahun pertama
P2 = Tahun berikutnya

2.5 Macam-Macam Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

Macam-macam jenis kerusakan pada perkerasan lentur yaitu:

1. Retak *(Cracking)*

   Disebabkan oleh perubahan bentuk *(*defleksi*)* dari lapis permukaan berlebih dan pondasi tidak stabil, penyusutan permukaan, ekspansi suhu dan kontraksi dari lapis permukaan. Ada lima jenis retak diantaranya :

a. Retak melintang dan memanjang

Merupakan hasil dari penyusutan lapisan permukaan beton aspal *(Asphalt Concrete)*, hal ini dapat diakibatkan oleh fluktuasi suhu atau pembangunan sarana yang kurang baik.

b. Retak aligator

Merupakan retak yang saling berhubungan yang disebabkan oleh kegagalan dari permukaan aspal karena pengulangan beban atau perubahan bentuk yang berlebihan dari aspal dengan pondasi jelek.

c. Retak blok

Disebabkan oleh penyusutan beton aspal dan perubahan temperatur tiap harinya yang mengakibatkan perubahan tegangan setiap harinya. Ciri dari retakan ini adalah berbentuk persegi panjang.

d. Retak slip

Disebabkan saat pengereman atau memutar roda yang menyebabkan permukaan perkerasan meluncur dan merusak. Terjadi saat campuran perkerasan buruk dengan lapisan berikutnya. Ciri dari retakan ini adalah berbentuk sabit dengan dua ujung menjauh dari arah lalu lintas.

e. Retak refleksi

Merupakan gerakan vertikal/horizontal dibawah perkerasan/*overlay* yang menjadi penyebab tipe kerusakan ini. Pergerakan tersebut dapat terjadi baik karena perubahan suhu atau sebuah penanda pola retak pada lapisan bawahnya.

2. Hancur (Disentegrasi)

Disebabkan oleh iklim, tidak cukupnya pemadatan dari permukaan atau tidak efisiennya aspal dalam proses pencampuran. Hilangnya sifat adhesi (gaya ikat) antara aspal dan partikel agregat atau bisa juga diakibatkan oleh kelebihan panas dari campuran.

a. *Ravelling*

Adalah hilangnya kemampuan pengikat (aspal) sebagai bahan pengikat agregat. Hal ini disebabkan oleh terurainya partikel agregat. Kerusakan ini dapat menandakan bahwa pengikat aspal telah mencapai usia lama dan telah mengeras secara signifikan. *Ravelling* yang berkelanjutan akan menyebabkan material terurai dalam skala besar dan mengakibatkan lapisan permukaan kasar dan bergerigi.

b. *Weathering*

Weathering (pelapukan) adalah terurainya kemampuan aspal dan matriks agregat halus aspal pada lapis permukaan. Lapisan permukaan mulai menunjukkan tanda-tanda penuaan yang mungkin dapat dipercepat oleh kondisi iklim. Kehilangan matriks agregat halus ini dapat terlihat dan disertai dengan memudarnya warna dari aspal pada perkerasan.

c. *Potholes*

Potholes atau lubang terjadi karena gangguan dalam permukaan perkerasan yang mana porsi bahan perkerasan telah memisahkan diri (terurai) dan meninggalkan lubang. Kebanyakan lubang disebabkan oleh kelelahan kondisi permukaan perkerasan.

d. *Asphalt Stripping*

Disebabkan oleh infiltrasi air kedalam *hot mixed asphalt*, dapat juga disebabkan karena tekanan air uap siklik dalam campuran gosok dari pengikat atau aspal.

e. *Jet blast erosion*

Erosi ledakan jet didefinisikan sebagai daerah gelap dari permukaan perkerasan dimana bahan aspal telah dibakar atau karbonisasi. Daerah ini dapat bevariasi dalam kedalaman hingga ½ inch (13 mm).

f. Patching and utility cut patch

Sebuah daerah dimana perkerasan asli telah dihapus dan diganti dengan perkerasan pengisi (baru). Kemerosotan daerah ini biasanya berlangsung pada tingkat yang lebih tinggi dari perkerasan asli.

3. Penyimpangan (*Distorsion)*

Disebabkan oleh penurunan pondasi, pemadatan yang kurang efisien pada tiap lapisan perkerasan, kurangnya stabilitas dalam campuran, ikatan yang buruk antara lapis permukaan dengan lapisan bawahnya, pembengkakan tanah (*swelling*), serta pengaruh es pada *subgrade*. Berikut merupakan 4 contoh distorsi:

a. Rutting

Ditandai dengan penurunan di daerah jalur roda. Dalam banyak kasus, bekas roda yang terlihat hanya setelah hujan pada saat jalur roda terendam air. Hal ini disebabkan oleh deformasi permanen dibagian salah satu lapis perkerasan/tanah dasar yang dihasilkan dari konsolidasi (penurunan) material yang diakibatkan oleh beban lalu lintas.

b. Corrugation and Shoving

Ditandai dengan riak dipermukaan yang disebabkan oleh kurangnya stabilitas dalam campuran sehingga memliki ikatan yang buruk antar material.

c. Penurunan *(Depression)*

Muncul pada tempat rendah dengan ukuran terbatas. Penurunan ringan tampak hanya setelah hujan ketika terciptanya genangan, penurunan juga disebabkan dari lalu lintas lebih berat dari rancangan, penurunan local dari lapisan bawah perkerasan, atau metode konstruksi yang buruk.

d. Pembengkakan *(Swelling)*

Tonjolan merupakan ciri khas pembengkakan *(swelling)*, hal ini disebabkan oleh *frost action* di *subgrade* atau dari pembengkakan tanah.

4. Kehilangan kemampuan s*kid-resistance*

   Disebabkan oleh terlalu banyaknya aspal dalam campuran *(hydro planning)*, penggunaan agregat buruk, dan penumpukan kontaminasi. Hilangnya kemampuan *skid-resistance* juga dapat disebabkan oleh 4 hal berikut ini:

   a. Bleeding

      Ditandai dengan keluarnya cairan yang sangat lengket, kejadian ini disebabkan oleh jumlah yang berlebih pada campuran aspal.

   b. Agregat yang dipoles (Aus)

      Disebabkan oleh aplikasi lalu lintas berulang. Terjadi ketika agregat yang digelar berkualitas buruk.

   c. Tumpahan BBM

      Tumpahan BBM yang terjadi dapat melunakkan aspal.

   d. Kontaminasi

      Tumpukan karet pada permukaan perkerasan dapat mengganggu *skid-resistance.*

2.6 Rating Kondisi Lapisan Permukaan Perkerasan

Dengan memahami macam-macam jenis kerusakan yang telah dipaparkan, dapat digunakan sebagai sebuah standar untuk mengevaluasi dan meratingkan lapisan permukaan pada suatu perkerasan. Peringkat tersebut memliki skala mulai dari 5 (kondisi baik) sampai 1 (rusak). Kebanyakan perkerasan akan memburuk melalui tahapan yang sesuai dengan kondisi pada skala tersebut. Waktu yang dibutuhkan dari kondisi 5 ke kondisi 1 tergantung pada kualitas konstruksi asli, usia, dan jumlah beban lalu lintas yang dilayani. Sistem rating dan gejala yang dialami serta pananganan untuk setiap skala akan dijelaskan sebagai berikut:

1) 5 *(Excellent Condition)*

   a. Kerusakan yang dapat dilihat

Tidak ada retak, atau hanya ada retak termal biasa yang sempit (kurang dari $\frac{1}{8}$")

b. Tindakan perawatan

Untuk perkerasan baru yang berusia kurang dari 5 tahun, tidak diperlukan pemeliharaan atau penyegelan.

2) 4 *(Good Condition)*

a. Kerusakan yang dapat dilihat

Tambahan retak termal, retak umumnya berjarak 50'. Kurang dari 10% celah memerlukan penyegelan. *Raveling* yang terjadi masih minimal, tidak adanya distorsi.

b. Tindakan perawatan

Menyegel retak terbuka pada daerah yang diperlukan.

3) 3 *(Fair Condition)*

a. Kerusakan yang dapat dilihat

Raveling tingkat sedang, retak termal sudah berjarak kurang dari 50'. Perbaikan atau penyegelan retak sudah diperlukan pada 10% - 25%. Retak blok dengan pola berjarak 6'-10' dan terisolasi oleh retak aligator. Terjadi distorsi kecil dan retak akibat penurunan kurang dari 1".

b. Tindakan perawatan

Ganti penyegel yang rusak, atau mulai terapkan *overlay* tipis.

4) 2 *(Poor Condition)*

a. Kerusakan yang dapat dilihat

Sering terjadi retak termal, retak lebar dan *raveling* mulai terlihat di celah-celahnya. Kerusakan sepanjang lebih dari 25%. Terjadi retak blok pada jarang 5' atau kurang dari 5'. Terjadi retak aligator hingga 20% dari luas permukaan. Terjadi distorsi atau penurunan sebesar 1"-2".

b. Tindakan perawatan

Membutuhkan penyegelan yang signifikan terhadap retak, diperlukan perbaikan hingga 25% dari lapisan permukaan. Dilakukan *overlay* seluruh area, *overlay* struktural.

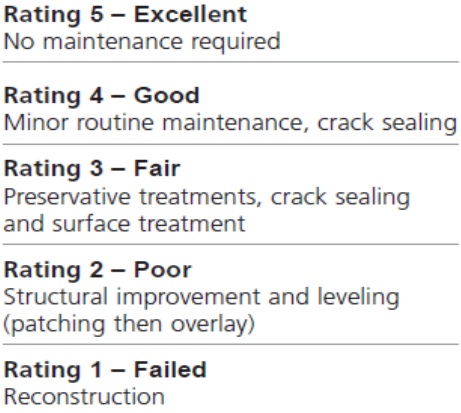
5) 1 *(Failed Condition)*

a. Kerusakan yang dapat dilihat

Retak parah dengan *raveling*, retak aligator dan lubang ditemukan lebih dari 20% dari area perkerasan. Terjadi *distorsi* atau pernurunan lebih dari 2".

b. Tindakan perawatan

Rekonstruksi (pembuatan ulang).



Gambar 2.2 Rating Perkerasaan
(Sumber: Advisory Circular 17)

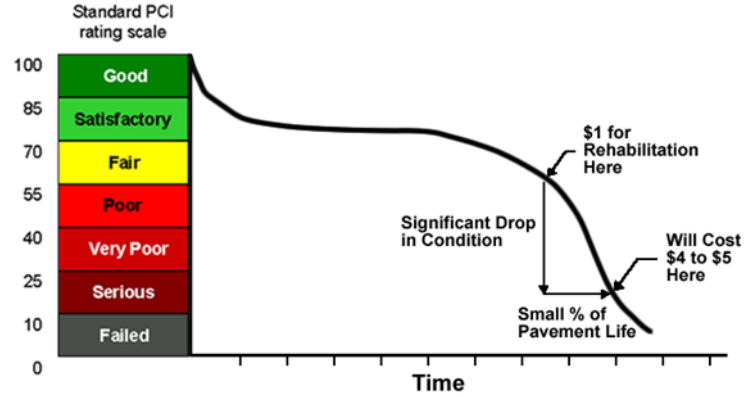
2.7 Umur Rencana Perkerasan

Sebuah perkerasan dirancang untuk umur rencana tertentu. Umur rencana adalah selang waktu dari kegiatan awal konstruksi sebuah perkerasan sampai pada kondisi dimana perkerasan membutuhkan kegiatan rekonstruksi. Agar perkerasan dapat mencapai umur rencana maka diperlukan pemeliharaan dan rehabilitasi untuk mempertahankan kualitas permukaan perkerasan

dan memastikan bahwa struktur perkerasan dapat bertahan hingga umur rencana.

2.8 Pavement Management Program (PMP)

Pavement management program (PMP) menyediakan konsistensi objektif dan prosedur yang sistematis untuk menetapkan kebijakan fasilitas, menetapkan prioritas jadwal, mengalokasikan sumber dana, dan penganggaran untuk pemeliharaan perkerasan dan rehabilitasi. PMP tidak hanya mengevaluasi kondisi perkerasan saat ini saja, tetapi juga dapat memprediksi kondisi masa depan melalui indikator kondisi perkerasan. Dengan memproyeksikan laju kerusakan, analisa biaya untuk waktu siklus hidup dapat dibuat berbagai alternatif untuk menentukan waktu yang optimal dilakukannya perawatan dan rehabilitasi yang terbaik dan menghindari biaya yang tinggi di masa depan.



Gambar 2.3 Tipikal Siklus Hidup Perkerasaan
(Sumber: PAVER™)

Dijelaskan pada grafik tersebut bahwa waktu ideal untuk rehabilitasi besar hanya terjadi saat persentase kerusakan mulai naik. Sebuah perkerasan yang mengalami peningkatan mendadak dalam operasional pembebanan akan memiliki kecenderungan

untuk memburuk lebih cepat daripada perkerasan yang memburuk semata-mata karena faktor pengaruh lingkungan. Karena sulit untuk menentukan kapan perkerasan mencapai kondisi kritis, maka PMP dilakukan dengan memanfaatkan data dari sistem rating kondisi perkerasan yang membantu memprediksi kerusakan saat ini atau di masa depan dan menunjukkan apakah kerusakan diakibatkan beban atau pengaruh lingkungan. Adapun komponen database yang diperlukan untuk PMP antara lain:

1. *Pavement Inventory*

   Pada *pavement inventory* terdapat beberapa data yang dibutuhkan yaitu lokasi, ukuran, dan jenis daripada perkerasan, tahun konstruksi dan riwayat rehabilitasi besar, serta sumber dana yang digunakan untuk proses perawatannya.
2. Struktur Perkerasan

   Terdapat data tentang kapan awal sebuah perkerasan tersebut dibangun, bahan dan ketebalan yang digunakan, pelapisan ulang, dan rehabilitasinya.
3. Riwayat *Maintenance* dan *Rehabilitation*

   Terdapat data tentang biaya yang digunakan untuk proses *maintenance and rehabilitation* untuk informasi efektifitas berbagai prosedur M&R berikutnya.
4. Informasi Tentang Kondisi Perkerasan

   Digunakan untuk melacak kondisi perkerasan, data ini diperolah dari hasil inspeksi yang dilakukan oleh pihak bandar udara.
5. Data Lalu Lintas

   Terdapat informasi tentang data kebutuhan operasional jenis pesawat yang dilayani.

2.9 Pemeliharan Perkerasan *Runway*

Pemeliharaan adalah tindakan memperbaiki bagian-bagian dari perkerasan yang ada untuk mengatur ulang proses kerusakan, hal ini bertujuan untuk memperpanjang usia dari

perkerasan dan menghindari kegiatan perbaikan besar yang memakan banyak waktu dan biaya.

2.9.1 *Rubber Deposit Removal*

Rubber deposit adalah kontaminan berupa endapan karet yang terakumulasi di permukaan perkerasan memiliki dampak yang membahayakan bagi kelangsungan kegiatan pada *runway*. Untuk menghindari dampak buruk dari efek *rubber deposit* dilakukan usaha pemeliharaan berupa pembersihan yang disebut *rubber deposit removal*. Kegiatan ini dilakukan setiap 2 bulan sekali pada area *touchdown* seluas 300 m x 12 m. Untuk penentuan jadwal pemeliharaan *rubber deposit removal* direncanakan dengan melakukan tahap analisis sebagai berikut:

1. Penentuan Pesawat Pengguna *Runway*

   Data untuk pesawat pengguna *runway* bandara Juanda yang didapat kemudian dilakukan pencarian informasi spesifikasi teknis dari setiap pesawat tersebut. Spesifikasi teknis yang dimaksud berupa MTOW, tipe *landing gear*, jumlah roda, jarak antar *gear* pada roda, *annual departure* dan *annual departure growth.* Data ini juga akan berfungsi untuk perhitungan kebutuhan tebal perkerasan dengan *software*.

2. Perhitungan Akumulasi *Rubber Deposit*

   Rubber deposit terakumulasi saat pendaratan dikarenakan terjadinya gesekan dan menyebabkan panas yang cukup untuk menyebabkan 700 gram karet ban mengendap sepanjang 300 m dan tersebar di landas pacu. Perhitungan *rubber deposit* didasarkan pada berat jenis karet ban serta usaha pemeliharaan yang dilakukan oleh pihak bandara Juanda. Dengan demikian perhitungan akumulasi *rubber deposit* dapat dihitung dengan persamaan berikut:

   $$Akumulasi = Bj_{karet} : \left(\frac{Rubber\ Deposit\ x\ Jumlah\ Roda}{D_{landing} x L_{landasan}}\right)$$

   Ket : - Berat jenis karet ban sebesar 1522 kg/m^3

- *Rubber Deposit* adalah akumulasi gram *rubber* yang tertinggal (700 g)
- $D_{landing}$ adalah panjang area akumulasi (300 m)
- $L_{landasan}$ adalah lebar area pembersihan (12 m)

3. Perhitungan Akumulasi *Rubber Deposit* Tahunan

   Dari hasil perhitungan akumulasi untuk masing-masing berdasarkan tipe *landing gear* dan jumlah rodanya didapatkan nilai akumulasi untuk setiap pesawat yang kemudian dikalikan dengan *annual departure* maka akan didapatkan akumulasi *rubber deposit* yang terjadi selama satu tahun. Untuk mengantisipasi pertumbuhan pergerakan maka hasil tahunan tersebut dikalikan dengan persentase pertumbuhan pergerakan pesawat.

4. Distribusi Penggunaan *Runway*

   Setelah didapatkan hasil akumulasi tahunan yang telah dihitung dengan mempertimbangkan pertumbuhan pesawat maka dilakukan pembagian akumulasi pada masing-masing area *touchdown*, R10 dan R28 menggunakan data distribusi penggunaan *runway* bandara Juanda selama satu tahun. Pembagian hanya didasarkan pada persentase penggunaan area tersebut selama satu tahun.

5. Penentuan Jadwal Pemeliharaan

   Jadwal pemeliharaan ditentukan dari akumulasi yang terjadi selama satu tahun kemudian dibandingkan dengan pembersihan efektif yang dapat dilakukan.

2.9.2 *Overlay* (Pelapisan Ulang)

Overlay atau pelapisan ulang adalah upaya yang dilakukan saat sebuah perkerasan rusak karena beban berlebihan sehingga membutuhkan penguatan untuk melayani pesawat dengan beban lebih tinggi. *Overlay* digunakan saat terjadinya genangan parah karena pengendapan tidak merata atau karena rancangan yang sudah usang. *Overlay* dapat memperbaiki kerusakan pada lapisan permukaan, meningkatkan kualitas laluan

dan drainase permukaan, juga berfungsi untuk meningkatkan integritas struktural dari suatu perkerasan. Dalam menentukan jadwal dan kebutuhan pemeliharaan *overlay* dilakukan dengan tahap berikut:

1. Penentuan Pesawat Pengguna *Runway*

   Sama seperti penentuan pesawat pengguna untuk *rubber deposit*, data pesawat yang didapatkan dicarikan spesifikasi teknis yang meliputi MTOW, tipe *landing gear, annual departures* dan *annual growth.*
2. Penentuan Kekuatan Lapisan Perkerasan Landasan

   Dalam mengetahui kekuatan tebal lapisan perkerasan dilakukan dengan menggunakan bantuan dari program FAA bernama COMFAA. Dalam program COMFAA ini dilakukan pengecekan terhadap nilai kekuatan dari perkerasaan eksisting *runway* (PCN) dan dibandingkan dengan nilai ACN dari tiap-tiap jenis pesawat yang beroperasi. *Output* dari program ini adalah menyediakan perbandingan untuk nilai PCN dan ACN sehingga dapat dijadikan sebagai dasar perbaikan *runway*.
3. Perataan Kebutuhan Tebal Perkerasan

   Penentuan kebutuhan tebal *overlay* dilakukan dengan menggunakan bantuan program FAAFIELD, setelah dilakukan pengecekan terhadap kondisi *runway* dengan menggunakan program bantu COMFAA.
4. Penentuan Kebutuhan Perkerasan Tambahan

   Setelah dilakukan perataan terhadap kondisi eksisting *runway* dilakukan perhitungan kembali dengan bantuan *software* FAARFIELD untuk mendapatkan hasil apakah perkerasan yang telah diratakan memiliki kemampuan untuk bertahan terhadap pertumbuhan pergerakan pesawat yang direncanakan untuk 20 tahun rencana.

5. Penentuan Jadwal *Overlay* dan Pemeliharaan

   Setelah ditentukan kebutuhan tebal perkerasan untuk 20 tahun rencana maka akan dijadwalkan kegiatan pemeliharaan untuk kedepan mendukung agar tercapai usia rencana pada tahun ke 20 yang setelahnya baru akan dilakukan tindakan *overlay* lagi.

Dalam pelaksanaan *overlay* pada permukaan *runway* digunakan material P-401 (*Asphaltic Concrete*) yang merupakan campuran agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*Filler*) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu tinggi (panas) dengan komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Evaluasi pemeliharaan bandara memiliki kaitan erat dengan kegiatan operasional landas pacu. Pada bandara Juanda ini diperlukan banyak hal yang harus ditinjau. Maka, adanya metodologi ini adalah untuk mempermudah pengerjaan tugas akhir dengan menyusun sekumpulan peraturan, kegiatan dan prosedur yang digunakan dalam pengerjaan tugas ini. Adapun tujuan lain dari metodologi adalah untuk menyusun secara sistematis untuk penyelesaian dari permasalahan yang dibahas agar dapat dipertanggung jawabkan.

3.2 Tahap Pengerjaan

Tahapan pengerjaan yang dilakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan
2. Identifikasi masalah
3. Studi pustaka
4. Pengumpulan data sekunder
5. Analisis data
6. Hasil pengerjaan

3.2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap permulaan untuk melihat dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi. Persiapan dilakukan dengan membaca dan mengumpulkan berbagai macam artikel terkait tentang kondisi *runway* bandar udara. Kemudian dipilih Juanda sebagai lokasi *study* dikarenakan kemudahan akses data, jarak, dan biaya.

3.2.2 Tahap Identifikasi Permasalahan

Tahap identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam mengerjakan tugas akhir. Identifikasi masalah merupakan proses penentuan apakah sebuah permasalahan tersebut layak atau tidak untuk dikaji dan apakah permasalahan tersebut memiliki manfaat yang berguna untuk kepentingan berbagai pihak. Proses awal identifikasi dengan menggunakan metode *gap analysis* yang terdiri dari *current state* dan *ideal state*.

- *Curent State :*

  Jadwal pemeliharaan yang dilakukan oleh pihak bandara Juanda meliputi kegiatan *rubber deposit removal* setiap 2 bulan sekali dan *overlay* setiap 10 tahun sekali dan pemeliharaan *overlay* setiap 5 tahun sekali serta penambahan lapis perkerasan sebesar rata-rata 7 cm setiap 10 tahun sekali.
- *Ideal State :*

  Adanya evaluasi lebih lanjut yang meninjau kesesuaian jadwal pemeliharaan dan kebutuhan penambahan lapis perkerasan terhadap pertumbuhan pergerakan pesawat.

3.2.3 Tahap Studi Pustaka

Tahap studi yang dilakukan berupa pengumpulan berbagai teori yang berkaitan dengan topik yang dibahas. Teori-teori tersebut didapatkan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal penelitian, serta artikel tertulis maupun artikel online. Berikut beberapa referensi yang dijadikan acuan dan untuk pembahasan lebih detail, mengenai teori yang digunakan akan diulas pada Bab II dalam laporan tugas akhir ini.

- *Planning and Design of Airport (Horonjeff)*
- *Airport Engineering (Norman J. Ashford)*
- *Federal Aviation Administration (FAA) – Advisory Circular No 150/5320-6E*
- *Federal Aviation Administration (FAA) – Advisory Circular No 150/5380-7B*

- *Federal Aviation Administration (FAA) – Advisory Circular No 150/5320-17*
- Keputusan DIRJEN Perhubungan Udara SKEP/77/VI/2005
- Peraturan DIRJEN Perhubungan Udara KP 94 tahun 2015

3.2.4 Tahap Pengumpulan Data Sekunder

Data yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini didapatkan dari PT. Angkasa Pura selaku pengelola bandar udara Juanda Surabaya. Data yang dibutuhkan berupa layout kondisi eksisting *runway*, data kerusakan *runway*/hasil inspeksi kerusakan, data perbaikan *runway* (historis perbaikan), data pergerakan pesawat dari tahun 2009-2016, serta jenis dan spesifikasi pesawat yang menggunakan bandar udara Juanda ini.

3.2.4.1 Data Pergerakan Pesawat

Data pergerakan pesawat dibutuhkan untuk mengetahui jumlah pesawat yang beroperasi, selain itu juga untuk mengetahui pertumbuhan pergerakan pesawat hingga tahun terakhir yang dapat digunakan untuk meramalkan pertumbuhan pergerakan hingga tahun yang akan direncanakan. Rekapitulasi pergerakan pesawat yang beroperasi untuk tahun 2009 pada dilihat pada Tabel 3.1 dan untuk tahun 2010-2016 dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 3. 1 Data Pergerakan Pesawat Tahun 2009

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	448	448	896	3,169	3,171	6,340	330	7,566
Feb	359	359	718	2,883	2,882	5,765	150	6,633
Mar	417	417	834	3,170	3,171	6,341	356	7,531
Apr	389	389	778	3,203	3,203	6,406	324	7,508
Mei	414	415	829	3,485	3,485	6,970	450	8,249

Tabel 3. 1 Lanjutan

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jun	370	370	740	3,387	3,387	6,774	264	7,778
Jul	400	400	800	3,411	3,412	6,823	84	7,707
Agust	395	393	788	3,548	3,551	7,099	350	8,237
Sep	409	409	818	3,383	3,386	6,769	68	7,655
Okt	420	420	840	3,624	3,624	7,248	364	8,452
Nop	436	436	872	3,430	3,430	6,860	138	7,870
Des	471	471	942	3,761	3,761	7,522	416	8,880
T O T A L	**4,928**	**4,927**	**9,855**	**40,454**	**40,463**	**80,917**	**3,294**	**94,066**

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

3.2.4.2 Data Pesawat Pengguna Bandara Juanda

Data pengguna pesawat dibutuhkan untuk mengetahui jenis & spesifikasi pesawat yang beroperasi di bandar udara Juanda. Rekapitulasi data dapat dilihat pada Tabel 3.2.

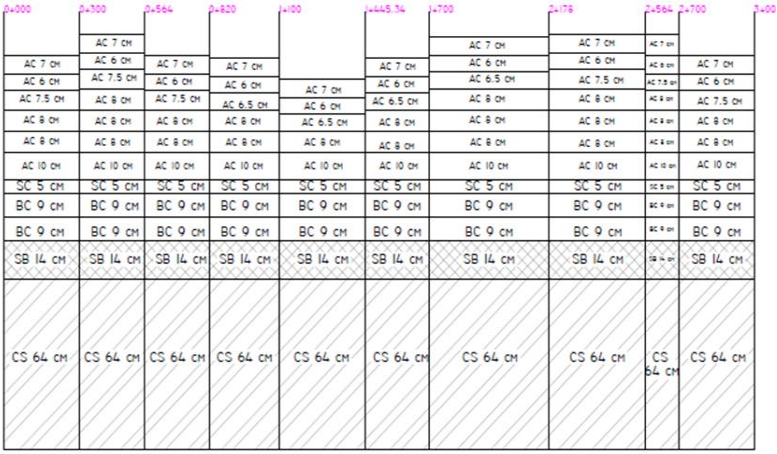
Tabel 3. 2 Data Jenis Pesawat yang Beroperasi Tahun 2013

Jenis Pesawat		
F27	B738	B722
F28	B739	B727
F-50	B742	B732
F100	B743	B733
A313	B747	B734
A319	B748	B735
A319-100	B763	B737
A320	B767	FK100
A322	B772	MA-60
A330	B773	MD80
A332	B777	MD82
A333	BAE46	MD83
A343	CRJ	MD90
ATR-42	DC9	MD92

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

3.2.4.3 Data Eksisting dan Historis Overlay Runway

Data eksisting untuk perkerasan *runway* merupakan salah satu komponen penting dalam tugas akhir ini. Penentuan kebutuhan tebal penambahan dan kebutuhan pemeliharaan perkerasan dapat ditinjau dengan diawali pada proses analisis eksisting. Dalam data eksisting ini juga terdapat historis untuk waktu pelaksaanaan *overlay* yang telah dilakukan dari awal perkerasan dibangun. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.2 Data Eksisting *Runway* dan Historis *Overlay*
(Sumber: P.T. Angkasa Pura I)

Dari data tersebut diketahui bahwa pihak bandara melakukan kegiatan pelapisan dengan ketebalan sama pada setiap segmen namun, kondisi seperti faktor pengulangan beban, penurunan tanah dan faktor air tanah, serta faktor geologi yang tidak sama pada setiap segmen menyebabkan tebal lapisan perkerasan eksisting mengalami penurunan yang tidak sama.

3.2.4.4 Data Hasil Inspeksi *Runway*

Data hasil inspeksi yang digunakan adalah data hasil inspeksi *runway* selama tahun 2013, data tersebut merupakan

kumpulan foto-foto kerusakan-kerusakan yang terjadi selama tahun 2013 yang perlu dilakukan tindak penanganan dengan segera. Gambar foto hasil inspeksi dapat dilihat pada lampiran.

3.2.5 Tahap Analisis Data

Data yang telah didapatkan kemudian di analisis berdasarkan keperluan studi dengan menggunakan teori yang telah dipilih untuk digunakan. Dari hasil analisis didapatkan nilai untuk kebutuhan perkerasan struktural yang diperlukan serta didapatkan waktu optimum pemeliharaan dan perbaikan perkerasan tersebut.

3.2.5.1 Analisis Pertumbuhan Pergerakan Pesawat

Analisis pertumbuhan pergerakan pesawat diperlukan untuk meramalkan pergerakan pesawat untuk tahun yang direncanakan serta untuk menentukan persentase pertumbuhan pergerakan pesawat yang akan digunakan untuk desain rencana perkerasan. Dalam analisis ini digunakan metode perhitungan untuk memperoleh persentase pertumbuhan pergerakan pesawat dari data pergerakan pesawat yang diterima dengan persamaan.

$$Persentase = \frac{(P2 - P1)}{P1} x\ 100\%$$

Kemudian untuk mengetahui dan melengkapi data yang pergerakan pesawat hingga tahun yang direncanakan, dilakukan peramalan pergerakan dengan metode regresi linier menggunakan program bantu Ms. Office.

3.2.5.2 Tahap Analisis Kondisi Permukaan Runway

Analisis eksisting dalam kaitannya dibutuhkan untuk menentukan kondisi *runway* dengan sistem rating yang akan digunakan. Sistem rating ditentukan berdasarkan pengamatan visual dari data rekapitulasi untuk kerusakan yang terjadi di bandar udara Juanda dengan cara melakukan rekapitulasi terhadap kerusakan-kerusakan yang terjadi di area *runway* berdasarkan hasil

inspeksi pihak bandara Juanda. Hasil Inspeksi kemudian dicocokkan dengan kondisi pada tabel rating manual agar didapatkan nilai rating untuk perkerasan runway. Tabel rating dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3. 3 Rating Manual

Rating system

Surface rating	*Visible distress**	*General condition/ treatment measures*
5 Excellent	None, or initial thermal cracks, all narrow (less than 1⁄8")	New pavement less than 5 years old. No maintenance or isolated crack sealing required.
4 Good	Additional thermal cracking. Cracks generally spaced more than 50' apart. Less than 10% of cracks and joints need sealing. Minimal or slight raveling. No distortion. Patches in good condition.	Recent sealcoat or pavement over 5 years old. Seal open cracks or joints and replace sealant where needed.
3 Fair	Moderate raveling. Thermal cracks and joints generally spaced less than 50' apart. Crack sealing or repair of sealant needed on 10%-25% of cracks or joints. Edge cracks along 10% or less of pavement edges. Block crack pattern with cracks 6'-10' apart. Isolated alligator cracking and poor patches. Minor distortion or crack settlement less than 1".	Seal open cracks and joints. Replace failed sealant. Apply new surface treatment or thin overlay. Minor patching and joint repair.
2 Poor	Frequent thermal cracks. Wide cracks and joints with raveling in cracks. Deterioration along more than 25% of cracks. Edge cracks on up to 25% of pavement edges. Block cracks spaced 5' apart or less. Alligator cracking or poor patches cover up to 20% of surface area. Distortion or settlement 1"-2".	Needs significant crack sealing plus patching and repair on up to 25% of pavement surface. Overlay entire area with structural overlay.
1 Failed	Widespread, severe cracking with raveling and deterioration. Alligator cracking and potholes over 20% of the area. Distortion over 2".	Condition may be limiting service. Needs reconstruction.

** A given pavement segment may only have one or two types of distess rather than all of the types listed for a particular rating.*

Sumber: AC No.150/5320-17

3.2.5.3 Tahap Analisis Kebutuhan Pemeliharaan *Runway*

Dengan mengacu pada hasil analisis *runway* diatas dapat ditentukan upaya pemeliharaan yang tepat yang dilakukan sesuai dengan kondisi rating *runway* yang dihasilkan. Adapun tambahan mengenai masalah pemeliharaan terhadap kontaminasi *rubber deposit* ditentukan berdasarkan data hasil inspeksi dengan alat MU meter.

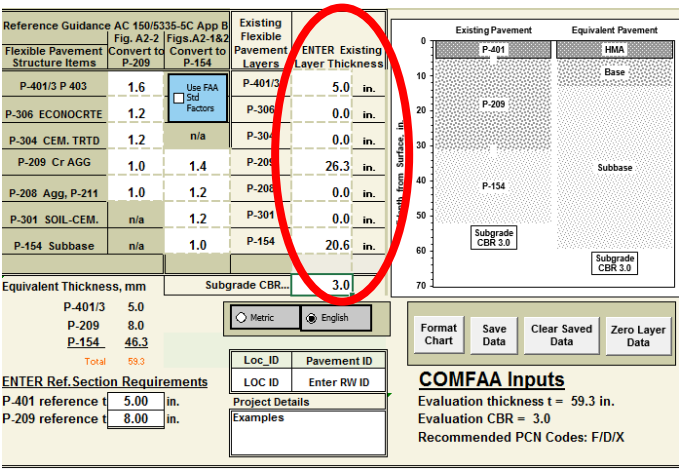
3.2.5.3.1 Penentuan Kebutuhan *Rubber Deposit Removal*

Data hasil pengukuran dengan alat MU meter yang diterima digunakan untuk menentukan area *runway* yang memiliki kadar kontaminasi *rubber deposit* tinggi, kemudian dari area tersebut dilakukan perhitungan terhadap jumlah kontaminasi yang terjadi selama kurun waktu satu tahun dikarenakan pengecekan dengan alat MU meter dilakukan satu tahun sekali. Setelah itu, penumpukan kontaminasi yang terjadi di distribusikan terhadap penggunaan *runway* di bandar udara Juanda. Pada masing-masing area *touch down* akan didapatkan hasil kontaminasi yang terjadi untuk kemudian dilakukan penentuan jadwal efektif pembersihan.

3.2.5.3.2 Penentuan Kebutuhan *Overlay*

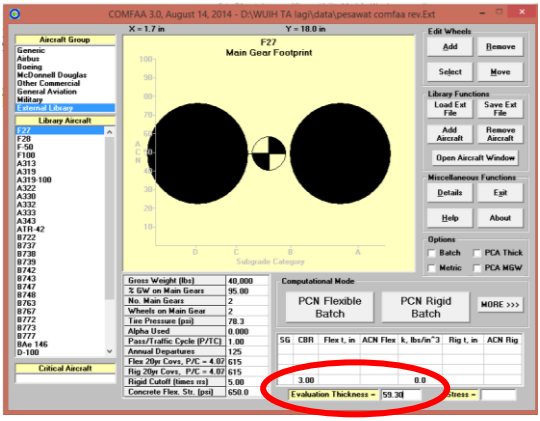
Dalam menentukan kebutuhan *overlay* didasarkan kepada hasil rating kondisi eksisting *runway*. Setelah hasil kondisi rating *runway* dinyatakan membutuhkan perbaikan *overlay* maka dilakukan analisa dengan bantuan program COMFAA untuk menentukan kekuatan perkerasan *runway*. Metode dengan bantuan program COMFAA adalah sebagai berikut:

1. Dapatkan instalasi program COMFAA beserta dengan *file Ms. Excel* untuk melakukan *convert* tebal eksisting dari data yang didapatkan ke dalam tebal eksisting untuk *input* pada program dan menghasilkan *output* program.
2. Lakukan *input* kondisi eksisting (tebal dan nilai CBR) kedalam *file Ms. Excel* sheet FlexPCN, juga harus menyesuaikan dengan satuan yang dibutuhkan. Maka dapat dilihat pada Gambar 3.2.



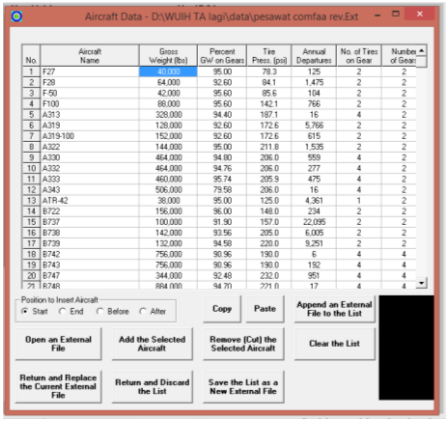
Gambar 3.2 File Ms. Excel Program COMFAA

3. Setelah itu akan didapatkan *equivalent thickness* yang akan di-*input* pada software COMFAA. Hasil yang akan di-*input* dapat dilihat dari nilai total yang diberi warna merah pada Gambar 3.2 diatas. Kemudian *input* pada program COMFAA dibagian bawah pada kolom *evaluation thickness* dan CBR dengan nilai yang didapatkan dan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



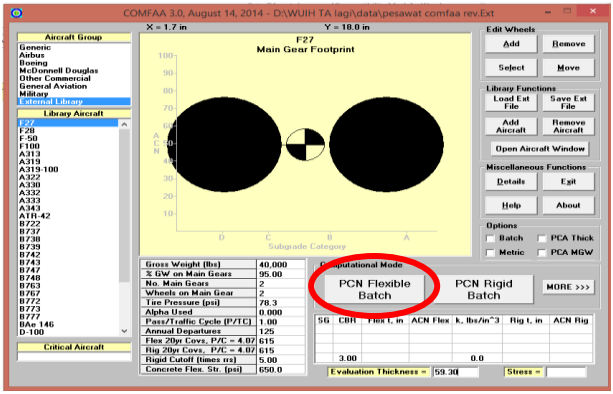
Gambar 3.3 *Input* Program COMFAA

4. Lakukan input untuk jenis, MTOW, dan *annual departures* pesawat pengguna bandara Juanda dengan cara, lihat pada sisi kanan terdapat *library function* dan klik pada "*open aircraft window*" maka akan terbuka *window* seperti pada gambar 3.4.



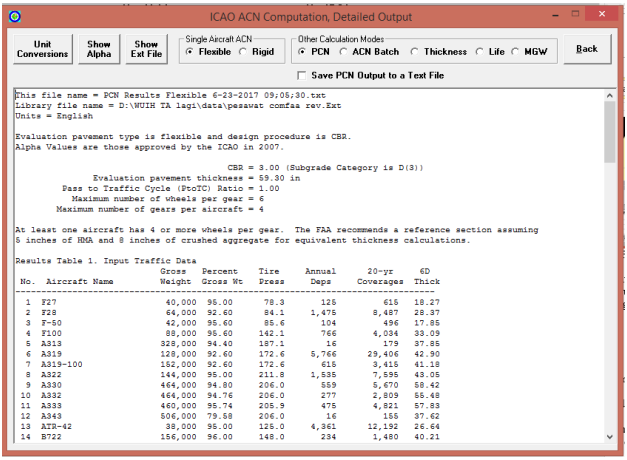
Gambar 3.4 *Input* Data Pesawat Program COMFAA
(Sumber: COMFAA)

5. *Save* dan kembali pada tampilan awal sofware kemudian lakukan *running* dengan klik "*PCN Flexible Batch*" seperti pada gambar 3.5.



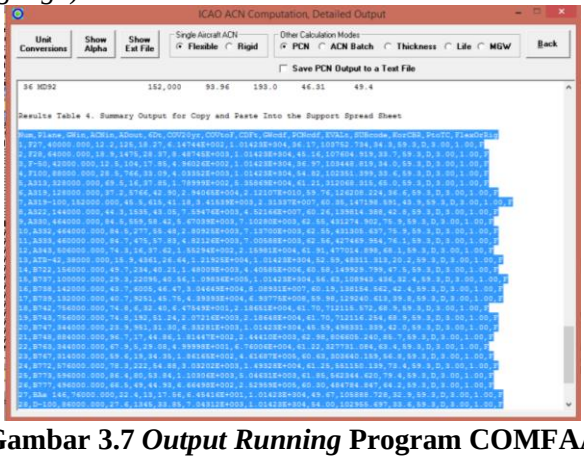
Gambar 3.5 *Running* Program COMFAA

Setelah *running* selesai, klik "detail" pada menu *Miscellaneous Function* maka akan terbuka tab seperti Gambar 3.6.



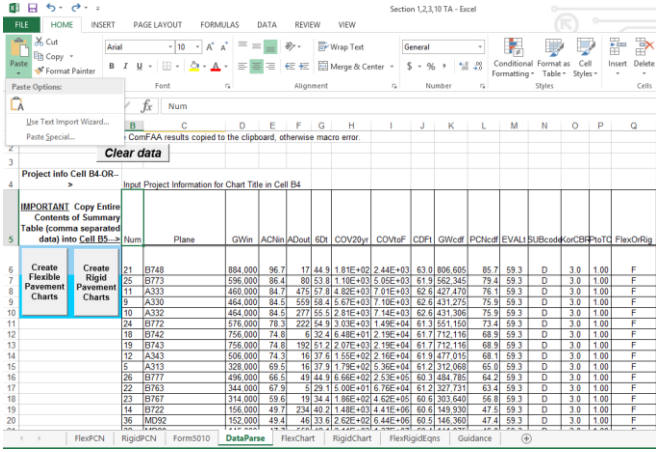
Gambar 3.6 *Output Running* Program COMFAA
(Sumber: COMFAA)

Copy result yang muncul, pada langkah ini perangkat diharuskan menggunakan *decimal setting* titik (*US language*).



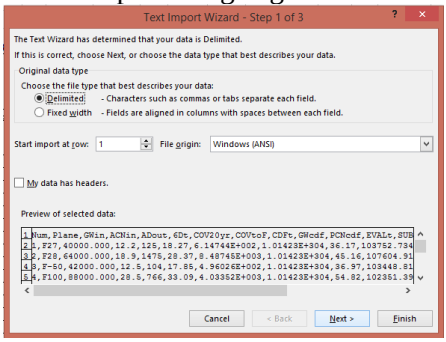
Gambar 3.7 *Output Running* Program COMFAA

6. Kemudian lakukan paste pada *file Ms. Excel* sheet DataParse dengan menggunakan pilihan menu paste spesial "*use text import wizard*". Letakkan kursor pada kolom NUM seperti pada Gambar 3.8

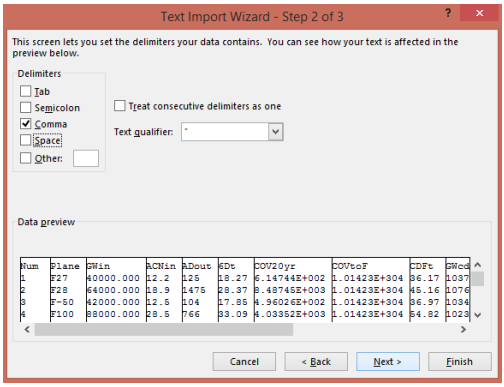


Gambar 3.8 *Excel Output* Program COMFAA

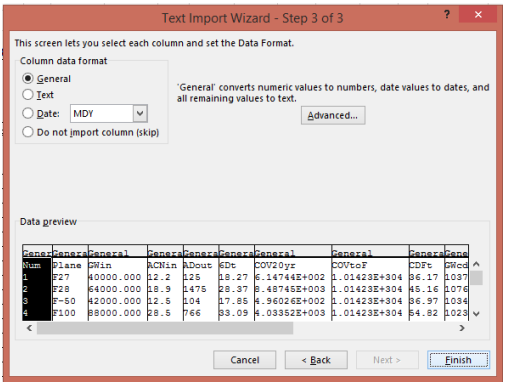
Klik "*use text import wizard*" pada menu *paste* kemudian akan muncul tab seperti dengan gambar 3.9



Gambar 3.9 *Paste Special: Use Text Import Wizard* (1)

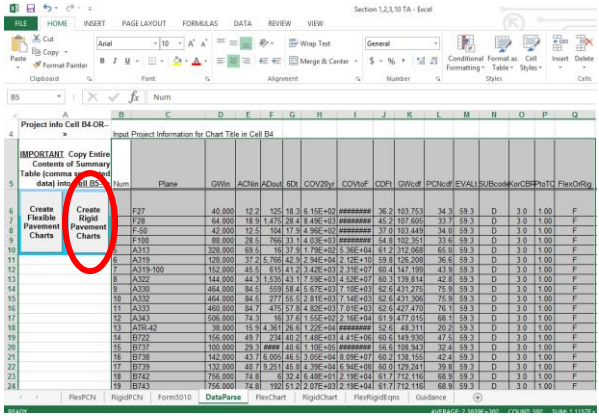


Gambar 3.10 ***Paste Special: Use Text Import Wizard*** **(2)**



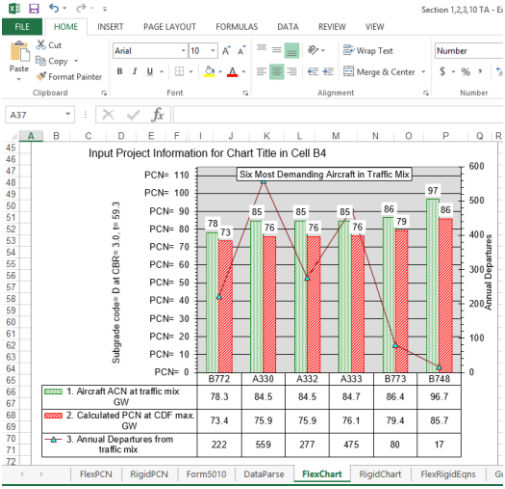
Gambar 3.11 ***Paste Special: Use Text Import Wizard*** **(3)**

7. Selanjutnya klik menu "*create flexible pavement"* pada bagian kiri dan akan mengeluarkan output seperti gambar 3.12



Gambar 3.12 Tampilan flexChart

Setelah itu maka akan didapatkan output kekuatan perkerasan eksisting terhadap pergerakan pesawat. Dapat dilihat pada *sheet FlexChart* seperti gambar 3.13

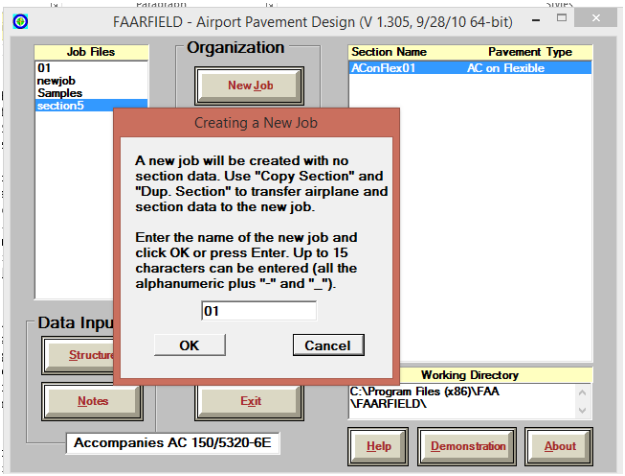


Gambar 3.13 Hasil flexChart

3.2.5.3.3 Penentuan Tebal *Overlay*

Dalam menentukan tebal *overlay* didasarkan kepada hasil output dari COMFAA yang menunjukkan apakah nilai perkerasan mampu menahan nilai beban pesawatnya. Maka dilakukan perencanaan dengan *software* FAARFIELD dengan melakukan input data jenis pesawat, pertumbuhan pergerakan, dan eksisting perkerasan. Langkah-langkah yang akan dilakukan yaitu:

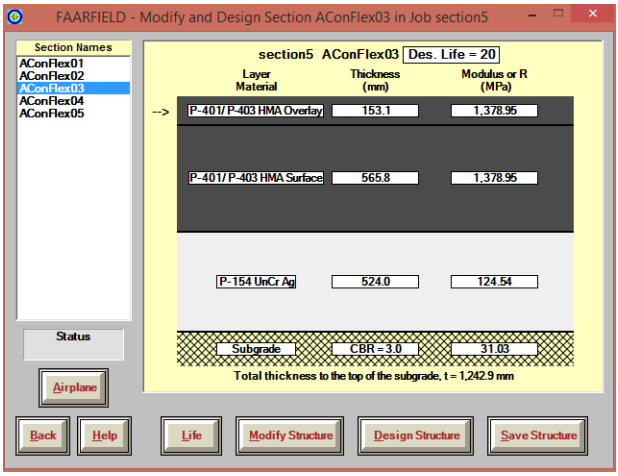
1. Buka *software* FAARFIELD, pada awal tampilan akan keluar menu *Organization* ditengah, pilih "*New job*" dan beri nama job anda seperti Gambar 3.14



Gambar 3.14 *New Job* Program FAARFIELD
(Sumber: FAARFIELD)

Pilih *pavement type* nya sesuai dengan yang akan direncanakan, misalnya pada evaluasi ini menggunakan *AC on Flexible*.

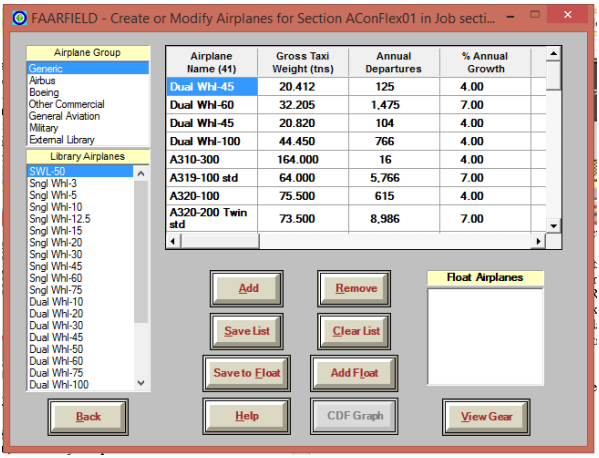
2. Kemudian pilih "*Structure*" pada menu data input dibagian pojok kiri bawah. Maka akan keluar tampilan seperti gambar 3.15



Gambar 3.15 *Data Input Structure* FAARFIELD
(Sumber: FAARFIELD)

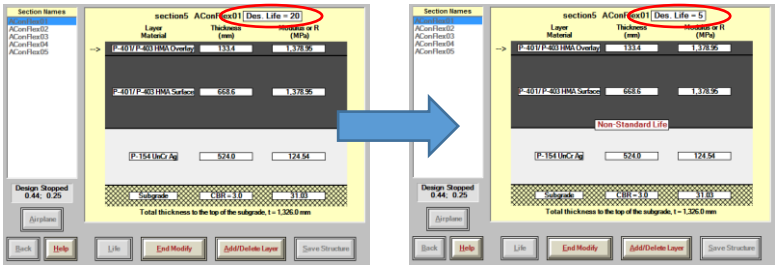
Pada sketsa gambar strukturnya dimasukkan nilai kondisi eksisting perkerasan baik mulai tebal lapisan hingga nilai CBR *runway*. Cara input dengan melakukan double klik pada kolom yang akan diubah, masukkan nilai dan kemudian tekan "OK". Untuk *design life* di atas juga bisa disesuaikan dan diganti sesuai kebutuhan dan rencana dengan cara penggantian yang sama.

3. Kemudian pada bagian kiri bawah klik "*Airplane*" yang secara otomatis akan menampilkan tab untuk memasukkan informasi pesawat yang beroperasi, kemudian input data pesawat yang diperlukan dan jika sudah klik "*Back*" untuk kembali ke menu utama seperti gambar 3.16



Gambar 3.16 *Data Input Airplane* FAARFIELD
(Sumber: FAARFIELD)

4. Setelah menekan *back* maka akan kembali ke tampilan *structure* kemudian klik "*Design Structure*" yang secara otomatis program akan melakukan *running* dan kemudian akan terjadi perubahan nilai pada lapisan *overlay* (struktur atas). Jika bertambah banyak menandakan bahwa selisih dari nilai pertambahan merupakan kebutuhan penambahan tebal yang dibutuhkan. Jika berkurang, maka sebenernya perkerasan tersebut sudah mampu menahan lalu lintas pesawat yang menggunakan perkerasan tersebut.
5. Kemudian untuk menentukan sisa usia masa layan perkerasan dilakukan dengan cara melakukan percobaan penggantian tehadap usia rencana, dimana hasil dari *overlay* harus mendekati baik lebih besar atau lebih kecil dari nilai eksisting untuk kemudian dilakukan interpolasi terhadap nilai yang didapatkan dari hasil percobaan usia rencana. Langkah-langkah dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.17 *Data Input Life* FAARFIELD
(Sumber: FAARFIELD)

3.2.6 Hasil Analisis

Setelah pengolahan data-data di atas, maka didapatkan hasil dari perencanaan yang terdiri dari :

1. Pertumbuhan pergerakan pesawat pada lalu lintas beserta peramalan untuk pergerakan penerbangan pada tahun yang direncanakan di bandar udara Juanda.
2. Penentuan kerusakan dan rating kondisi perkerasan berdasarkan hasil inspeksi pada kerusakan di bandar udara Juanda.
3. Penentuan kebutuhan penambahan lapisan perkerasan serta kebutuhan penambahan tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan *runway* bandar udara Juanda.
4. Penentuan frekuensi pemeliharaan perkerasan yang meliputi *rubber deposit removal* dan *overlay*.

3.3 Teknis Pelaksanaan Perbaikan Lapisan Permukaan

Dalam merencanakan penambahan lapisan perkerasan, diperlukan rencana teknis pengerjaan. Waktu singkat yang tersedia saat jam operasional bandara berhenti harus dimanfaatkan secara optimal untuk kegiatan *overlay*. Berikut ini merupakan metode yang dapat digunakan untuk melakukan kegiatan *overlay* antara lain:

1. Persiapan Penghamparan

   Sebelum dilakukan penghamparan perlu dilakukan percobaan penghamparan terlebih dahulu untuk mengetahui mutu bahan serta kesesuaian rancangan campuran dengan spesifikasi sehingga dapat memperkirakan dengan keadaan sesungguhnya di lapangan.

2. Persiapan Lokasi

   Persiapan lokasi dilakukan untuk memastikan keadaan bersih sebelum dilakukan penghamparan.

3. Perbaikan Permukaan

   Perbaikan permukaan yang dilakukan ada beberapa alternatif yang mungkin dapat diterapkan antara lain:

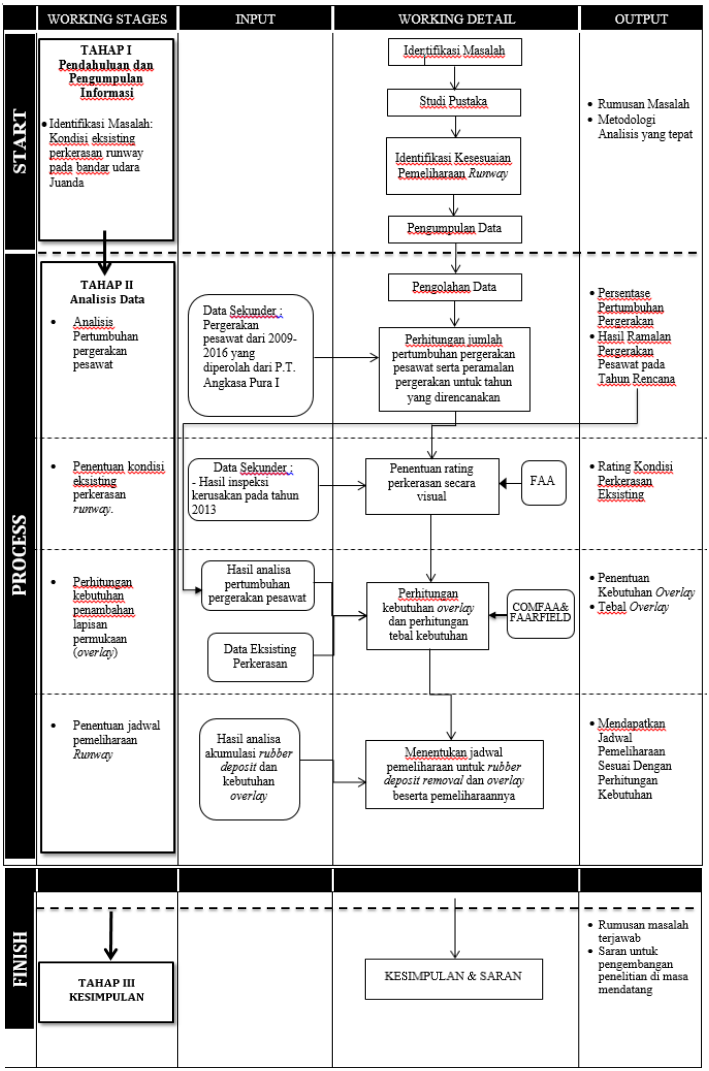
   a. Perbaikan permukaan dilakukan dengan mengeruk lapisan *overlay* lama, kemudian dilakukan penambahan sesuai dengan tebal kebutuhan untuk bagian *runway* yang telah dipersiapkan. Hal ini untuk menjaga kondisi *runway* agar tetap *smooth* dan tidak bergelombang akibat perbedaan tebal perkerasan. Metode ini baik diterapkan jika pihak bandara memberikan waktu yang cukup untuk melakukan perbaikan.
   b. Perbaikan permukaan dengan langsung melakukan *overlay* hanya pada titik yang terjadi kerusakan, namun pada pelaksanaan harus ditinjau ulang apakah perbedaan tebal lapisan baru dan lapisan lama masih dalam batas yang diijinkan, karena perbedaan tebal antara lapisan lama dan baru akan menimbulkan kemiringan yang bila diluar batas yang diijinkan mampu membahayakan lalu lintas pesawat.

4. Penghamparan Aspal

   Setelah semua item dipersiapkan maka dilakukan penghamparan aspal. Perlu dilakukan kontrol yang baik agar material dapat dihampar dengan ketebalan konstan yang diperlukan.

3.4 Diagram Alir Metodologi

Berikut ini adalah diagram alir (*Flow chart*) metodologi penelitian:



Gambar 3.18 Diagram Alir

BAB IV

GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI DAN ANALISIS HASIL PENGUMPULAN DATA

4.1 Gambaran Umum Infrastruktur *Runway*

Dalam bab ini akan dibahas mengenai gambaran umum keadaan *runway* yang menjadi objek studi mulai dari gambaran umum lokasi studi dan juga data teknis mengenai *runway* yang dijadikan objek studi. Data-data yang ditampilkan merupakan data-data sekunder yang didapat dari PT. Angkasa Pura I.

4.1.1 Lokasi Studi

Bandar udara Juanda merupakan sebuah bandar udara internasional yang berlokasi di kabupaten Sidoarjo, di kecamatan Sedati, sekitar 20 km di sebelah selatan Kota Surabaya tepatnya beralamat di Jl. Ir Juanda No. 1, Sedati, Sidoarjo, Jawa Timur 61253.

4.1.2 Data Umum dan Teknis

Data umum dan teknis untuk *runway* bandar udara Juanda dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Data Teknis *Runway* Bandara Juanda

No	Detail	Keterangan
1	Nama	R10-R28
2	Panjang	3.000 m
3	Lebar	45 m
4	Elevasi tertinggi	
	R10	11 Feet
	R28	8 Feet
5	Temperatur	32° C
6	Lapis permukaan	Asphalt Concrete
7	Kode Perkerasan	PCN 83 F/D/X/T

Sumber: PT. Angkasa Pura I

4.2 Data Sekunder

Data-data sekunder dalam tugas akhir ini didapatkan dari PT. Angkasa Pura I Indonesia. Adapun data-data sekunder yang diperlukan dalam tugas akhir ini adalah data lalu lintas pergerakan pesawat, kondisi eksisting *runway*, *maintenance history runway*, dan data hasil inspeksi kerusakan *runway*.

4.2.1 Analisis Data Lalu Lintas Pergerakan Pesawat

Dalam tugas akhir ini data lalu lintas yang diperoleh dari PT. Angkasa Pura I Bandara Juanda Surabaya adalah data lalu lintas pergerakan pesawat setiap bulan pada tahun 2012 sampai tahun 2016. Data yang diperoleh digunakan untuk mengetahui pertumbuhan pergerakan pesawat dalam kurun waktu tersebut.

Dari data yang diperoleh, maka dapat dihitung persentase pertumbuhan pergerakan pesawat dengan cara berikut:

$$Persentase = \frac{(P2 - P1)}{P1} x\ 100\%$$

Contoh perhitungan persentase pertumbuhan pergerakan pesawat domestik dari tahun 2009-2010 adalah sebagai berikut:

$$Persentase = \frac{(P2 - P1)}{P1} x\ 100\% = \frac{(93.149 - 84.211)}{84.211} x\ 100\%$$

$$Persentase = 10{,}61\%$$

Hasil dari perhitungan pergerakan pesawat baik internasional dan domestik dapat dilihat pada Tabel 4.2 untuk persentase pertumbuhan pesawat total yang menggunakan bandara udara Juanda, serta Tabel 4.3 untuk persentase pertumbuhan pergerakan pesawat yang ditinjau berdasarkan keberangkatan internasional dan domestik.

Tabel 4. 2 Persentase Pertumbuhan Pergerakan Pesawat per Tahun

No	Tahun	Total Pergerakan	% Pertumbuhan
1	2009	94.066	-

Tabel 4. 2 Lanjutan

No	Tahun	Total Pergerakan	% Pertumbuhan
2	2010	102.187	8,63%
3	2011	116.765	14,27%
4	2012	134.824	15,47%
5	2013	139.698	3,62%
6	2014	136.195	-2,51%
7	2015	137.051	0,63%
8	2016	148.602	8,43%
Rata-rata % Pertumbuhan			6,93%

Tabel 4. 3 Rekapitulasi Pergerakan Pesawat

Tahun	Internasional	Persentase Pertumbuhan	Domestik & Lokal	Persentase Pertumbuhan
2009	9.855	-	84.211	-
2010	9.038	-8,29%	93.149	10,61%
2011	10.316	14,14%	106.449	14,28%
2012	10.452	1,32%	124.372	16,84%
2013	14.183	35,70%	125.515	0,92%
2014	12.796	-9,78%	123.399	-1,69%
2015	12.198	-4,67%	124.853	1,18%
2016	12.265	0,55%	136.337	9,20%
Rata-rata Pertumbuhan		4,14%		7,33%

4.2.1.1 Peramalan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat

Dari data yang diperoleh tersebut dilakukan peramalan dengan analisa regresi menggunakan program bantu *Ms. Office*. Ada beberapa tipe regresi yang digunakan diantaranya adalah analisa regresi tipe *exponensial, linear, logarithmic*, dan *polynomial*. Dalam tugas akhir ini dipilihlah metode regresi linear. Persamaan regresi linear yang dipakai didapatkan dari memunculkan tabel dari data yang di-*input*-kan pada *Ms. Office*

kemudian pada tabel tersebut ditampilkan *trendline* untuk memunculkan persamaan yang akan dipakai. Hasil dari langkah tersebut memunculkan persamaan regresi linear berikut ini.

$$y = 7371.9x + 93000$$

Untuk mendapatkan nilai pergerakan pesawat pada tahun yang akan direncanakan yaitu dengan mengganti nilai variabel X dengan nilai urutan angka yang akan dimasukkan.

Misalkan untuk perhitungan tahun 2017, maka nilai variabel akan diganti dengan angka 9 karena tahun 2017 berada di urutan ke 9 dan persamaan akan menghasilkan nilai berikut:

$$y = 7371.9x + 93000 = 7371.9(9) + 93000$$

$$y = 159347$$

Hasil peramalan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 4 Hasil *Forecasting* Pergerakan Pesawat

No	Tahun	Total Pergerakan
1	2009	94.066
2	2010	102.187
3	2011	116.765
4	2012	134.824
5	2013	139.698
6	2014	136.195
7	2015	137.051
8	2016	148.602
9	2017	159.347
10	2018	166.719
11	2019	174.091
12	2020	181.463
13	2021	188.835
14	2022	196.207
15	2023	203.579

Tabel 4. 4 Lanjutan

No	Tahun	Total Pergerakan
16	2024	210.950
17	2025	218.322
18	2026	225.694
19	2027	233.066
20	2028	240.438
21	2029	247.810
22	2030	255.182
23	2031	262.554
24	2032	269.926
25	2033	277.298
26	2034	284.669
27	2035	292.041
28	2036	299.413
29	2037	306.785

Dari tabel diatas didapatkan jumlah pergerakan pesawat untuk tahun 2037 adalah sebesar 306.785. Data tersebut dapat berfungsi sebagai data perkiraan untuk mengantisipasi kemungkinan pertumbuhan pergerakan pesawat yang akan terjadi selama kurun waktu 20 tahun mendatang.

4.2.2 Analisis Data Kondisi *Runway*

Data analisis kondisi *runway* meliputi kondisi lapisan eksisting *runway* mulai dari perencanaan awal hingga hasil *overlay* yang terakhir dilakukan yaitu pada tahun 2012. Data kondisi eksisting yang diterima dilakukan analisis terhadap kondisi tebal perkerasan yang ada agar dapat diketahui tebal eksisting masing-masing segmen *runway*. Hasil dari tebal setiap segmen *runway* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. 5 Analisis Tebal Perkerasan Eksisting

Segmentasi			Ketebalan
Segmen	STA	Panjang	Eksisting (mm)
1	0+300	300	1219
2	0+300 - 0+564	264	1219
3	0+564 - 0+820	256	1219
4	0+820 - 1+100	280	1209
5	1+100 - 1+445,34	345,34	1129
6	1+445,34 - 1+700	254,66	1209
7	1+700 - 2+178	478	1289
8	2+178 - 2+564	386	1299
9	2+564 - 2+700	136	1299
10	2+700 - 3+000	300	1219

Sumber: PT. Angkasa Pura I

Dari data yang diperoleh diketahui bahwa kondisi setiap segmen *runway* tidak rata dan perlu diadakan perawatan berupa *overlay* untuk pemerataan kondisi tersebut. Kebutuhan *overlay* tersebut juga harus diperhitungkan jika dilakukan perataan permukaan *runway* apakah mampu melayani pergerakan pesawat yang terjadi. Selebihnya akan dibahas pada sub bab dibawah.

4.2.3 Analisis Data *Maintenance History Runway*

Data historis penanganan perbaikan *runway* didapatkan dari PT. Angkasa Pura I Indonesia selama tahun 2014. Rekapitulasi data kerusakan dan penanggulangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 6 Rekap Data Kerusakan *Runway* Tahun 2014

Februari			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	4/2/2014	Pothole	1 titik
2	5/2/2014	Pothole	2 titik

Tabel 4. 6 Lanjutan

No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
3	27/2/2014	Pothole	4 titik
		Crack	1 titik

Maret			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	5/3/2014	Pothole	7 titik
2	6/3/2014	Pothole	6 titik
		Block Crack	1 titik
3	9/3/2014	Pothole	5 titik
4	10/3/2014	Block Crack	4 titik
		Pothole	1 titik
5	11/3/2014	Pothole	5 titik
		Aligator crack	2 titik
		Block Crack	3 titik
6	12/3/2014	Block Crack	5 titik
7	13/3/2014	Pothole	6 titik
8	15/3/2014	Block Crack	6 titik
9	17/3/2014	Pothole	1 titik
		Block Crack	2 titik
10	18/3/2014	Block Crack	1 titik
11	19/3/2014	Pothole	2 titik
		Block Crack	3 titik
12	20/3/2014	Block Crack	1 titik
13	21/3/2014	Pothole	3 titik
14	24/3/2014	Pothole	7 titik
		Aligator crack	1 titik
15	27/3/2014	Block Crack	9 titik

Tabel 4. 6 Lanjutan

April			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	2/4/2014	Pothole	6 titik
2	7/4/2014	Pothole	5 titik
3	8/4/2014	Aligator crack	4 titik
		Block crack	5 titik
4	11/4/2014	Pothole	7 titik
		Aligator crack	1 titik
5	12/4/2014	Block crack	6 titik
6	16/04/2014	Pothole	6 titik
7	17/04/2014	Block crack	3 titik
8	21/04/2014	Aligator crack	1 titik
		Pothole	3 titik
9	25/04/2014	Crack	1 titik
		Pothole	9 titik
		Aligator crack	1 titik
10	26/04/2014	Pothole	1 titik
		Aligator crack	4 titik
		Block crack	5 titik
11	27/04/2014	Block crack	9 titik
12	28/04/2014	Pothole	2 titik
		Block crack	2 titik
13	29/04/2014	Pothole	2 titik
		Pothole	1 titik
		Crack	1 titik
14	30/04/2014	Pothole	6 titik
		Crack	2 titik
		Block crack	5 titik

Tabel 4. 6 Lanjutan

Mei			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	5/5/2014	Crack	1 titik
		Aligator crack	1 titik
2	8/5/2014	Aligator crack	1 titik
		Aligator crack	3 titik
3	9/5/2014	Block crack	5 titik
4	19/05/2014	Pothole	5 titik
		Pothole	1 titik
5	21/05/2014	Aligator crack	5 titik
		Crack	2 titik
6	22/05/2014	Crack	2 titik
		Aligator crack	1 titik
		Slip crack	1 titik
		Block crack	5 titik
7	26/05/2014	Block crack	5 titik
8	28/05/2014	Aligator crack	2 titik
		Crack	2 titik

Juni			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	10/6/2014	Aligator crack	2 titik
		Aligator crack	6 titik
2	11/6/2014	Aligator crack	1 titik
		Block crack	7 titik

Juli			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	26/07/2014	Block crack	5 titik

Tabel 4. 6 Lanjutan

Nopember			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	28/11/2014	Aligator crack	1 titik
2	29/11/2014	Block crack	1 titik
Desember			
No	Tanggal	Jenis Kerusakan	Jumlah
1	2/12/2014	Pothole	1 titik
2	3/12/2014	Block crack	1 titik
3	7/12/2014	Pothole	1 titik
		Aligator crack	1 titik

Sumber: PT. Angkasa Pura I

Dari rekapitulasi hasil inspeksi ini didapatkan beberapa kerusakan yang terjadi di *runway* diantaranya beberapa *thermal crack*, *aligator crack*, *block crack*, *pothole*, dan *slippage crack*. Beberapa kerusakan lain seperti retak rambut, *rutting*, erosi, dan jenis kerusakan lainnya juga ditemui pada *runway* bandara. Berikut akan dijelaskan hasil analisis kerusakan *runway* yang terjadi yang meliputi penyebab, serta cara penanganan yang dilakukan oleh pihak bandara Juanda.

4.2.4 Analisis Data Hasil Inspeksi *Runway*

Guna mengetahui jenis, penyebab, serta cara antisipasi untuk setiap kerusakan, maka dilakukan analisis pada hasil inspeksi *runway* yang dilakukan secara rutin oleh pihak bandara Juanda. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil analisis lengkap terhadap setiap kerusakan yang pernah terjadi sehingga dapat dilakukan antisipasi yang tepat jika terjadi kerusakan yang sama. Penyebab kerusakan dibedakan atas beberapa macam sebab terjadinya yang akan dibahas pada sub bab berikutnya.

4.2.4.1 Analisis Data Kerusakan Runway Akibat Beban Lalu Lintas Pesawat

Perkerasan *runway* didesain, dirancang, dan dibangun untuk mendukung beban kritis yang dikenakan terhadapnya terutama beban dari pesawat yang dilayani. Pengulangan beban secara terus-terus menyebabkan kekuatan perkerasan akan mengalami penurunan sehingga mulai munculnya kerusakan-kerusakan yang tampak pada perkerasan dan jika hal ini terus dibiarkan maka akan berdampak buruk bagi keselamatan penerbangan. Beberapa kerusakan yang terjadi dan dapat di identifikasi dari efek pengulangan beban secara terus-menurus diantaranya: *Aligator Crack*, *Block Crack*, dan *Rutting.* Hasil dari rekapitulasi kerusakan yang telah diidentifikasi di bandar udara Juanda selama periode tahun 2014 dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Jenis Kerusakan Akibat Pengulangan Beban Lalu Lintas Pesawat dan Upaya Penanganannya

No	Jenis Kerusakan	Penanganan Menurut Kondisi		
		Ringan	Sedang	Berat
1	*Aligator Crack*	Jika Lebar ≤ 3mm	3mm ≤ Lebar Crack ≤ 2cm	2 ≤ Lebar Crack
		Ditutup dengan aspal emulsi sesuai spesifikasi	Bagian dipotong dan dilapis kembali dengan material sesuai spesifikasi	Patching lokal, diisi Asphalt concrete (AC) kemudian di *overlay*
2	*Block Crack*	Jika Lebar ≤ 3mm	3mm ≤ Lebar Crack ≤ 2cm	2 ≤ Lebar Crack
		Mentutup retakan dengan bahan pengisi	Ditutup dengan aspal emulsi dan campuran Asphalt concrete (AC)	Patching lokal, kemudian diisi Asphalt concrete (AC)
3	*Rutting*	≤ 8mm, tanpa retakan	≤ 25mm, tanpa retakan	> 25mm, tanpa retakan
		Pengamatan lebih untuk tinjauan air di area rutting	Patching lokal, kemudian diisi Asphalt concrete (AC)	Patching lokal, kemudian diisi Asphalt concrete (AC)

Sumber: KP 94 tahun 2015

Kerusakan akibat pengulangan beban lalu lintas juga harus ditinjau terhadap nilai PCN (*Pavement Condition Index*) dengan nilai ACN (*Aircraft Classification Number*) dari pesawat yang menggunakan bandar udara Juanda. PCN adalah nilai untuk permukaan landasan, sedangkan ACN adalah nilai yang dimiliki oleh sebuah pesawat tertentu dengan konfigurasi tertentu pula. Untuk standard penggunaan *runway* serta ketentuan pemakaian, pesawat yang boleh menggunakan *runway* adalah pesawat dengan nilai ACN ≤ nilai PCN *runway*. Namun, untuk beberapa kasus darurat diperbolehkan melewati nilai tersebut. Untuk permasalahan ini bandar udara Juanda telah menerapkan pengoperasian bandara secara baik. Hampir seluruh pesawat yang beroperasi pada *runway* dengan nilai PCN 83, memiliki nilai ACN yang ≤ 83. Jenis-jenis pesawat yang beroperasi dengan nilai ACN dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8 Jenis Pesawat dan Nilai ACN

No	Jenis Pesawat	ACN Pesawat Kelas % CBR D	*PCN Value* 83
1	F27	14	OK
2	F28	23	OK
3	F-50	14	OK
4	F100	-	-
5	A313	86	NOT OK
6	A319	46	OK
7	A319-100	50	OK
8	A320	51	OK
9	A322	53	OK
10	A330	98	NOT OK
11	A332	106	NOT OK
12	A333	107	NOT OK
13	A343	107	NOT OK
14	ATR-42	13	OK
15	ATR72	15	OK

Tabel 4. 8 Lanjutan

No	Jenis Pesawat	ACN Pesawat Kelas % CBR D	*PCN Value* 83
16	B722	49	OK
17	B727	69	OK
18	B732	-	-
19	B733	-	-
20	B734	-	-
21	B735	-	-
22	B737	56	OK
23	B738	56	OK
24	B739	56	OK
25	B742	-	-
26	B743	98	NOT OK
27	B747	105	NOT OK
28	B748	-	-
29	B763	79	OK
30	B767	68	OK
31	B772	129	NOT OK
32	B773	99	NOT OK
33	B777	129	NOT OK
34	BAE46	29	OK
35	CRJ	-	-
36	DC9	40	OK
37	FK100	-	-
38	MA-60	-	-
39	MD80	-	-
40	MD82	49	OK
41	MD83	53	OK
42	MD90	55	OK
43	MD92	57	OK

Sumber: PT. Angkasa Pura I

Dari tabel 4.8 dapat diketahui bahwa banyak pesawat yang beroperasi di bandar udara Juanda memiliki nilai ACN yang lebih

tingi dari nilai PCN *runway*. Jika pada kondisi ini tidak segera diadakan penanganan berupa penambahan kualitas *runway* dengan melakukan perbaikan dan peningkatan terhadap kondisi *runway*, maka kerusakan akan lebih sering terjadi dan usia perkerasan akan lebih cepat mencapai jenuh.

4.2.4.2 Analisis Pengaruh Temperatur

Faktor suhu merupakan faktor yang perlu dipertimbangan dalam menganalisa kerusakan yang terjadi pada *runway*. Suhu dapat diakibatkan dari suhu lingkungan sekitar yang meliputi suhu udara, suhu pada *runway*, dan suhu gesekan roda terhadap perkerasan saat terjadinya kegiatan *take-off* maupun *landing* serta suhu *jet-blast* pesawat terutama saat *take-off*. Pengaruh suhu yang tinggi akan menurunkan modulus elastisitas lapisan aspal dan mengurangi kemampuannya untuk menahan beban tarik yang terjadi akibat beban pesawat. Hal ini menyebabkan perkerasan menjadi lentur dan bila diberi beban akan mengalami perubahan bentuk dan menimbulkan berbagai macam kerusakan t*hermal crack*. Pengaruh suhu gesekan roda pada *runway* akan mengakibatkan material roda terlepas dan meninggalkan *rubber deposit* pada *runway*. Pengaruh suhu yang diakibatkan oleh *jet-blast* akan menyebabkan material *runway* tererosi yang akan menjadikan material perkerasan terlepas. Pada tabel 4.9 disajikan data suhu yang didapatkan dari operasional *runway*.

Tabel 4. 9 Suhu yang Terjadi Pada *Runway*

No	Keterangan	°C
1	Suhu lingkungan	27-32
2	Suhu *Runway*	50
3	Suhu gesekan roda dan perkerasan	49
4	Suhu *jet-blast* terhadap perkerasan	25-65

Sumber: PT. Angkasa Pura I

Pada tabel 4.9 dapat diketahui rata-rata suhu yang terjadi saat kegiatan operasional di *runway*. Hasil analisis dari suhu operasional bandar udara Juanda menghasilkan bahwa beberapa kerusakan dapat ditimbulkan dari pengaruh suhu selama operasional pesawat. Kerusakan-kerusakan tersebut memerlukan penanganan langsung berdasarkan skala kerusakannya. Rekapitulasi jenis kerusakan yang ditimbulkan akibat suhu dan upaya penanganan dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4. 1 Jenis Kerusakan yang Diakibatkan Oleh Pengaruh Suhu dan Upaya Penanganan

No	Jenis Kerusakan	Penanganan Menurut Kondisi		
		Ringan	Sedang	Berat
1	Retak memanjang & melintang	Pengisian dengan aspal	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, diisi *Asphalt Concrete* (AC) kemudian di *overlay*
2	*Slippage Crack*	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Ditutup dengan aspal emulsi dan campuran *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)
3	*Raveling*	Pembersihan dan Pengamatan	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)
4	*Pothole*	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)
5	*Asphalt Stripping*	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)
6	Erosi *Jetblast*	Pembersihan dan Pengamatan	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)	Patching lokal, kemudian diisi *Asphalt Concrete* (AC)

Sumber: KP 94 tahun 2015

Dari tabel diketahui bahwa banyak kerusakan ringan akibat suhu yang memerlukan pengawasan intensif. Jika hal tersebut tidak dilakukan, maka akan sangat merugikan pihak pengelola bandar udara karena suhu yang terus menerus dibebankan kepada *runway* akan mempercepat tingkat kerusakan.

4.2.4.3 Analisis Pengaruh Friction

Kekesatan permukaan diukur dengan cara mengukur friksi antara roda dan permukaan perkerasan dalam kondisi basah (membasahi permukaan) dengan alat MU Meter. Selanjutnya pengujian dilakukan dengan cepat dan terus menerus yang hasilnya berupa grafik serta menunjukkan besaran nilai untuk *Side Friction Coefficient* (SFC). Dari alat ini akan didapatkan nilai koefisien untuk mengetahui kondisi kekesatan pada *runway*.

Selain itu, alat MU Meter juga dapat digunakan untuk menentukan nilai *Mean Profile Depth* (MPD) pada *runway*. Dimana, nilai ini nantinya yang akan menentukan besar atau tidaknya kandungan *rubber deposit* dan menunjukkan bagian dari *runway* yang memiliki konsentrasi *rubber deposit* yang tinggi. Nilai MPD ini dapat dihitung dengan membagi *runway* ke dalam beberapa segmen. Secara umum nilai MPD dan koefisien hasil pengukuran dengan MU Meter adalah sama.

Penentuan kondisi kekesatan permukaan yang didapatkan dari hasil nilai SFC pada mesin MU meter atau hasil nilai perhitungan MPD dan resiko yang mungkin dapat terjadi dapat dilihat pada tabel 4.11

Tabel 4. 11 Hubungan Antara Nilai Kekesatan Permukaan (SFC) dengan Resiko Kecelakaan

Nilai SFC	Resiko yang Terjadi
>0,6	Kemungkinan kecelakaan sangat kecil, permukaan perkerasan dapat dikatakan kasar
0,55 – 0,60	Kemungkinan kecelakaan akan mulai terjadi, permukaan perkerasan masih dalam kondisi kasar
0,40 – 0,55	Kecelakaan terjadi dan resiko fatal, terjadi dalam bentuk slip

Sumber: Departemen Perhubungan Udara 2005

Tabel 4.11 digunakan untuk menganalisis hasil pencatatan SFC pada mesin MU Meter. Data hasil MU Meter dapat dilihat pada lembar lampiran.

Untuk penentuan nilai *Side Friction Coefficient* dari hasil pengukuran MU Meter dapat dihitung dengan menggunakan persamaan untuk menentukan *mean profile depth* dibawah ini:

$$Mean\ Profile\ Depth = (\frac{Peak\ lvl(1) - Peak\ lvl(2)}{2} - Avg.lv)$$

Untuk menghitung dengan persamaan diatas, pertama perlu membagi *runway* kedalam dua segmen kemudian ditentukan puncak dari setiap segmen, dan ditentukan rata-rata untuk kedua segmen. Kemudian angka dimasukkan kedalam persamaan diatas.

Akibat yang ditimbulkan dari suatu perkerasan yang kehilangan kualitas friksinya adalah permukaan tersebut menjadi licin dan diperlukan lintasan lebih panjang untuk pesawat saat melakukan pengereman. Hal ini sangat berbahaya untuk keselamatan penerbangan. Secara umum efek yang terjadi hampir sama dengan saat terjadi genangan air pada *runway* (*hydroplanning*). Macam-macam penyebab dan penanggulangan dari kerusakan ini dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Jenis Kerusakan Akibat Pengaruh Friksi Dan Penanganannya

No	Jenis Kerusakan	Penanganan
1	Agregat Aus (akibat *airtraffic*)	Patching lokal, & diisi *Asphalt Concrete*
2	Kontaminasi (tumpahan bahan bakar,oli, dll)	Patching lokal, & diisi *Asphalt Concrete*
3	*Rubber Deposit*	*Rubber Deposit Removal*
4	Keluarnya material aspal ke permukaan	Patching lokal, & diisi *Asphalt Concrete*

Sumber: KP 94 tahun 2015

4.2.5 Analisis *Rating Pavement Surface Condition*

Dengan mengetahui jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada permukaan perkerasan *runway* maka dapat digunakan untuk menentukan rating dari kondisi perkerasan tersebut. Rating ini berskala dari 5 (kondisi terbaik) hingga 1 (kondisi gagal). Untuk mengevaluasi setiap segmen dari perkerasan pertama-tama diperlukan untuk menentukan kondisi umumnya terlebih dahulu. Perlu ditentukan kondisi apakah perkerasan ini relatif baru atau berada pada ujung skala kondisi. Sehingga dapat diambil langkah yang tepat untuk metode perawatan dengan menggunakan pedoman kategori rating. Meskipun dengan pedoman kategori rating, perkerasan tidak selalu menunjukkan tanda-tanda kerusakan yang sama persis dengan apa yang tercantum pada tabel rating, mungkin bisa hanya satu atau dua kondisi saja yang sama. Sistem rating tidak hanya digunakan sebagai indikasi kondisi perkerasan saja namun juga terdapat langkah preventif untuk penanggulangan kondisi yang terjadi dalam upaya pemeliharaan perkerasan lapangan terbang. Berikut adalah gambar dari tabel rating yang digunakan untuk menentukan kondisi permukaan *runway*.

Tabel 4. 13 Rating Kondisi Permukaan Perkerasan

Rating system

Surface rating	*Visible distress**	*General condition/ treatment measures*
5 Excellent	None, or initial thermal cracks, all narrow (less than 1⁄8")	New pavement less than 5 years old. No maintenance or isolated crack sealing required.
4 Good	Additional thermal cracking. Cracks generally spaced more than 50' apart. Less than 10% of cracks and joints need sealing. Minimal or slight raveling. No distortion. Patches in good condition.	Recent sealcoat or pavement over 5 years old. Seal open cracks or joints and replace sealant where needed.
3 Fair	Moderate raveling. Thermal cracks and joints generally spaced less than 50' apart. Crack sealing or repair of sealant needed on 10%-25% of cracks or joints. Edge cracks along 10% or less of pavement edges. Block crack pattern with cracks 6'-10' apart. Isolated alligator cracking and poor patches. Minor distortion or crack settlement less than 1".	Seal open cracks and joints. Replace failed sealant. Apply new surface treatment or thin overlay. Minor patching and joint repair.

Tabel 4. 13 Lanjutan

Rating system		
Surface rating	*Visible distress**	*General condition/ treatment measures*
2 Poor	Frequent thermal cracks. Wide cracks and joints with raveling in cracks. Deterioration along more than 25% of cracks. Edge cracks on up to 25% of pavement edges. Block cracks spaced 5' apart or less. Alligator cracking or poor patches cover up to 20% of surface area. Distortion or settlement 1"-2".	Needs significant crack sealing plus patching and repair on up to 25% of pavement surface. Overlay entire area with structural overlay.
1 Failed	Widespread, severe cracking with raveling and deterioration. Alligator cracking and potholes over 20% of the area. Distortion over 2".	Condition may be limiting service. Needs reconstruction.

** A given pavement segment may only have one or two types of distess rather than all of the types listed for a particular rating.*

Sumber: AC No.150/5320-17

Dengan menggunakan parameter diatas dapat diketahui bahwa kondisi perkerasan bandar udara Juanda masuk kedalam kondisi 3 (*fair*). Hal ini ditunjukkan dengan adanya tanda-tanda kerusakan yang terjadi seperti pada kriteria 3 pada sistem parameter rating. Kerusakan yang ditemukan saat inspeksi antara lain:

1. *Moderate Raveling*

   Raveling atau terurainya aspal pada lapis permukaan ditemukan pada hasil inspeksi kerusakan yang dilakukan oleh pihak bandara. Kerusakan ini cenderung sering ditemukan dan beberapa kerusakan dapat dilihat pada gambar 4.2 Untuk gambar kerusakan keseluruhan dapat dilihat pada lembar lampiran.

Gambar 4.1 Contoh Kerusakan Raveling

(Sumber: PT. Angkasa Pura I)

Berikut juga dapat dilihat lokasi-lokasi terjadinya kerusakan. Dari gambar 4.2 dapat terindikasi jika kerusakan ini terjadi dalam skala kerusakan sedang dan

sering terjadi di beberapa tempat sehingga dapat dikategorikan sebagai *moderate raveling*.

Gambar 4.2 Lokasi Raveling
(Sumber: PT. Angkasa Pura I)

2. *Thermal Crack And Joint less than* 50’(1.27 m)

   Kerusakan yang diakibatkan oleh *raveling* akan menampung air di dalamnya. Pengaruh suhu juga akan memberikan dampak perluasan dari bagian yang mengalami *raveling* sehingga menyebabkan *thermal crack* (retak). Pada beberapa titik lokasi *raveling* yang meluas menjadi retakan terdapat retakan yang memiliki jarak hampir kurang dari 1.27 m seperti terlihat dalam gambar 4.3.

Gambar 4.3 Crack Berjarak Kurang dari 1.27 m
(Sumber: PT. Angkasa Pura I)

3. Dibutuhkan Penyegelan atau Penutupan Retakan

   Untuk setiap kerusakan yang tercatat dari inspeksi ini, dilakukan tindakan penyegelan baik dengan *utility cut* dan material pengisi pada hampir semua jenis kerusakan.

4. Terjadi Keretakan Disertai Penurunan Sedalam 2 cm

   Indikasi perkerasan dikatakan memasuki kategori 3 adalah dengan ditemukannya keretakan dengan disertai

penurunan sedalam 2 cm (1”). Kerusakan ini dapat dilihat pada gambar 4.4.

Gambar 4.4 Retak Disertai Penurunan 2cm
(Sumber: PT. Angkasa Pura I)

5. Terjadi Kerusakan Lainnya

Terjadi kerusakan lain seperti *aligator crack* dan kerusakan akibat penyegelan kerusakan sebelumnya tidak sempurna. Dapat dilihat pada gambar 4.5.

Gambar 4.5 Kerusakan pada *Patch* dan *Utility Cut*
(Sumber: PT. Angkasa Pura I)

4.2.6 Perencanaan Penjadwalan Pemeliharaan

Perencanaan jadwal pemeliharaan *runway* oleh pihak bandar udara dilakukan berdasarkan hasil inspeksi baik inspeksi harian, bulanan, dan tahunan. Dari hasil inspeksi harian dan bulanan dapat diidentifikasi gangguan pada *runway* seperti FOD (F*oreign Object Damage*), beberapa kerusakan kecil pada permukaan di beberapa titik, dan kandungan *rubber deposit* pada *runway*. Dari hasil inspeksi tahunan didapatkan kondisi umum *runway*, kerusakan kecil maupun besar yang terjadi, serta dapat ditentukan pula rating dari kondisi *runway*. Dari analisa kerusakan yang dipaparkan pada bab 4 dijelaskan bahwa beberapa kerusaakan memerlukan tindakan pemeliharaan langsung, dan beberapa diantaranya memerlukan tindakan pemeliharaan secara berkala seperti pada kegiatan *rubber deposit removal* dan kegiatan *overlay*

pada *runway*. Untuk menyediakan kualitas *runway* yang aman dan dapat beroperasi secara maksimal perlu dilakukan upaya evaluasi terhadap kegiatan pemeliharaan berkala yang akan dijelaskan pada sub bab berikutnya.

4.2.6.1 Analisis Akumulasi Rubber Deposit

Pada bagian analisis efek pengaruh friksi, telah dijelaskan mengenai *rubber deposit* dan bahaya yang dapat ditimbulkan. Setelah didapatkan data hasil inspeksi dengan menggunakan alat MU meter, kemudian hasil dari pencatatan alat dapat dijadikan dasar untuk melakukan kegiatan *rubber deposit removal*. Dalam pelaksanaannya bandar udara Juanda melakukan kegiatan ini setiap 2 bulan dan hanya pada *area touchdown* (300 m x 12 m). Guna mengoptimalkan kegiatan ini maka diperlukan analisis untuk menentukan jadwal kegiatan *rubber deposit removal* dengan mempertimbangkan laju pertumbuhan pergerakan pesawat. Analisis dilakukan dengan cara berikut ini:

$$Akumulasi = Bj_{karet} : \left(\frac{Rubber\ Deposit\ x\ Jumlah\ Roda}{D_{landing} x L_{landasan}}\right)$$

Ket : - Berat jenis karet ban sebesar 1522 kg/m^3
- *Rubber Deposit* adalah akumulasi gram *rubber* yang tertinggal (700 g)
- $D_{landing}$ adalah panjang area akumulasi (300 m)
- $L_{landasan}$ adalah lebar area pembersihan (12 m)

Dengan persamaan di atas dapat digunakan untuk menghitung akumulasi *rubber deposit* yang tertinggal pada setiap jenis pesawat. Contoh perhitungan digunakan pada pesawat jenis F-27 yang memiliki roda tipe pendaratan *dual wheel* dengan jumlah roda pendaratan 4 buah adalah sebagai berikut:

$$Akumulasi = \frac{1522000g}{m^3} : \left(\frac{700g\ x\ 4}{300m\ x\ 12m}\right)$$

$$Akumulasi = 0.000511\ mm$$

Dengan perhitungan diatas didapatkan bahwa setiap pesawat F-27 yang mendarat di bandara Juanda meninggalkan akumulasi *rubber deposit* 0.000511 mm. Maka dilakukan perhitungan untuk semua jenis pesawat yang beroperasi di bandara udara Juanda. Hasil perhitungan untuk akumulasi yang ditinggalkan masing-masing pesawat yang beroperasi dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Akumulasi *Rubber Deposit* Pesawat Pengguna Bandara Juanda

No	Jenis Pesawat	*Landing Gear Type*	Jumlah Ban	Perhitungan *Rubber Deposit*
1	F27	Dual Wheel	4	0.000511
2	F28	Dual Wheel	4	0.000511
3	F-50	Dual Wheel	4	0.000511
4	F100	Dual Wheel	4	0.000511
5	A313	Dual Tandem	8	0.001022
6	A319	Dual Tandem	4	0.000511
7	A319-100	Dual Tandem	4	0.000511
8	A320	Dual Wheel	4	0.000511
9	A322	Dual Tandem	4	0.000511
10	A330	Dual Tandem	8	0.001022
11	A332	Dual Tandem	8	0.001022
12	A333	Dual Tandem	8	0.001022
13	A343	Dual Tandem	8	0.001022
14	ATR-42	Dual Wheel	4	0.000511
15	B722	Dual Tandem	8	0.001022
16	B727	Dual Wheel	4	0.000511
17	B732	Dual Wheel	4	0.000511
18	B733	Dual Wheel	4	0.000511
19	B734	Dual Wheel	4	0.000511
20	B735	Dual Wheel	4	0.000511

Tabel 4. 14 Lanjutan

No	Jenis Pesawat	*Landing Gear Type*	Jumlah Ban	Perhitungan *Rubber Deposit*
21	B737	Dual Wheel	4	0.000511
22	B738	Dual Wheel	4	0.000511
23	B739	Dual Wheel	4	0.000511
24	B742	Double Dual Tandem	16	0.002044
25	B743	Double Dual Tandem	16	0.002044
26	B747	Double Dual Tandem	16	0.002044
27	B748	Double Dual Tandem	16	0.002044
28	B763	Dual Tandem	8	0.001022
29	B767	Dual Tandem	8	0.001022
30	B772	Triple Dual Tandem	12	0.001533
31	B773	Triple Dual Tandem	12	0.001533
32	B777	Triple Dual Tandem	12	0.001533
33	BAE46	Dual Wheel	4	0.000511
34	CRJ	Dual Wheel	4	0.000511
35	DC9	Dual Wheel	4	0.000511
36	FK100	Single Wheel	2	0.000256
37	MA-60	Dual Wheel	4	0.000511
38	MD80	Dual Wheel	4	0.000511
39	MD82	Dual Wheel	4	0.000511
40	MD83	Dual Wheel	4	0.000511
41	MD90	Dual Wheel	4	0.000511
42	MD92	Dual Wheel	4	0.000511

Dari hasil *rubber deposit* yang ditinggalkan tiap-tiap pesawat, kemudian hasil dikalikan dengan *annual departure* tiap pesawat dan akan menghasilkan *rubber deposit* yang tertinggal untuk satu tahun. Hasil perkalian dengan *annual departure* setiap pesawat dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Akumulasi *Rubber Deposit* Pesawat Tahunan

No	Jenis Pesawat	Akumulasi *Rubber* Per Pesawat (mm)	Akumulasi *Rubber* Tahunan (mm)
1	F27	0,000511	0,063878
2	F28	0,000511	0,753750
3	F-50	0,000511	0,053146
4	F100	0,000511	0,391444
5	A313	0,001022	0,016353
6	A319	0,000511	2,946562
7	A319-100	0,000511	0,314279
8	A320	0,000511	4,592057
9	A322	0,000511	0,784421
10	A330	0,001022	0,571324
11	A332	0,001022	0,283107
12	A333	0,001022	0,485472
13	A343	0,001022	0,016353
14	ATR-42	0,000511	2,228574
15	B722	0,001022	0,239159
16	B727	0,000511	0,003577
17	B732	0,000511	6,889108
18	B733	0,000511	4,929333
19	B734	0,000511	4,255293
20	B735	0,000511	1,146226
21	B737	0,000511	11,291064
22	B738	0,000511	3,068696
23	B739	0,000511	4,727478
24	B742	0,002044	0,012265
25	B743	0,002044	0,392466
26	B747	0,002044	1,943933

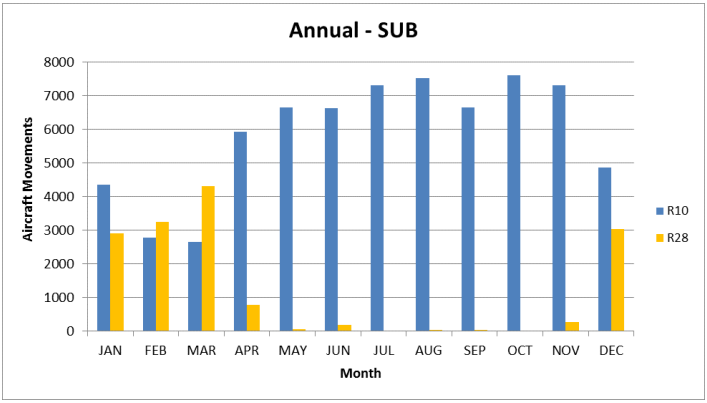
Tabel 4. 15 Lanjutan

No	Jenis Pesawat	Akumulasi *Rubber* Per Pesawat (mm)	Akumulasi *Rubber* Tahunan (mm)
27	B748	0,002044	0,034750
28	B763	0,001022	0,005110
29	B767	0,001022	0,019419
30	B772	0,001533	0,340302
31	B773	0,001533	0,122646
32	B777	0,001533	0,075120
33	BAE46	0,000511	0,006643
34	CRJ	0,000511	0,687327
35	DC9	0,000511	0,001533
36	FK100	0,000256	0,084830
37	MA-60	0,000511	0,222806
38	MD80	0,000511	0,285662
39	MD82	0,000511	3,874580
40	MD83	0,000511	0,264199
41	MD90	0,000511	0,412907
42	MD92	0,000511	0,023507

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan total *rubber deposit* yang terakumulasi selama satu tahun adalah 58.86 mm.

4.2.6.2 Analisis Distribusi Penyebaran Rubber Deposit

Bandar udara Juanda memliki 2 area *touchdown* yang dipergunakan sepanjang tahun. Dengan perhitungan hasil total akumulasi *rubber deposit* tersebut, diperlukan analisa distribusi penggunaan dari dua area *touchdown* tersebut agar didapatkan hasil akurat untuk akumulasi *rubber deposit* pada setiap area *touchdown.* Distribusi penggunaan *runway* dapat dilihat pada lembar lampiran dan hasil grafik pendistribusian dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Distribusi Penggunaan Area *Touchdown Selama Satu Tahun*

(Sumber: PT. Angkasa Pura I)

Dari data dan tabel grafik diatas didapatkan distribusi penggunaan *runway* pada R10 sebesar 83% dan untuk R28 sebesar 17%. Sehingga, akumulasi *rubber deposit* per tahun pada masing-masing area *touchdown* sebesar 48.854 mm pada R10 dan 10.006 mm pada R28.

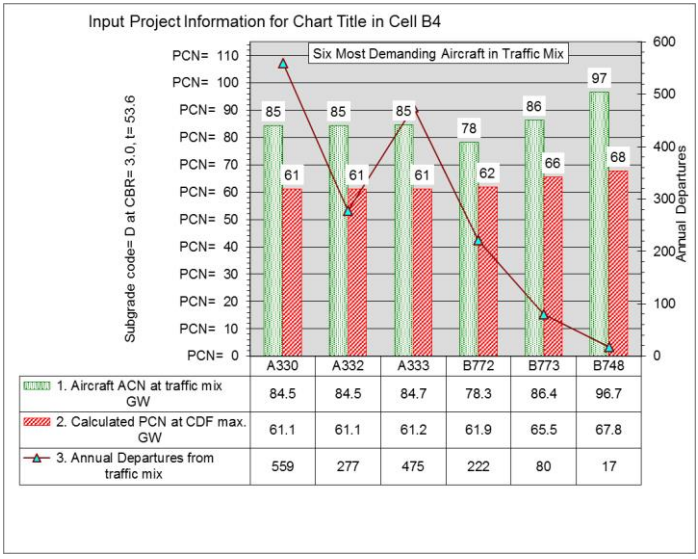
4.2.6.3 Perencanaan Jadwal Rubber Deposit Removal

Dengan didapatkannya nilai *rubber deposit* selama periode waktu satu tahun, dapat direncanakan jadwal kegiatan *rubber deposit removal*. Berdasarkan KP no 94 tahun 2015 jika pembersihan *rubber deposit* mampu menghilangkan 3.2–4.8 mm endapan karet secara efektif, maka diambil contoh perhitungan setiap kali pembersihan mampu membersihkan 4.8 mm endapan karet. Dengan nilai 48.854 mm pada R10, membutuhkan 10 kali kegiatan selama setahun yang dilakukan setiap 1 bulan sekali. Untuk kegiatan *rubber deposit removal* pada R28 dengan nilai akumulasi sebesar 10.006 mm dengan cara perhitungan yang sama, maka membutuhkan 2 kali kegiatan *rubber deposit removal* dalam satu tahun.

4.2.6.4 Analisis Kekuatan Perkerasan Runway

Analisis kekuatan perkerasan *runway* dilakukan dengan menggunakan program bantu COMFAA dengan memasukkan data eksisting *runway* yang didapatkan dari PT. Angkasa Pura I. Pada data eksisting *runway* dibagi kedalam beberapa segmen yang tiap segmennya akan dilakukan pengecekan kekuatan perkerasan terhadap pesawat pengguna *runway*. *Output* dari program tersebut berupa grafik antara nilai ACN dan PCN. Seperti dijelaskan pada sub bab sebelumnya, jika nilai ACN pesawat lebih tinggi dari nilai PCN perkerasan, maka perlu diadakannya pemeliharaan agar dapat meningkatkan nilai kekuatan perkerasan dengan cara *overlay*.

Contoh *output* hasil *running* program pada segmen perkerasan terburuk dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.7 *Output* COMFAA pada Segmen 5
(Sumber: COMFAA*)*

Dari grafik diatas diketahui bahwa kekuatan perkerasan (nilai PCN) pada segmen 5 hanya 68. Untuk membandingkan

dengan segmen lainnya, data rekapitulasi *output* program dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4. 16 Rekapitulasi *Output* COMFAA

Segmentasi			Ketebalan		ACN	PCN
Segmen	STA	Panjang	Eksisting	Ekuivalen	B-777	COMFAA
1	0+300	300	1219	1505.8	129	86
2	0+300 - 0+564	264	1219	1505.8	129	86
3	0+564 - 0+820	256	1219	1505.8	129	86
4	0+820 - 1+100	280	1209	1489.8	129	84
5	1+100 - 1+445.34	345.34	1129	1361.8	129	68
6	1+445.34 - 1+700	254.66	1209	1489.8	129	84
7	1+700 - 2+178	478	1289	1617.8	129	103
8	2+178 - 2+564	386	1299	1633.8	129	104
9	2+564 - 2+700	136	1299	1633.8	129	104
10	2+700 - 3+000	300	1219	1505.8	129	86

Sumber: COMFAA

Dari rekapitulasi diatas, hasil *output* COMFAA dibandingkan dengan nilai ACN pesawat jenis Boeing 777 yang telah beroperasi di bandar udara Juanda menunjukkan bahwa nilai PCN yang tersedia masih belum cukup baik. Namun, karena pertumbuhan pergerakan pesawat B777 di bandara Juanda masih terlalu kecil, maka hasil PCN tersebut masih cukup untuk melayani kebutuhan penerbangan. Dari *output* COMFAA menunjukkan bahwa beberapa segmen masih memiliki nilai PCN yang lebih besar daripada nilai ACN untuk pesawat dengan *demand* tinggi di bandara Juanda. Hasil dari output COMFAA pada semua segmen dapat dilihat pada lembar lampiran.

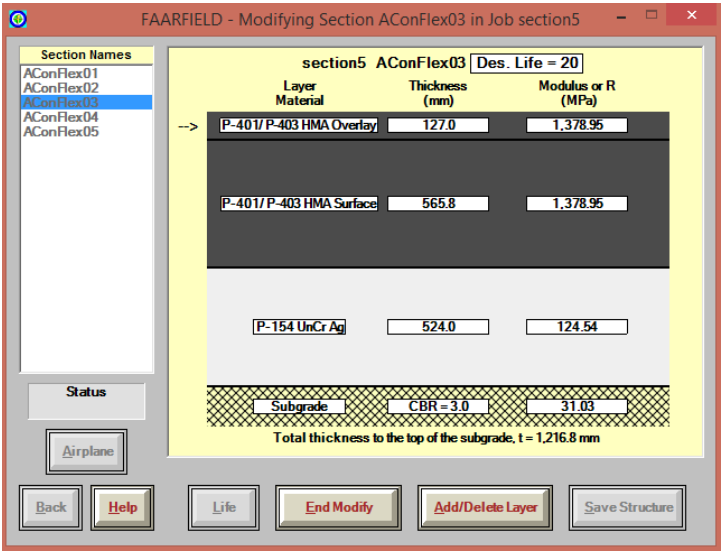
Dikarenakan ada beberapa segmen yang masih memliki nilai PCN rendah, maka dilakukan usaha pemeliharaan berupa tindakan *overlay*. Pemeliharaan *overlay* yang dilakukan difokuskan untuk menaikkan nilai PCN serta meratakan permukaan perkerasan *runway*.

4.2.6.5 Perencanaan Kebutuhan Tebal Overlay

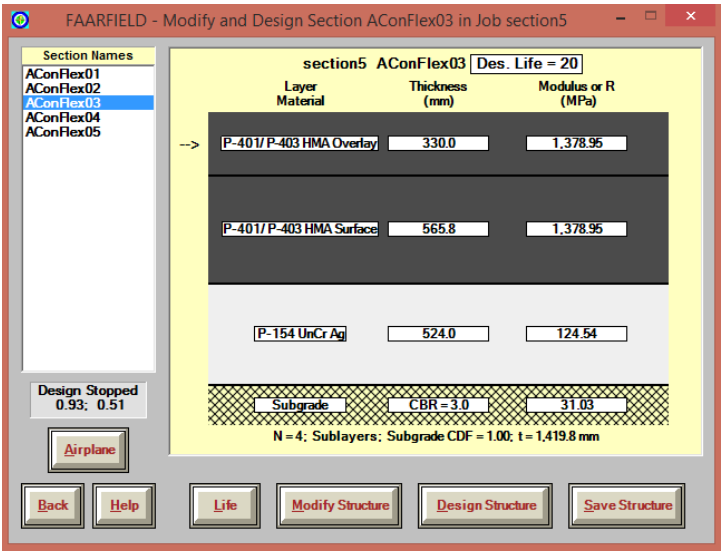
Setelah dilakukan pengecekan kekuatan dengan program COMFAA dan diperlukan adanya *overlay*, maka perlu

direncanakan berapa tebal lapisan perkerasan tambahan yang diperlukan. Perencanaan serta penentuan kebutuhan tebal perkerasan dilakukan dengan bantuan program bantu FAARFIELD. Dengan memasukkan *input* berupa data karakteristik jenis pesawat yang beroperasi, keberangkatan tahunan, persentase pertumbuhan pada keberangkatan tahunan, serta data eksisting perkerasan *runway* maka akan didapatkan output berupa kebutuhan tebal yang diperlukan. Kebutuhan tebal tersebut dikurangkan dengan data eksisting untuk tebal perkerasan maka akan didapat kebutuhan penambahan tebal yang diperlukan.

Output dari program dapat dilihat pada gambar berikut. Gambar 4.8 merupakan gambar dari tebal eksisting struktur perkerasan runway dan gambar 4.9 merupakan tebal struktur perkerasan yang direncanakan dari *running program*.



Gambar 4.8 Tebal Eksisting Perkerasan *Runway*
(Sumber: FAARFIELD)



Gambar 4.9 *Output* Tebal Perkerasan Rencana
(Sumber: FAARFIELD)

Pada gambar diatas dilakukan percobaan perencanaan kebutuhan penambahan tebal lapisan perkerasan pada segmen 5. Didapatkan hasil yaitu segmen 5 memerlukan tebal lapisan penambahan sebesar 203 mm atau 20.3 cm. Kebutuhan penambahan tebal perkerasan pada *section* lainnya dapat dilhat pada tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Rekapitulasi *Output* FAARFIELD

Segmentasi			Ketebalan Lapisan Permukaan (mm)		Kebutuhan
Segmen	STA	Panjang	Eksisting	Output	Tebal (cm)
1	0+300	300	127	227.2	10.02
2	0+300 - 0+564	264	127	227.2	10.02
3	0+564 - 0+820	256	127	227.2	10.02
4	0+820 - 1+100	280	127	238.6	11.16
5	1+100 - 1+445.34	345.34	127	330	20.3
6	1+445.34 - 1+700	254.66	127	238.6	11.16

Tabel 4. 17 Lanjutan

7	1+700 - 2+178	478	127	147.2	2.02
8	2+178 - 2+564	386	127	135.6	0.86
9	2+564 - 2+700	136	127	135.6	0.86
10	2+700 - 3+000	300	127	227.2	10.02

Dari tabel diatas diketahui bahwa pada segmen 5 memerlukan penambahan tebal yang signifikan. Namun, pada beberapa segmen perkerasan lain telah memenuhi standard kebutuhan tebal yang diperlukan. Untuk upaya pemeliharaan pada kegiatan *overlay* yang dilakukan pada 2012, direncanakan penambahan tebal perkerasan sesuai dengan tebal tertinggi pada lapisan permukaan eksisting (pemerataan). Pemerataan sesuai dengan lapisan tertinggi ini diperlukan juga untuk menyediakan *runway* yang rata dan aman untuk kegiatan operasional. Sehingga kebutuhan tebal lapisan penambahan dapat dilihat pada tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Kebutuhan Penambahan Tebal Untuk Perataan

Segmentasi			Ketebalan (mm)			Ketebalan
Segmen	STA	Panjang	Eksisting	Rencana	Kebutuhan	(cm)
1	0+300	300	1219	1299	80	8
2	0+300 - 0+564	264	1219	1299	80	8
3	0+564 - 0+820	256	1219	1299	80	8
4	0+820 - 1+100	280	1209	1299	90	9
5	1+100 - 1+445.34	345.34	1129	1299	170	17
6	1+445.34 - 1+700	254.66	1209	1299	90	9
7	1+700 - 2+178	478	1289	1299	10	1
8	2+178 - 2+564	386	1299	1299	0	0
9	2+564 - 2+700	136	1299	1299	0	0
10	2+700 - 3+000	300	1219	1299	80	8

Setelah diketahui kebutuhan penambahan tebal lapisan perkerasan, maka perlu dilakukan pengecekan terhadap tebal pada semua segmen agar kegiatan *overlay* mampu menyediakan permukaan *runway* sesuai standard. Standarisasi kemiringan

memanjang yang telah ditetapkan dalam SKEP 77-VI-2005 menyebutkan jika kemiringan memanjang *runway* maksimal ≤ 2%.

Dengan adanya usaha pemerataan berupa *overlay* tersebut diharapkan mampu menambah usia perkerasan hingga pada usia yang telah direncanakan.

4.2.6.6 Perencanaan Jadwal Kegiatan Overlay

Pada data yang diterima dari pihak bandar udara Juanda diketahui bahwa hingga tahun 2012 kegiatan *overlay* dilakukan setiap 10 tahun. Dengan adanya pertumbuhan pergerakan yang cukup signifikan, maka dari pihak bandar udara Juanda akan melakukan kegiatan *overlay* pada 2017 sebagai bentuk pemeliharaan untuk memastikan tercapainya umur rencana. Dari data eksisting yang diterima untuk sisa umur layanan yang mampu dilakukan oleh perkerasan, pada segmen 5 hanya tersisa 2 tahun masa layan. Sisa umur masa layan setiap segmen pada tahun 2014 dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Sisa Usia Masa Layan Perkerasan Eksisting

Segmentasi			Umur Sisa
Segmen	STA	Panjang	(Tahun)
1	0+300	300	6
2	0+300 - 0+564	264	6
3	0+564 - 0+820	256	6
4	0+820 - 1+100	280	5
5	1+100 - 1+445.34	345.34	2
6	1+445.34 - 1+700	254.66	5
7	1+700 - 2+178	478	16
8	2+178 - 2+564	386	18
9	2+564 - 2+700	136	18
10	2+700 - 3+000	300	6

Sumber: PT. Angkasa Pura

Data sisa usia masa layan yang diterima adalah pada tahun 2014 sehingga perencanaan usia rencana dari *overlay* pada 2012 adalah 20 tahun, jika pada 2017 dilakukan *overlay* dengan melakukan perataan pada semua segmen maka usia layan dapat ditingkatkan sehingga jadwal pemeliharaan *runway* didapatkan setiap 5 tahun sekali untuk membantu mencapai usia rencana.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa perencanaan tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Pertumbuhan pergerakan pesawat total rata-rata per tahun sebesar 6.93%. Untuk penerbangan domestik mengalami pertumbuhan pergerakan pesawat rata-rata 7.33% dan 4.14% pada penerbangan internasional.
2. Kondisi perkerasan *runway* di bandar udara Juanda pada sistem peratingan berdasarkan pengamatan visual, masuk dalam kategori rating 3 (*fair*) dimana dalam rating ini diperlukan tindakan pemeliharaan berupa *overlay*.
3. Pemeliharaan untuk *runway* dilakukan dengan perataan berupa *overlay* dengan ketebalan menyesuaikan dengan tebal perkerasan tertinggi yaitu 1299 mm. Hal ini dapat membantu meningkatkan usia layan khususnya pada segmen 5.
4. Jadwal untuk pemeliharaan *runway* direncanakan setiap 20 tahun usia rencana dengan masa pemeliharaan *runway* setiap 5 tahun sekali.
5. Jadwal pemeliharaan yang dilakukan pihak bandar udara Juanda untuk kegiatan *rubber deposit removal* sebaiknya dilakukan setiap 1 bulan pada area *touchdown runway* R10 dan 6 bulan sekali pada area *touchdown* R28.

5.2 Saran

Beberapa saran yang mungkin dapat dilaksanakan untuk membantu kegiatan pemeliharaan pada perkerasan antara lain:

1. Perlu dilakukan pengecekan dan evaluasi intensif terhadap pertumbuhan pergerakan pesawat karena seiring bertambahnya tahun, *demand* atau peminat pengguna

transportasi udara akan meningkat dan lebih sering dibutuhkan.

2. Perlu dilakukannya pengecekan terhadap kondisi perkerasan *runway* setiap 1 tahun sekali untuk mengantisipasi tidak sesuainya kondisi lapangan dengan rencana.
3. Dalam melakukan pemeliharaan *rubber deposit removal* dengan menggunakan bahan kimia, perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang efektivitas dan tentang resiko yang mungkin ditimbulkan jika agregrat diberi perilaku pembersihan *rubber deposit* dengan cara tersebut. Dikhawatirkan dengan pembersihan tersebut mengakibatkan *runway* akan lebih cepat kehilangan kekesatannya.
4. Dalam melakukan perbaikan seperti *overlay* yang membutuhkan persetujuan dana dan urusan birokrasi lainnya, hendaknya sebelum dilakukan penanganan diadakan pengecekan kembali agar pihak bandar udara mengetahui pasti bahwa kerusakan dan kondisi perkerasan *runway* memiliki kondisi yang sama dengan saat dilakukannya pengecekan dahulu.

DAFTAR PUSTAKA

Airport Cooperative Research Program Direktorat Jenderal Perhubungan. 2005. *Tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara, Pub. L. No. SKEP 77-VI-2005*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan.

ASHFORD, N. J., MUMAYIZ, S. A., & WRIGHT, P. H. 2011. *AIRPORT ENGINEERING*. NEW JERSEY: HOBOKEN.

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

Basuki, H. 1986. *Merancang, Merencana Lapangan Terbang.* Bandung: Penerbit Alumni.

Consultancy, J. 2010. *Airport Passenger Terminal Planning and Design*. Burlingame, CA.

DIREKTUR, J. P. (2015, 03 13). *Pedoman Program Pemeliharan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara.* JAKARTA: Direktorat Jenderal Perhubungan Udara.

Federal Aviation Administration. 2014. *Advisory Circular 150/5380-6C, Guidelines and Procedures for Maintenance of Airport Pavements.* US Department of Transportation. Washington, D.C.

Federal Aviation Administration. 2014. *Advisory Circular 150/5380-7B, Airport Pavement Management Program (PMP).* US Department of Transportation. Washington, D.C.

Federal Aviation Administration. 2004. *Advisory Circular 150/5320-17, Airfield Pavement Surface Evaluation and Rating Manuals*. US Department of Transportation. Washington, D.C.

Federal Aviation Administration. 1997. *Advisory Circular 150/5320-12C, Measurement, Construction, and Maintenence of Skid Resistant Airport Pavement Surfaces*. US Department of Transportation. Washington, D.C.

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

Speidel, D. J. (2002, Februari 2). Speidel Construction, Inc. Retrieved from Federal Aviation Adminstration Website: http://www.airtech.tc.faa.gov/naptf/att07/2002%20TRACK%20S.pdf/S5.pdf

BIOGRAFI

Freedy Kristiawan lahir pada tanggal 23 Oktober 1994 di Surabaya. Sebelum menjadi mahasiswa Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember sejak 2015 hingga sekarang, penulis menempuh pendidikan di SMPN 3 Surabaya pada tahun 2006 sampai 2009 dan SMAN 2 Surabaya pada tahun 2009 sampai 2012 kemudian penulis menempuh pendidikan Diploma 3 Teknik Sipil ITS Surabaya pada tahun 2012 sampai 2015. Selama duduk di bangku perkuliahan penulis tidak hanya memenuhi kegiatan akademik saja, tetapi juga menekuni kegiatan non akademik dalam cabang olahraga yaitu voli, badminton dan *e-sports*. Dengan ketekunan dan motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "**Evaluasi Kesesuaian Jadwal Pemeliharaan Runway dengan Pertumbuhan Pergerakan Pesawat di Bandar Udara Juanda**".

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

DATA PERGERAKAN PESAWAT 2010

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	356	356	712	3470	3470	6940	344	7996
Feb	319	319	638	3321	3321	6642	348	7628
Mar	346	346	692	3880.5	3880.5	7761	214	8667
Apr	331	331	662	3748	3748	7496	116	8274
Mei	344	339	683	3959	3959	7918	334	8935
Jun	338	333	671	3793	3781	7574	218	8463
Jul	367	366	733	3776	3777	7553	312	8598
Agust	362	361	723	3533	3533	7066	264	8053
Sep	384	384	768	3765	3765	7530	288	8586
Okt	411	400	811	3886	3900	7786	178	8775
Nop	463	463	926	3737	3737	7474	258	8658
Des	509	510	1019	4044	4043	8087	448	9554
T O T A L	4530	4508	9038	44912.5	44914.5	89827	3322	102187

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DATA PERGERAKAN PESAWAT 2011

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	436	435	871	4080	4079	8159	302	9332
Feb	398	391	789	3771	3773	7544	266	8599
Mar	422	422	844	4040	4040	8080	397	9321
Apr	412	412	824	3840	3840	7680	244	8748
Mei	396	396	792	4062	4062	8124	364	9280
Jun	387	387	774	4108	4108	8216	512	9502
Jul	406	406	812	4411	4411	8822	422	10056
Agust	436	437	873	3944.5	3945	7889.5	528	9290.5
Sep	428	428	856	4453	4453	8906	312	10074
Okt	510	509	1019	4487	4486	8973	634	10626
Nop	465	465	930	4802	4802	9604	442	10976
Des	466	466	932	4825	4821	9646	382	10960
T O T A L	5162	5154	10316	50823.5	50820	101643.5	4805	116764.5

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DATA PERGERAKAN PESAWAT 2012

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	411	411	822	4668	4668	9336	318	10476
Feb	382	381	763	4387	4387	8774	256	9793
Mar	427	427	854	4831	4831	9662	496	11012
Apr	395	395	790	4706	4706	9412	142	10344
Mei	403	403	806	4842	4842	9684	184	10674
Jun	403	403	806	4993	4993	9986	372	11164
Jul	401	402	803	4952	4953	9905	416	11124
Agust	452	452	904	5336	5336	10672	252	11828
Sep	449	449	898	5267	5267	10534	204	11636
Okt	500	500	1000	5291.5	5292.5	10584	694	12278
Nop	536	536	1072	5227	5228	10455	488	12015
Des	467	467	934	5541	5541	11082	464	12480
T O T A L	5226	5226	10452	60041.5	60044.5	120086	4286	134824

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DATA PERGERAKAN PESAWAT 2013

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	516	516	1032	5384	5386	10770	542	12344
Feb	454	454	908	4342	4342	8684	436	10028
Mar	499	498	997	5012	5012	10024	332	11353
Apr	480	480	960	4942	4943	9885	558	11403
Mei	500	500	1000	5344	5344	10688	279	11967
Jun	546	546	1092	5227	5228	10455	386	11933
Jul	602	602	1204	4566	4566	9132	657	10993
Agust	659	659	1318	5408	5408	10816	278	12412
Sep	656	653	1309	4927	4928	9855	298	11462
Okt	783	785	1568	5143	5145	10288	324	12180
Nop	678	675	1353	5054	5063	10117	148	11618
Des	722	720	1442	5205	5210	10415	148	12005
T O T A L	7095	7088	14183	60554	60575	121129	4386	139698

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DATA PERGERAKAN PESAWAT 2014

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	675	673	1348	5092	5095	10187	288	11823
Feb	501	504	1005	3971	3974	7945	228	9178
Mar	565	563	1128	4651	4641	9292	484	10904
Apr	526	522	1048	4377	4379	8756	401	10205
Mei	536	531	1067	4946	4940	9886	282	11235
Jun	509	505	1014	4908	4905	9813	423	11250
Jul	513	507	1020	4697	4709	9406	431	10857
Agust	505	498	1003	5394	5402	10796	313	12112
Sep	531	533	1064	5177	5170	10347	990	12401
Okt	544	542	1086	5258	5266	10524	336	11946
Nop	492	491	983	5093	5091	10184	460	11627
Des	512	518	1030	5638	5638	11276	351	12657
T O T A L	6409	6387	12796	59202	59210	118412	4987	136195

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DATA PERGERAKAN PESAWAT 2015

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	492	493	985	4966	4960	9926	425	11336
Feb	423	421	844	4225	4234	8459	370	9673
Mar	486	481	967	4713	4715	9428	258	10653
Apr	499	501	1000	4835	4840	9675	408	11083
Mei	502	503	1005	5263	5266	10529	322	11856
Jun	479	476	955	4955	4965	9920	15	10890
Jul	513	503	1016	5519	5541	11060	12	12088
Agust	553	548	1101	5496	5509	11005	17	12123
Sep	560	560	1120	4946	4961	9907	20	11047
Okt	582	587	1169	5232	5230	10462	22	11653
Nop	501	493	994	5251	5256	10507	23	11524
Des	519	523	1042	6011	6022	12033	50	13125
T O T A L	6109	6089	12198	61412	61499	122911	1942	137051

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

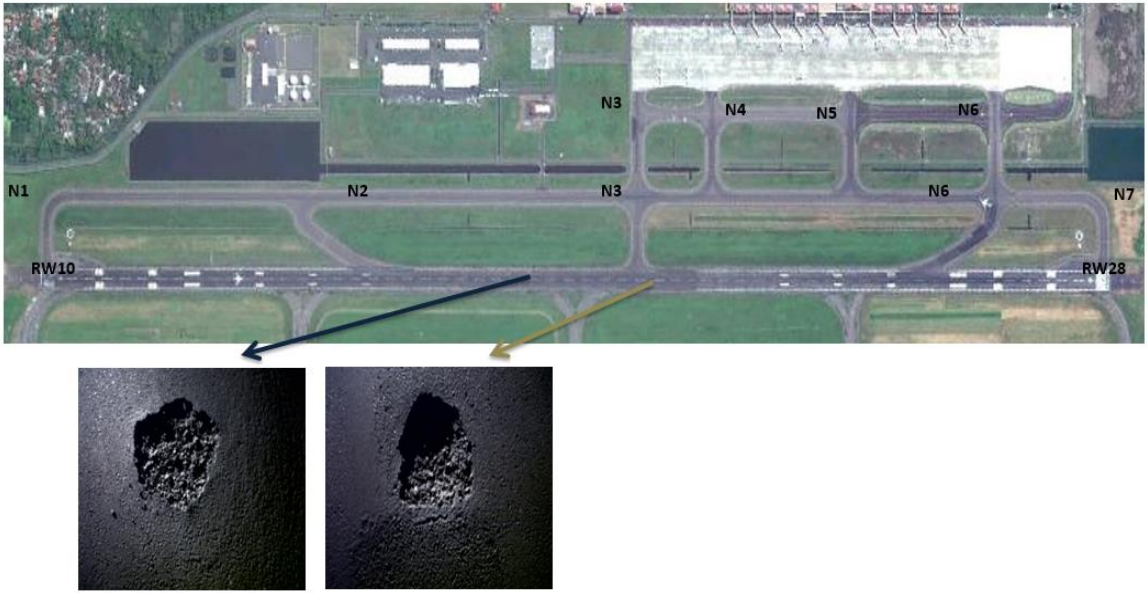
DATA PERGERAKAN PESAWAT 2016

BULAN	INTERNASIONAL		SUBTOT	DOMESTIK		SUBTOT	LOKAL	TOTAL
	DTG	BRK	INT	DTG	BRK	DOM		
Jan	525	522	1047	5905	5914	11819	24	12890
Feb	508	504	1012	5250	5257	10507	32	11551
Mar	542	543	1085	5789	5793	11582	33	12700
Apr	508	516	1024	5506	5502	11008	45	12077
Mei	555	547	1102	5801	5815	11616	24	12742
Jun	493	496	989	5362	5356	10718	50	11757
Jul	509	504	1013	6332	6343	12675	24	13712
Agust	526	530	1056	5710	5714	11424	16	12496
Sep	501	497	998	5488	5501	10989	17	12004
Okt	504	497	1001	5647	5652	11299	29	12329
Nop	451	455	906	5419	5421	10840	27	11773
Des	518	514	1032	5750	5761	11511	28	12571
T O T A L	6140	6125	12265	67959	68029	135988	349	148602

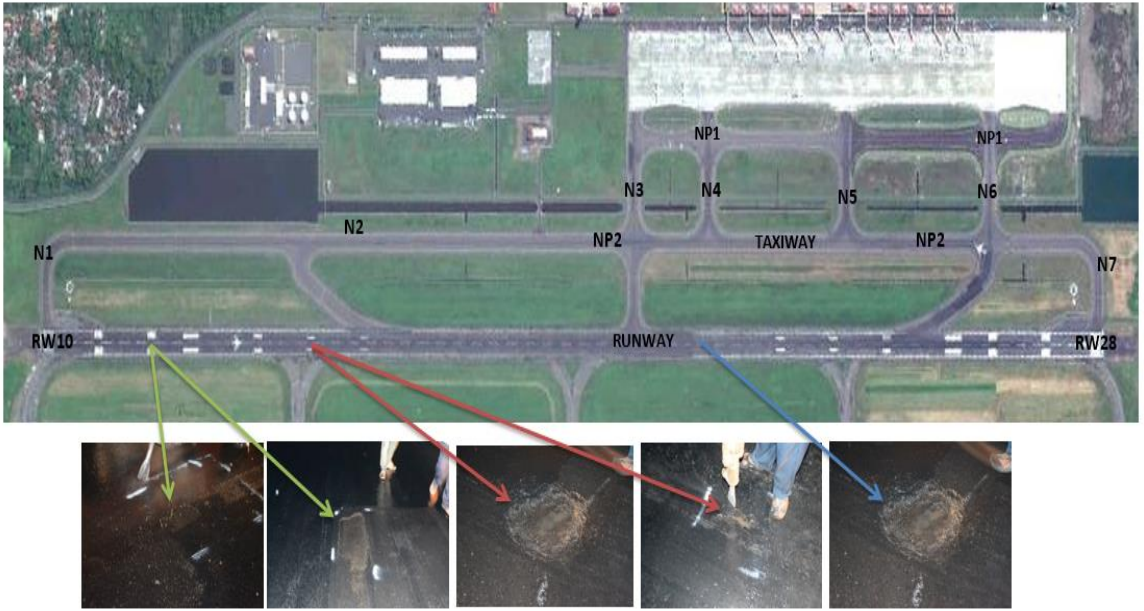
Sumber: P.T. Angkasa Pura I

HASIL INSPEKSI KERUSAKAN RUNWAY BANDARA UDARA JUANDA

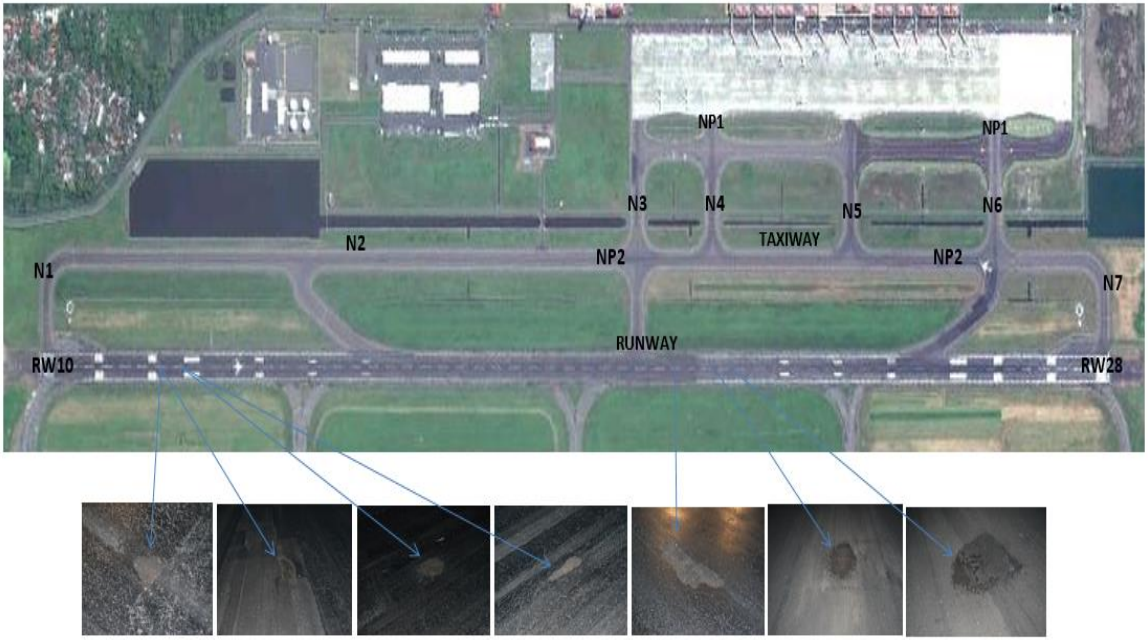
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 04 Februari 2014)
Terjadi kerusakan di STA 2+200, aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



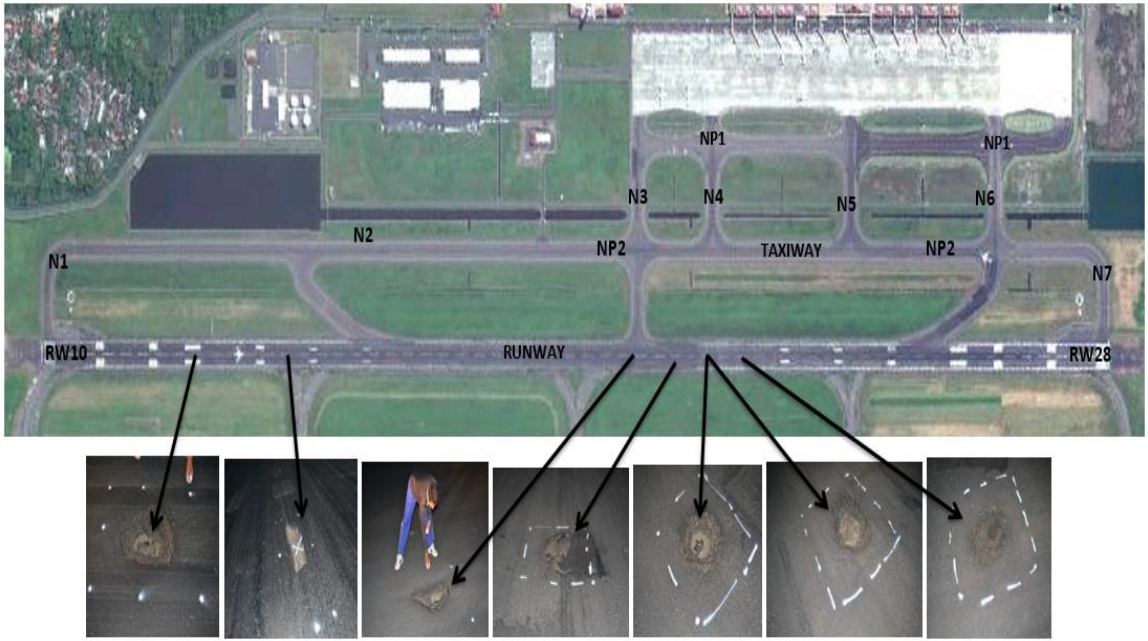
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 05 Februari 2014)
Terdapat 2 lubang di Runway STA 1+500 ukuran 20cm x 20cm sedalam 1cm & STA 1+700 ukuran 40cm x 20cm
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



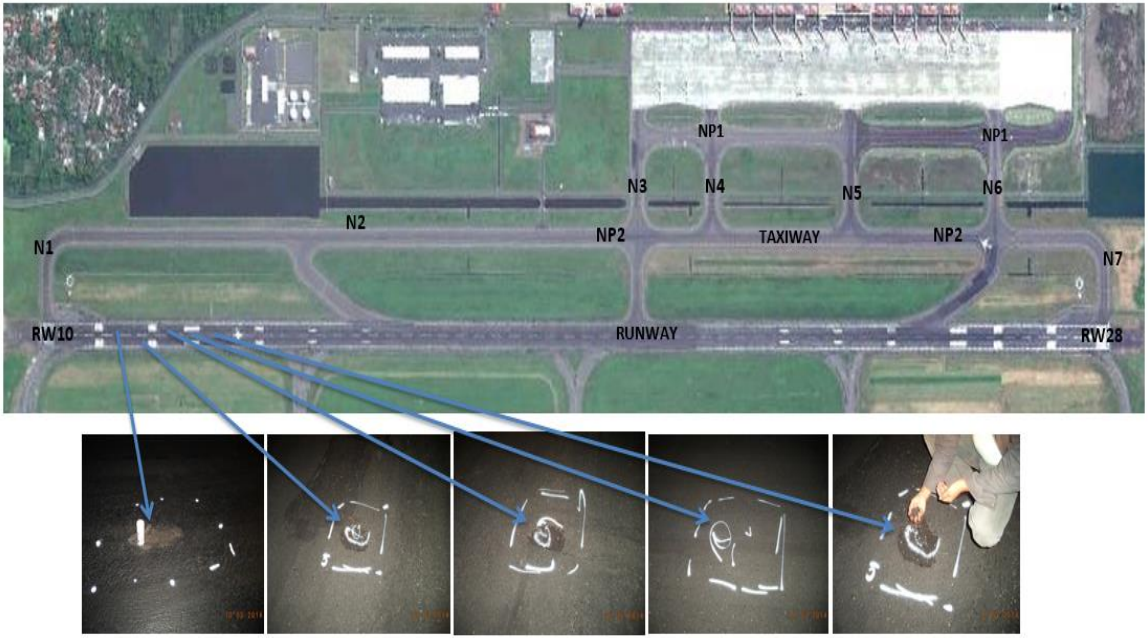
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 27 Februari 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



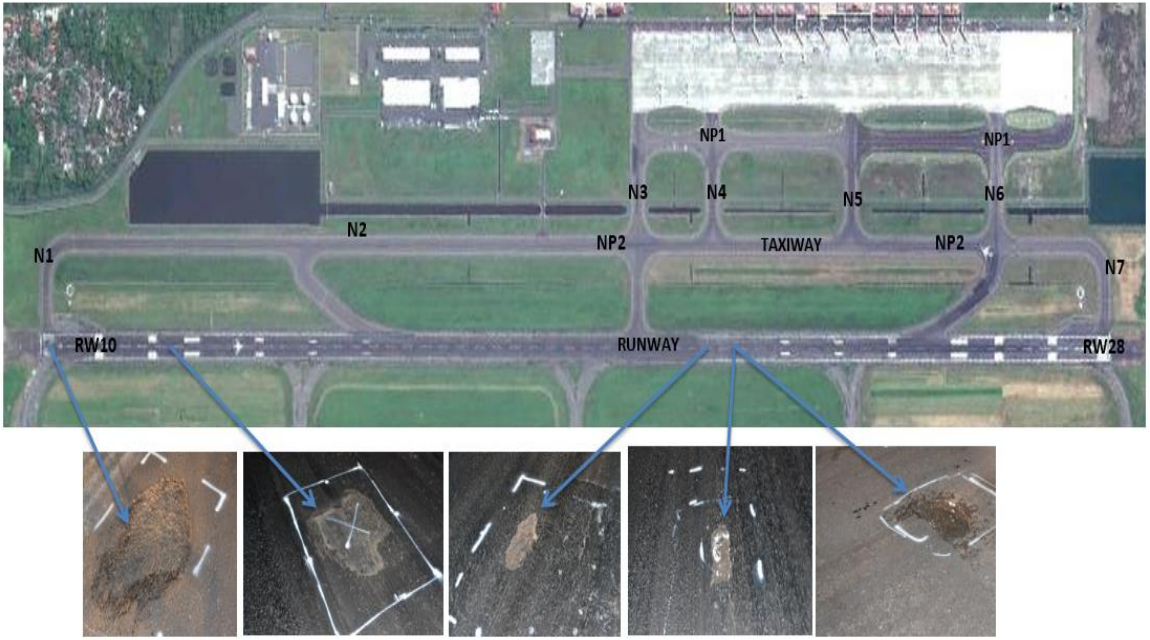
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 05 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



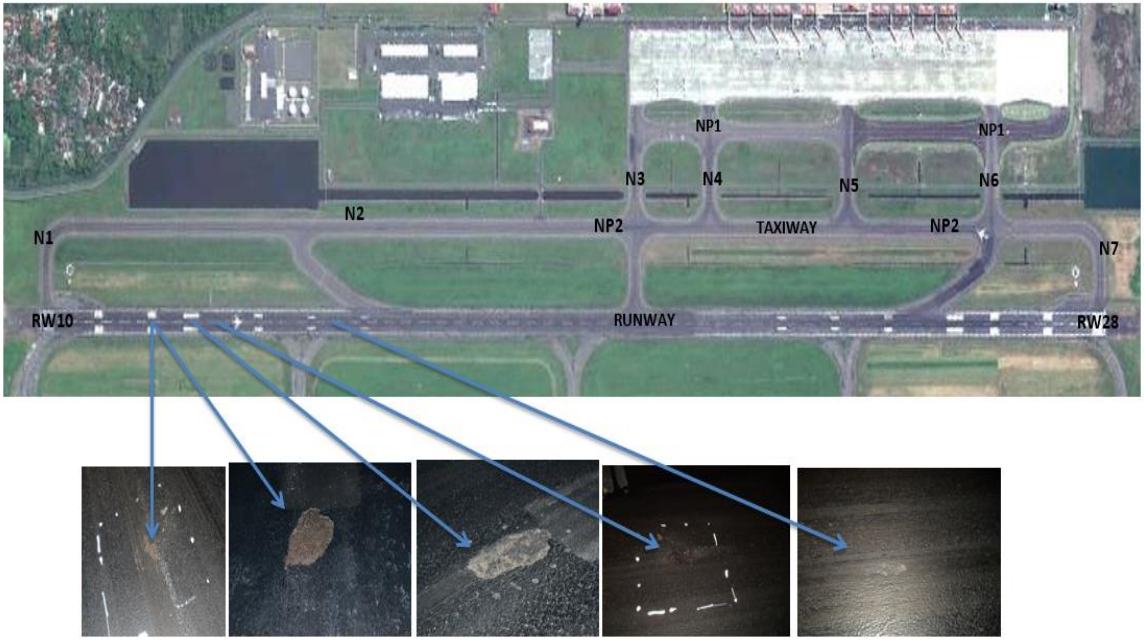
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 06 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



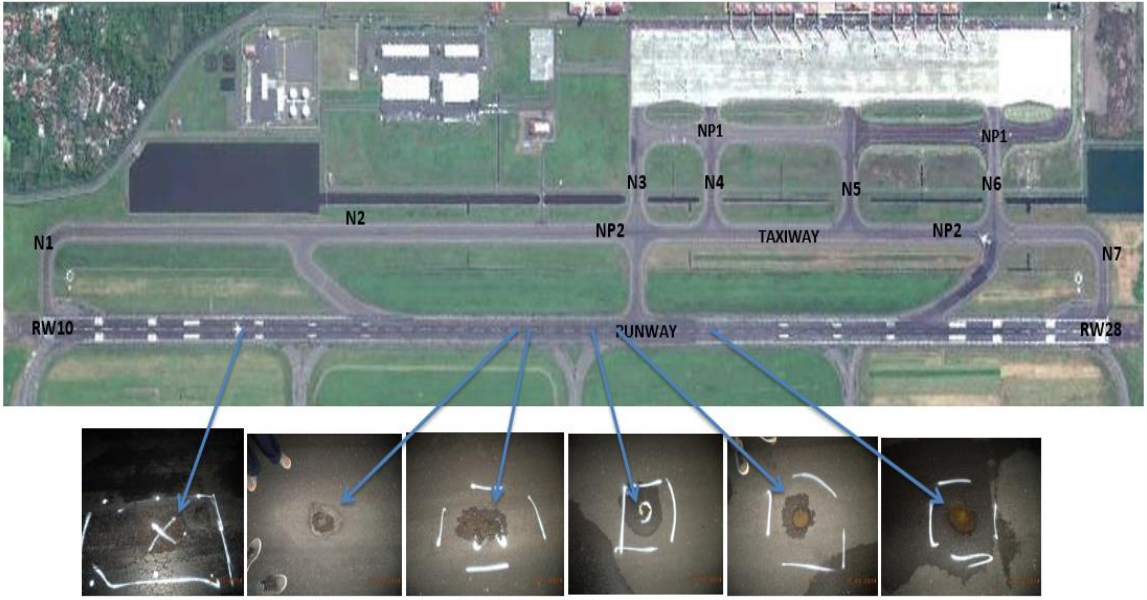
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 09 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



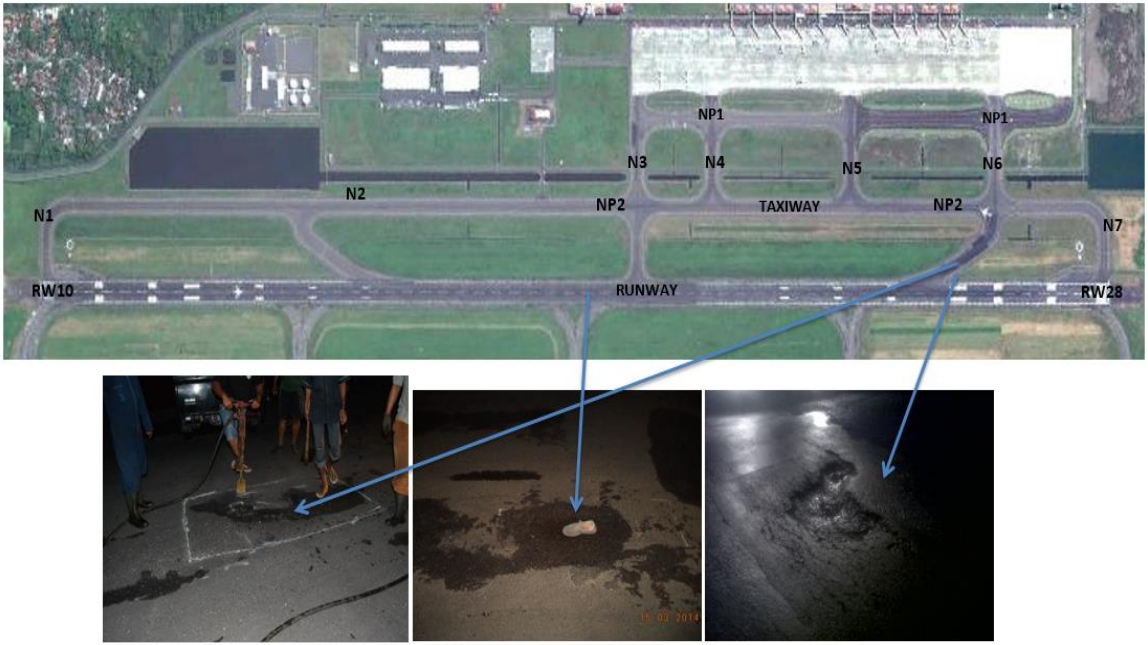
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 10 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, erosi, dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



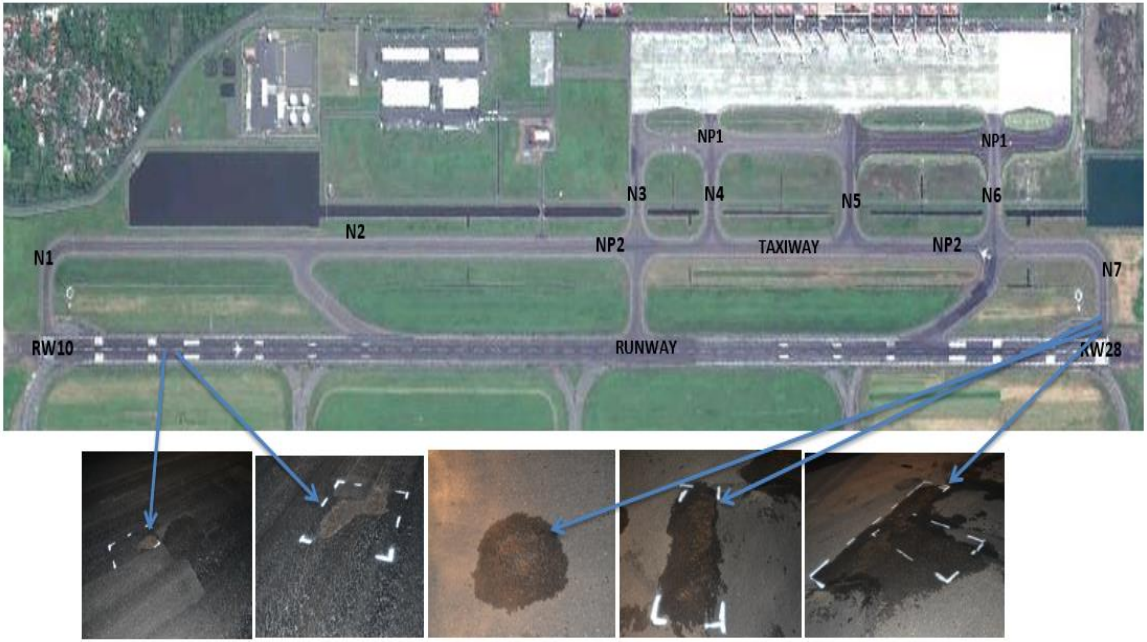
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 11 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



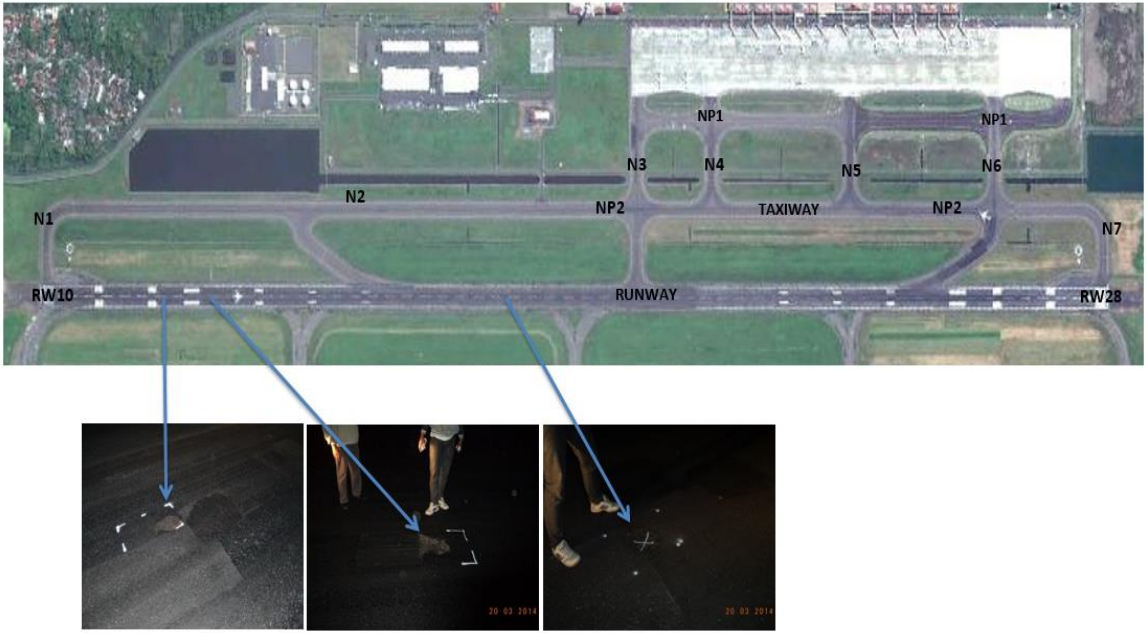
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 13 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



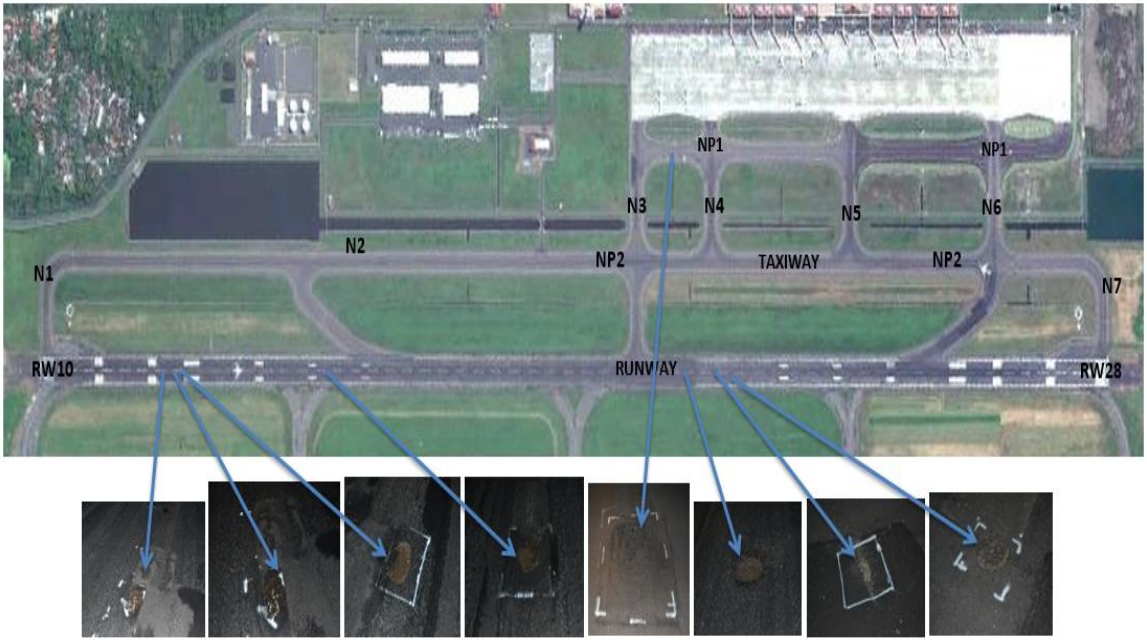
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 17 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa lubang yang cukup lebar dan dalam
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



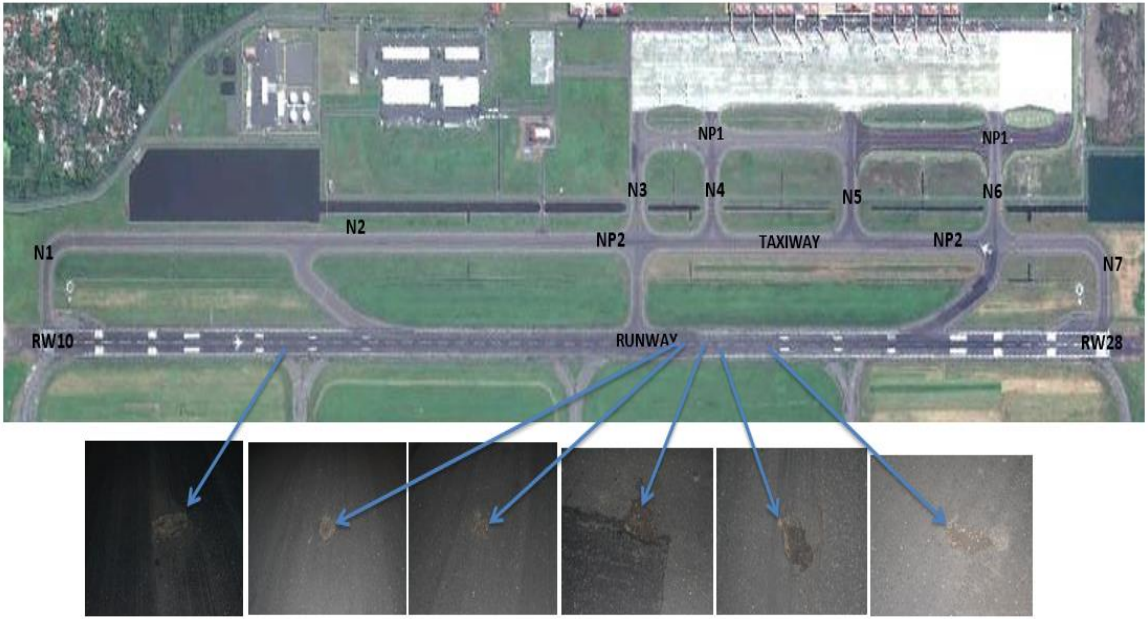
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 19 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



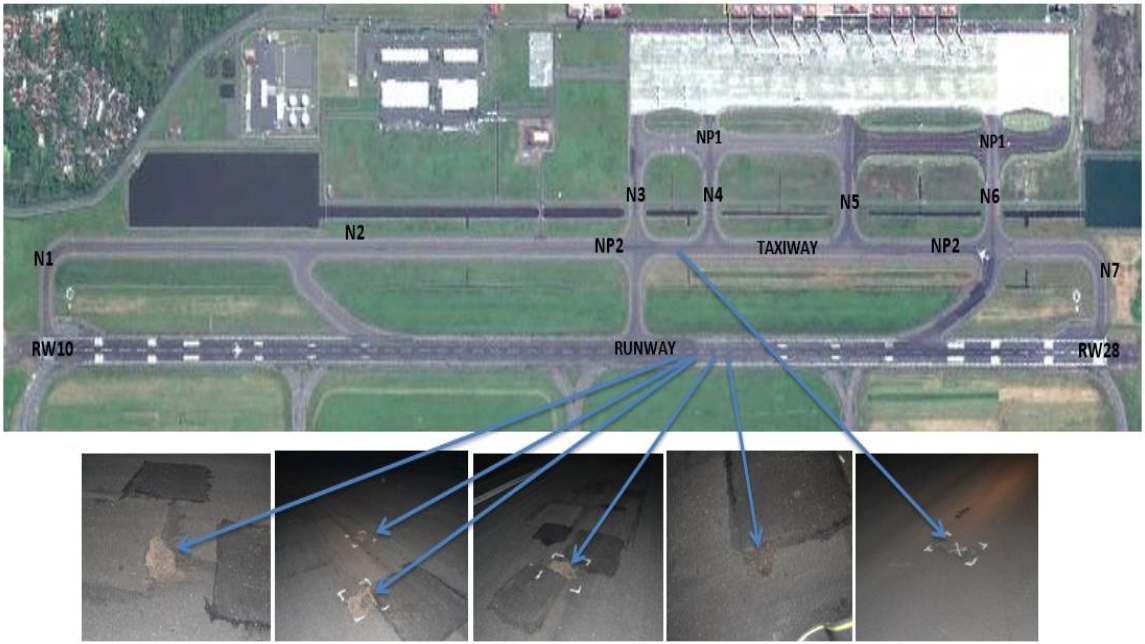
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 21 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



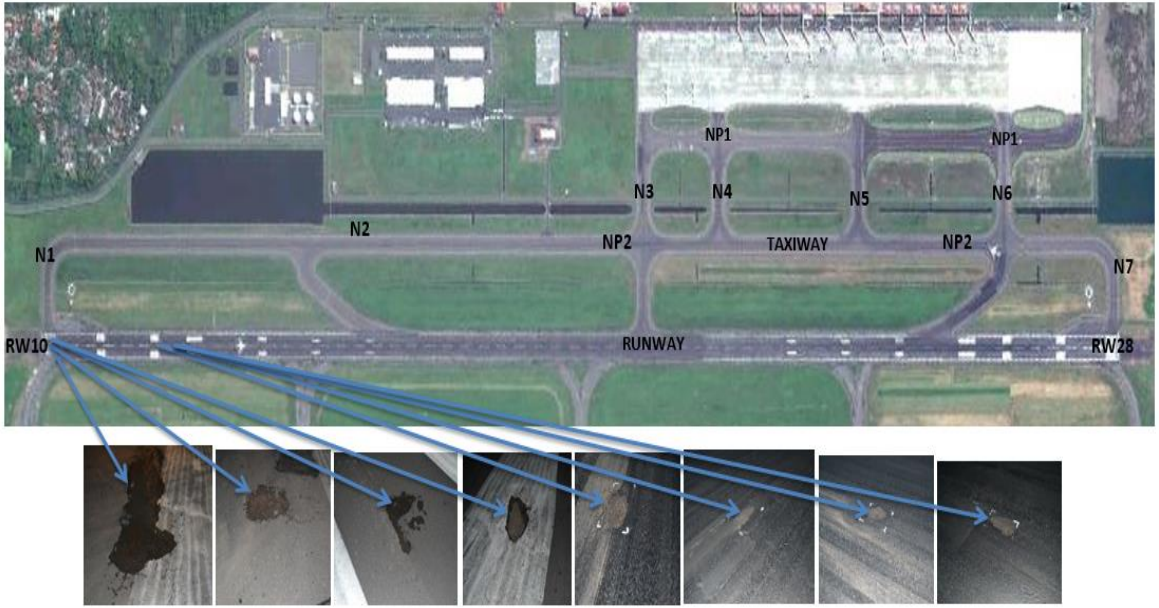
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 24 Maret 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



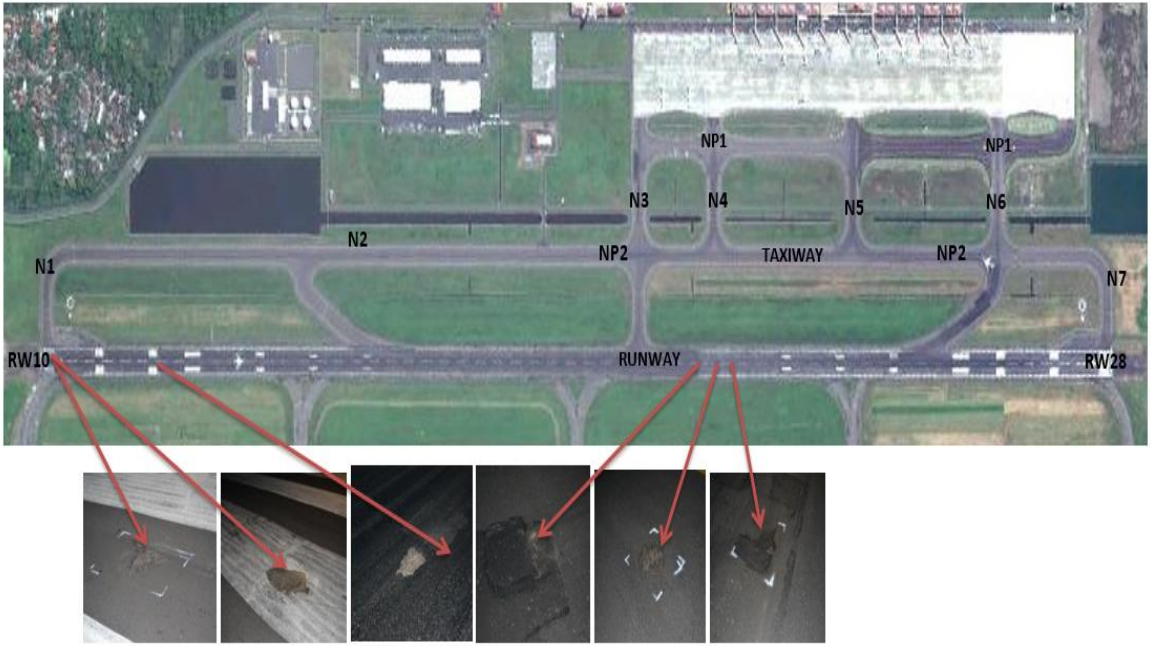
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 02 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



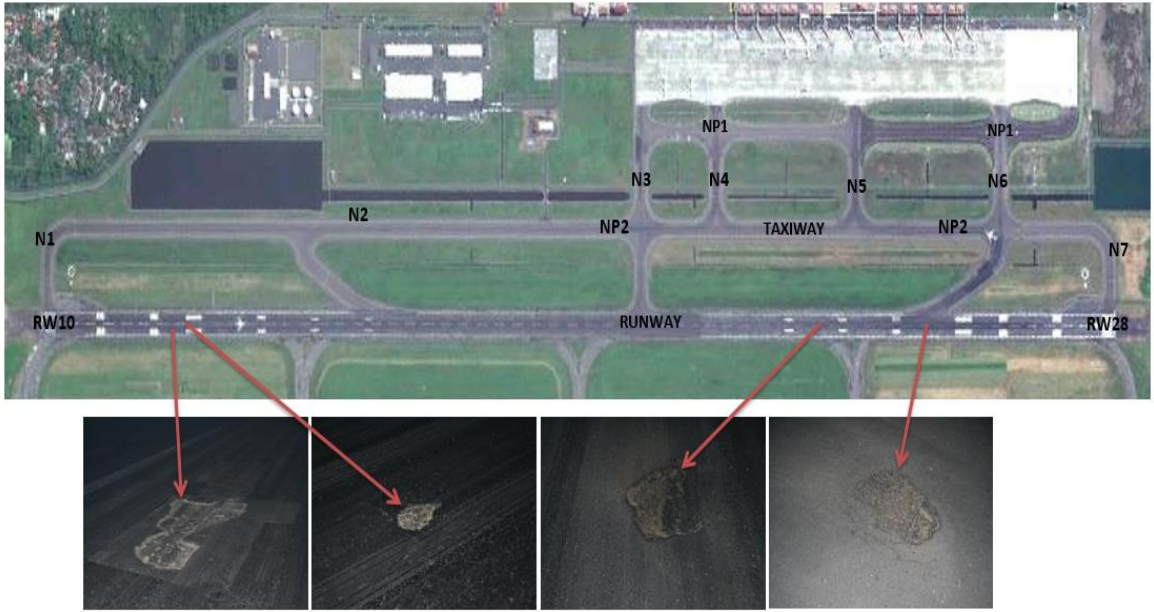
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 07 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



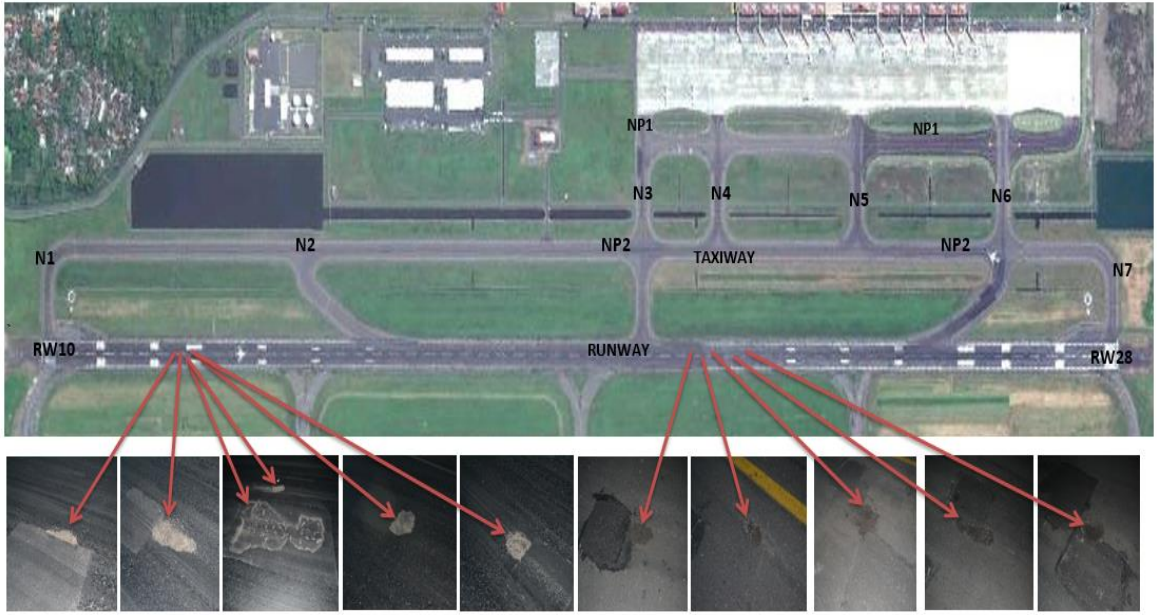
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 11 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



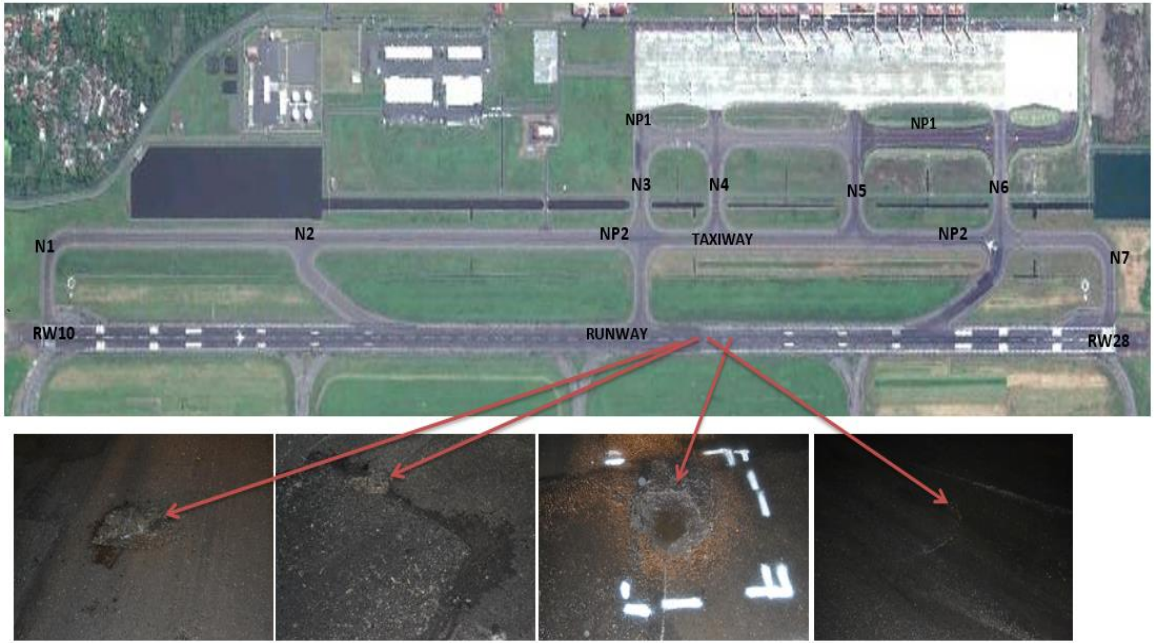
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 16 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



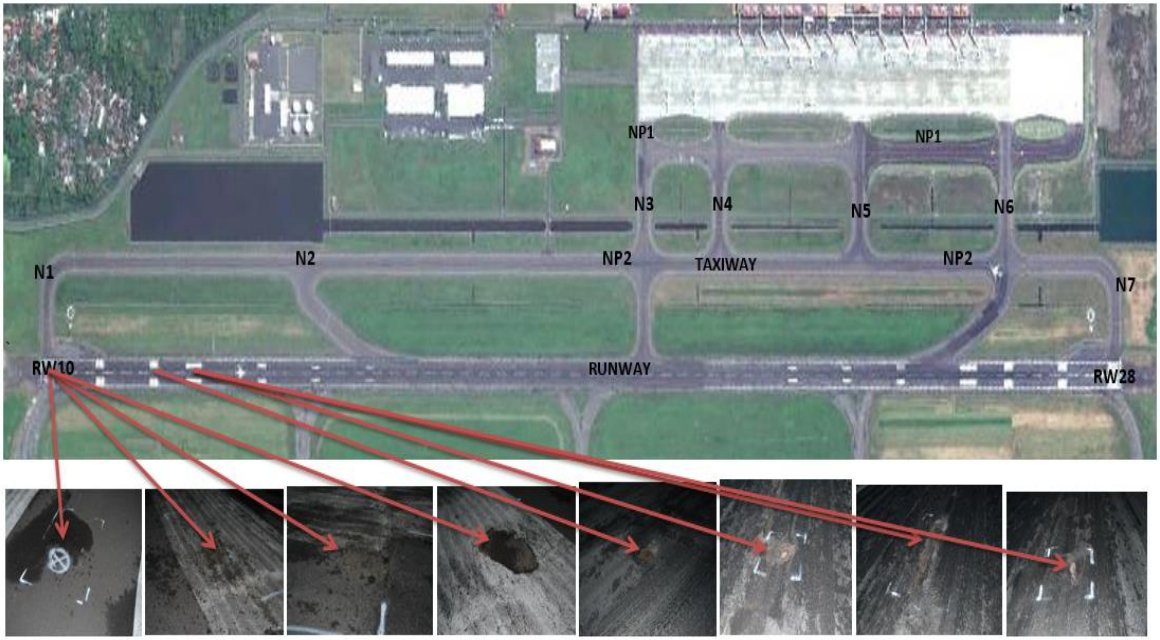
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 21 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, lubang, serta kerusakan pada bekas perbaikan
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



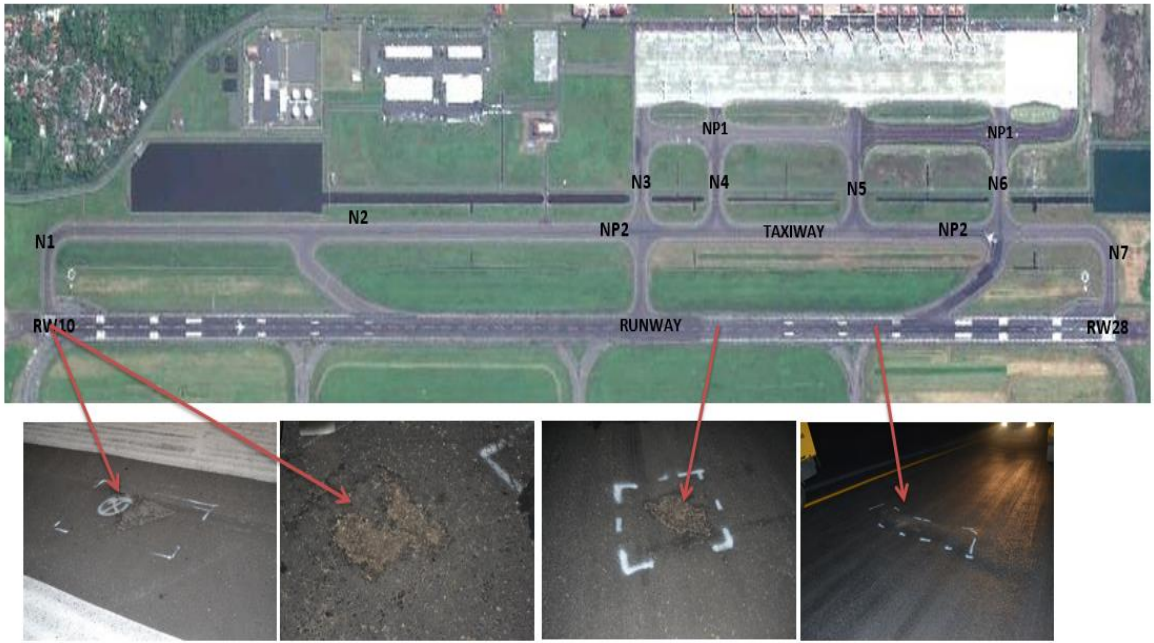
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 25 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, lubang, serta kerusakan pada bekas perbaikan
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



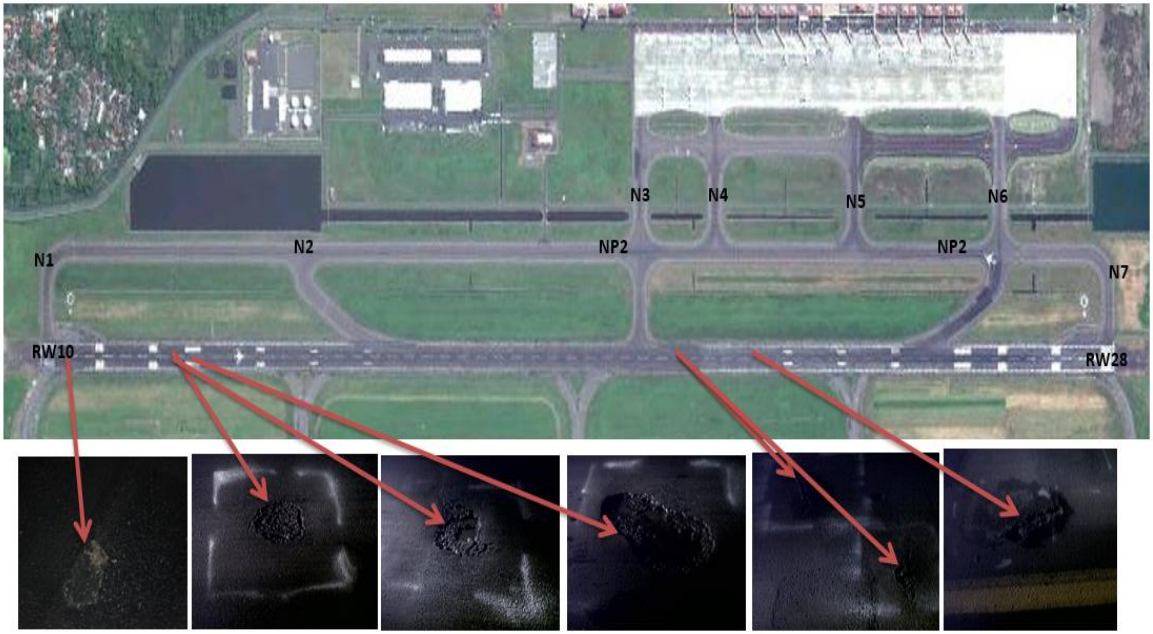
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 29 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, lubang, serta *slippage crack*
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



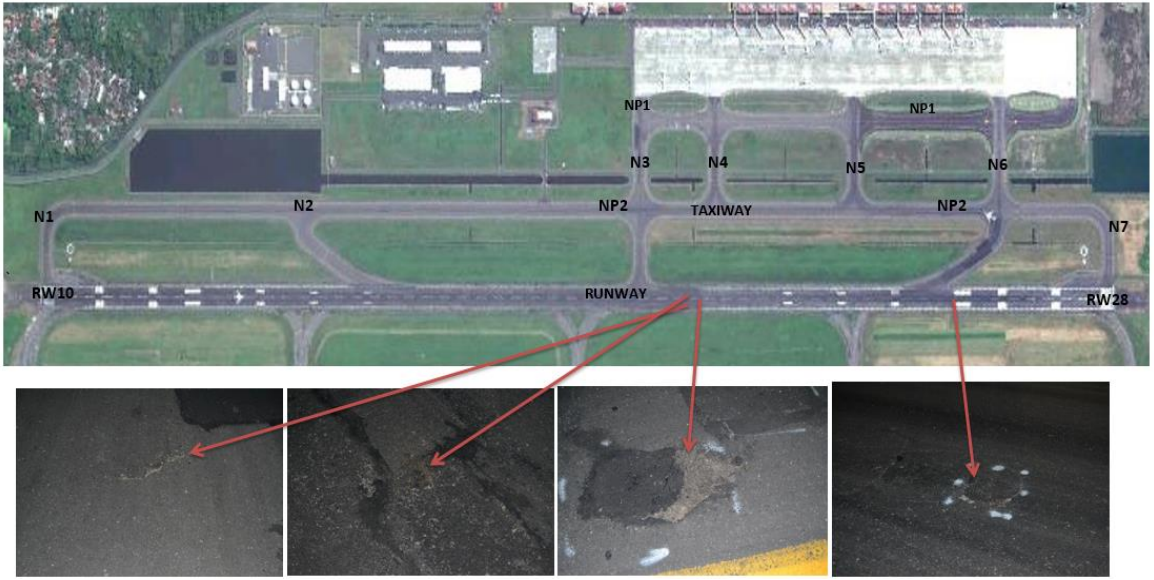
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 30 April 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



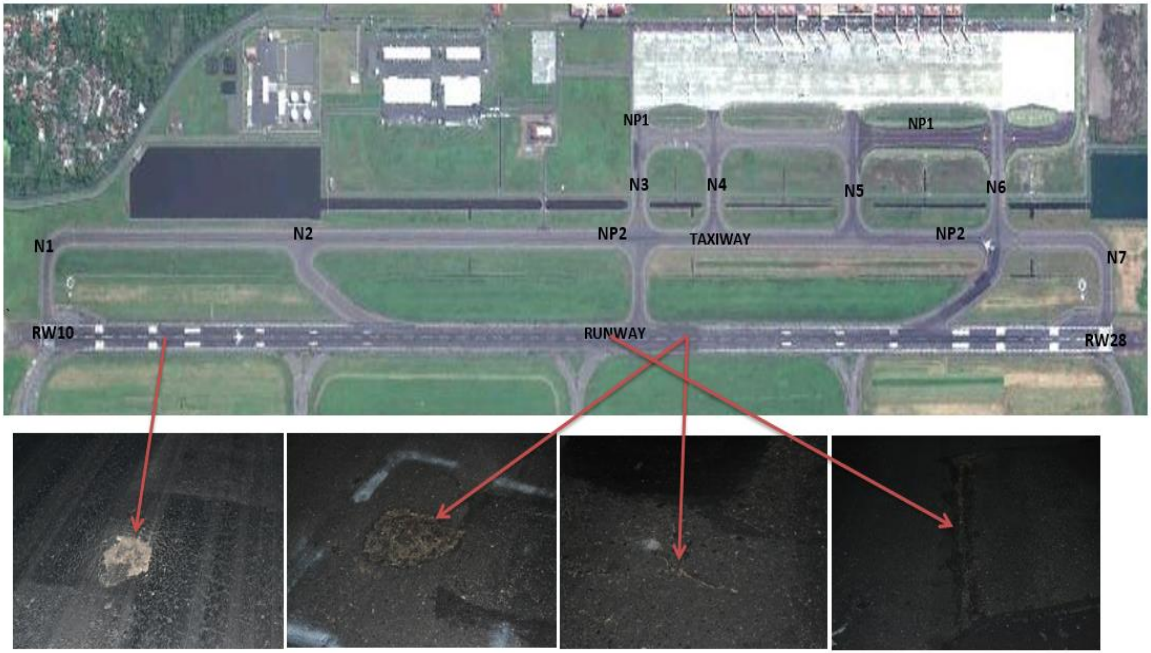
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 08 Mei 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



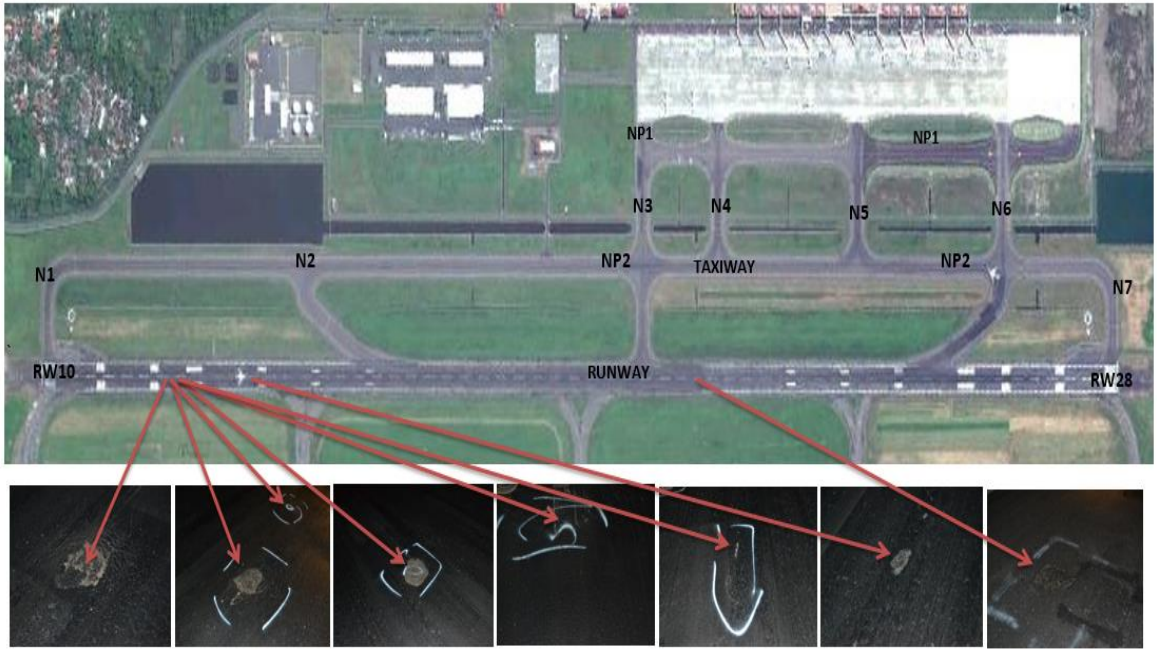
Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 21 Mei 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas dan lubang
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 22 Mei 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, lubang, serta kerusakan pada bekas perbaikan
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 28 Mei 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, lubang, crack, dan *sealing* yang tidak sempurna
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Kerusakan Permukaan *Runway* (tanggal 10 Juni 2014)
Terjadi kerusakan berupa aspal mengelupas, lubang, serta kerusakan pada bekas perbaikan
Sumber: P.T. Angkasa Pura I

HASIL INSPEKSI MU METER RUNWAY BANDARA UDARA JUANDA

MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 10-28

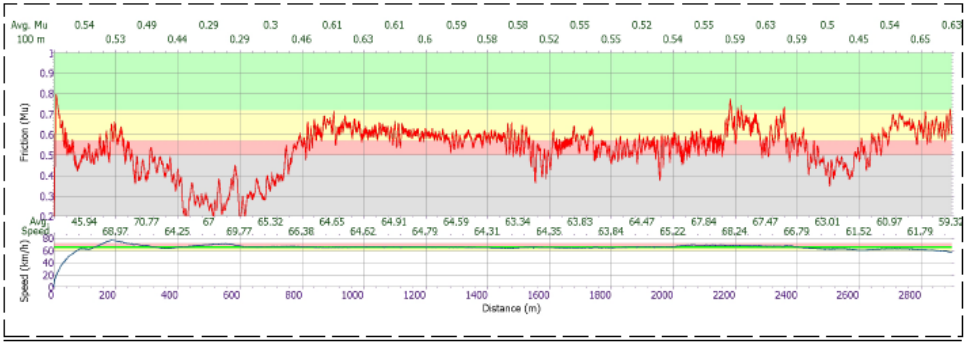
Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
10-28	0.45	0.57	0.57	0.53

Run Start:	18/03/2016 02:22:13	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.4	km/h

Weather Condition	FINE
Air Temperature	27
Operator Notes	3 METER KIRI

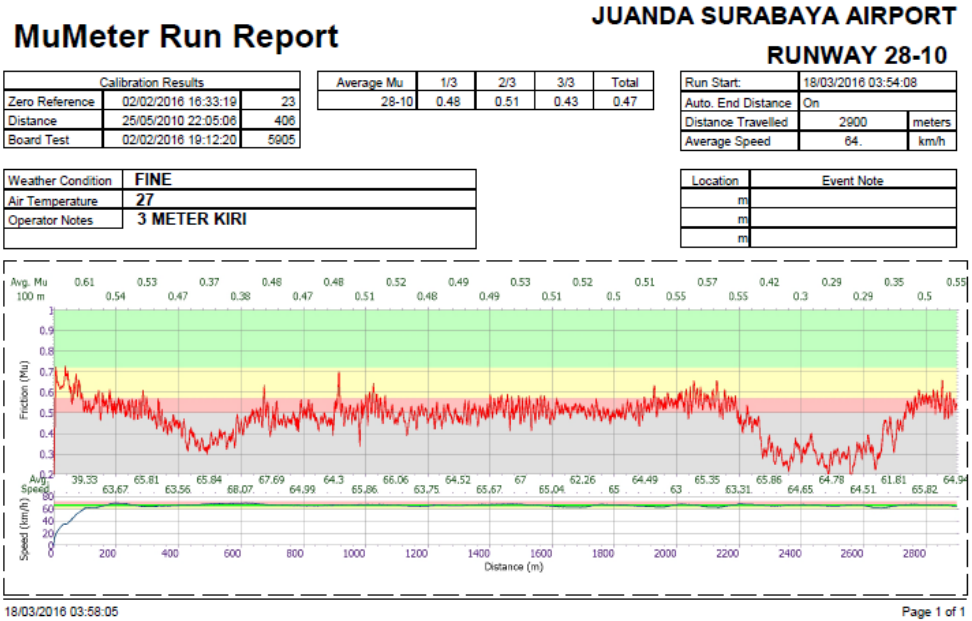
Location	Event Note
m	
m	
m	



18/03/2016 02:26:02 Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kiri *center line* dari R10-R28 tahun 2016

Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 28-10

Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
28-10	0.48	0.51	0.43	0.47

Run Start:	18/03/2016 03:54:08	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.	km/h

Weather Condition	FINE
Air Temperature	27
Operator Notes	3 METER KIRI

Location	Event Note
m	
m	
m	

Avg. Mu 0.61 0.53 0.37 0.48 0.48 0.52 0.49 0.53 0.52 0.51 0.57 0.42 0.29 0.35 0.55

100 m 0.54 0.47 0.38 0.47 0.51 0.48 0.49 0.51 0.5 0.55 0.55 0.3 0.29 0.5

Friction (Mu)

Avg. Speed 39.33 65.81 65.84 67.69 64.3 66.06 64.52 67 62.26 64.49 65.35 65.86 64.78 61.81 64.94

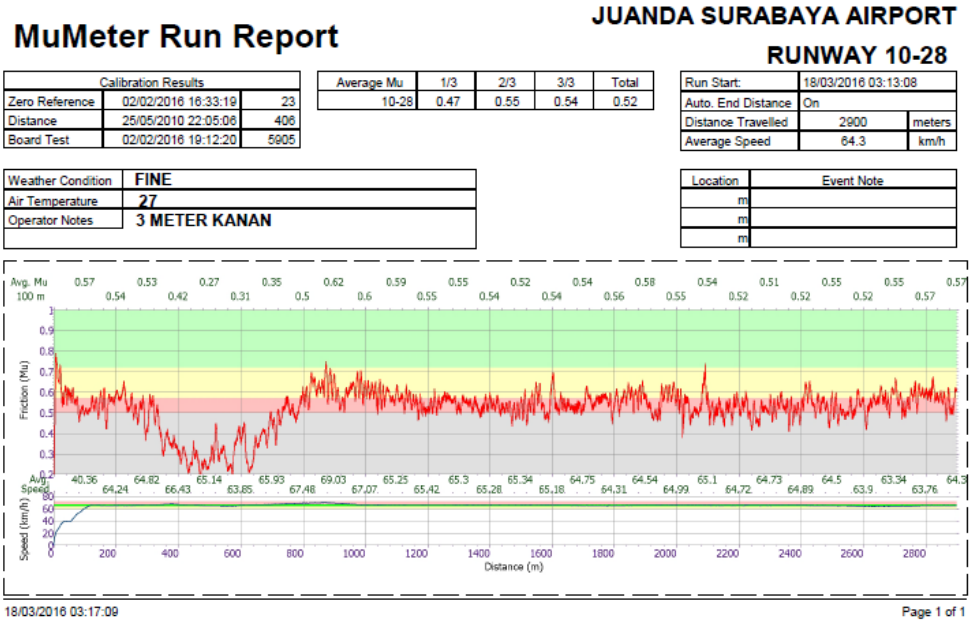
63.67 63.56 68.07 64.99 65.86 63.75 65.67 65.04 65 63 63.31 64.65 64.51 65.82

Speed (km/h)

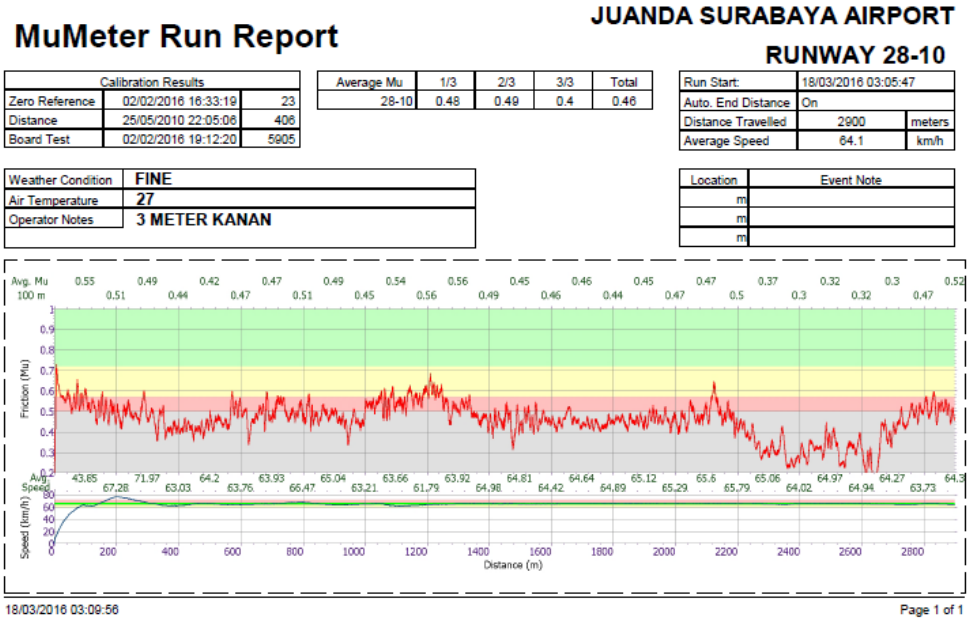
Distance (m)

18/03/2016 03:58:05 Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kiri *center line* dari R28-R10 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kanan *center line* dari R10-R28 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 28-10

Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
28-10	0.48	0.49	0.4	0.46

Run Start:	18/03/2016 03:05:47	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.1	km/h

Weather Condition	FINE
Air Temperature	27
Operator Notes	3 METER KANAN

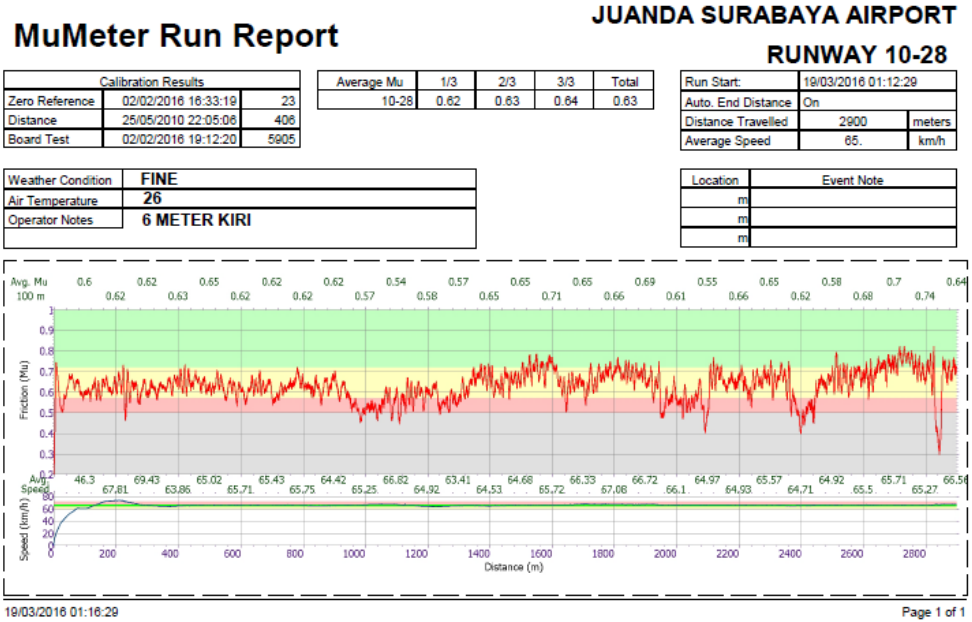
Location	Event Note
m	
m	
m	

18/03/2016 03:09:56

Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kanan *center line* dari R28-R10 tahun 2016

Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 10-28

Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
10-28	0.62	0.63	0.64	0.63

Run Start:	19/03/2016 01:12:29	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	65.	km/h

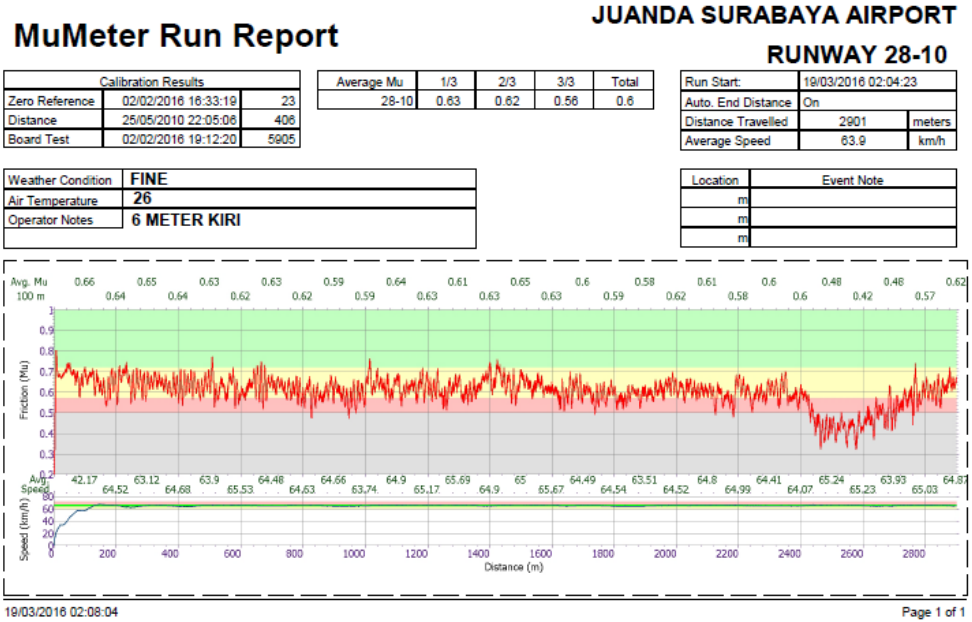
Weather Condition	FINE
Air Temperature	26
Operator Notes	6 METER KIRI

Location	Event Note
m	
m	
m	

19/03/2016 01:16:29

Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kiri *center line* dari R10-R28 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 28-10

Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
28-10	0.63	0.62	0.56	0.6

Run Start:	19/03/2016 02:04:23	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2901	meters
Average Speed	63.9	km/h

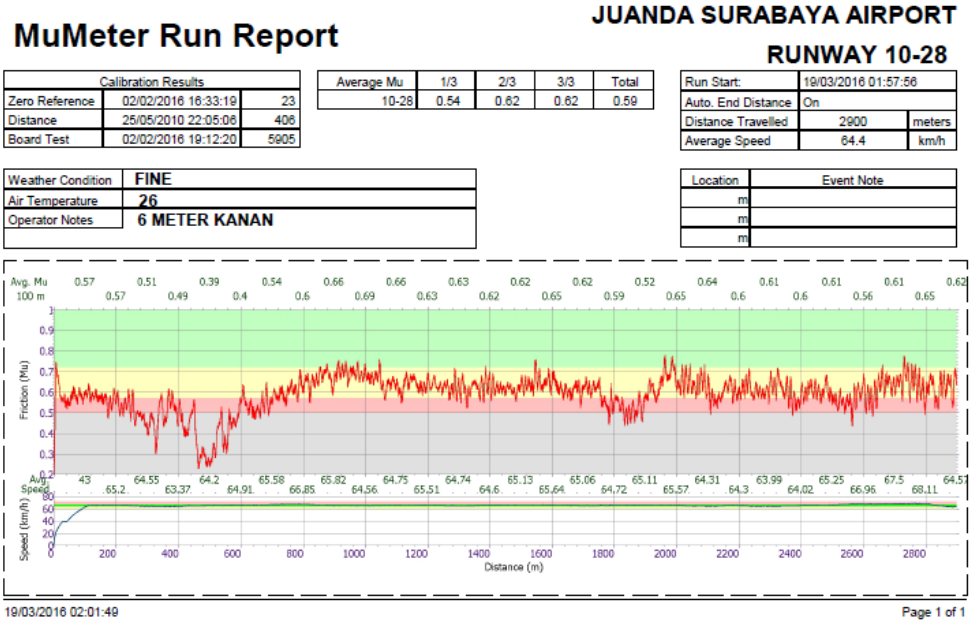
Weather Condition	FINE
Air Temperature	26
Operator Notes	6 METER KIRI

Location	Event Note
m	
m	
m	

19/03/2016 02:08:04

Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kiri *center line* dari R28-R10 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 10-28

Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
10-28	0.54	0.62	0.62	0.59

Run Start:	19/03/2016 01:57:56	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.4	km/h

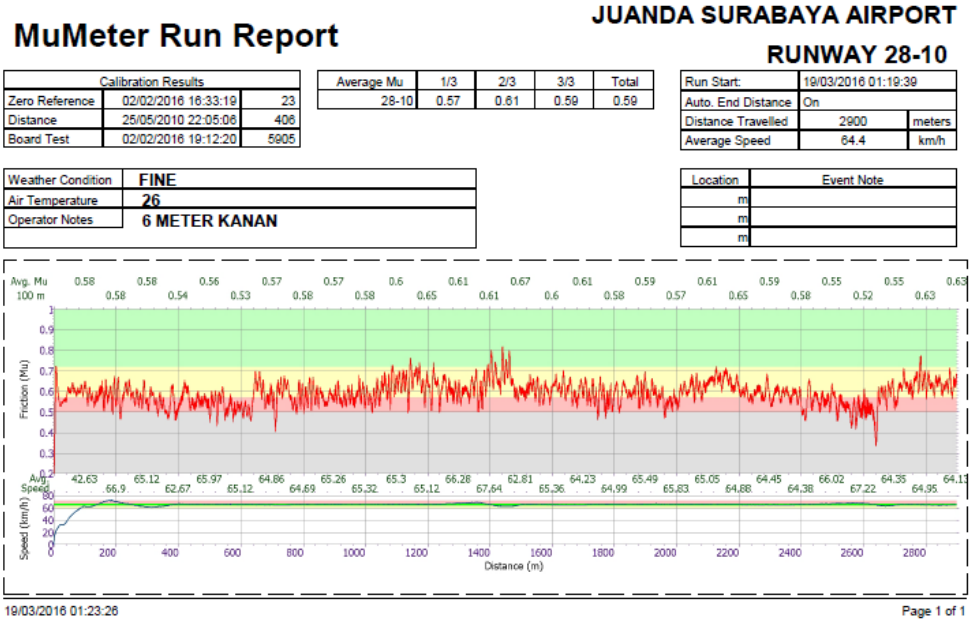
Weather Condition	FINE
Air Temperature	26
Operator Notes	6 METER KANAN

Location	Event Note
m	
m	
m	

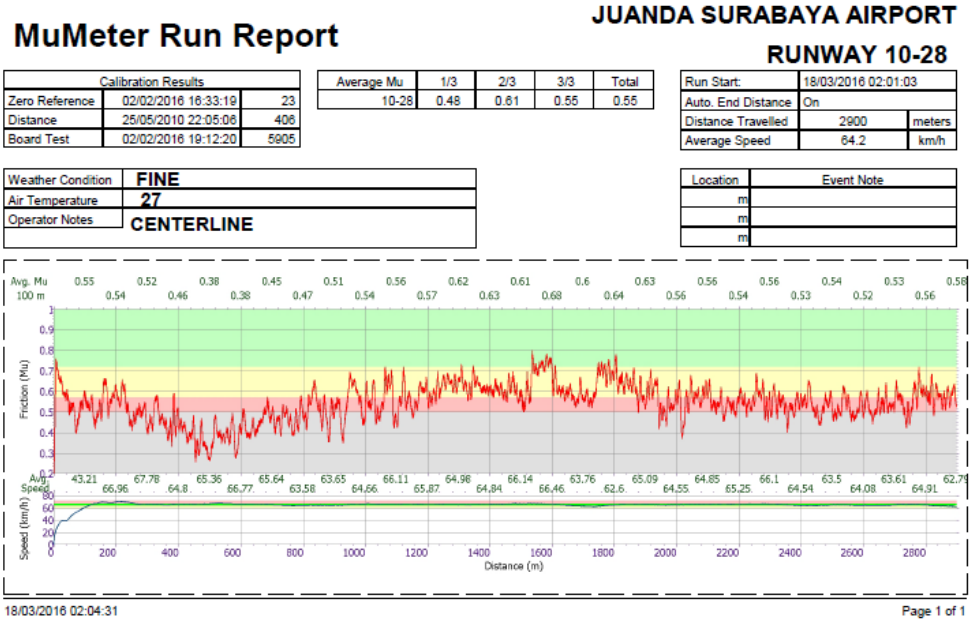
19/03/2016 02:01:49 Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kanan *center line* dari R10-R28 tahun 2016

Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kanan *center line* dari R28-R10 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 10-28

Calibration Results		
Zero Reference	02/02/2016 16:33:19	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	02/02/2016 19:12:20	5905

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
10-28	0.48	0.61	0.55	0.55

Run Start:	18/03/2016 02:01:03	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.2	km/h

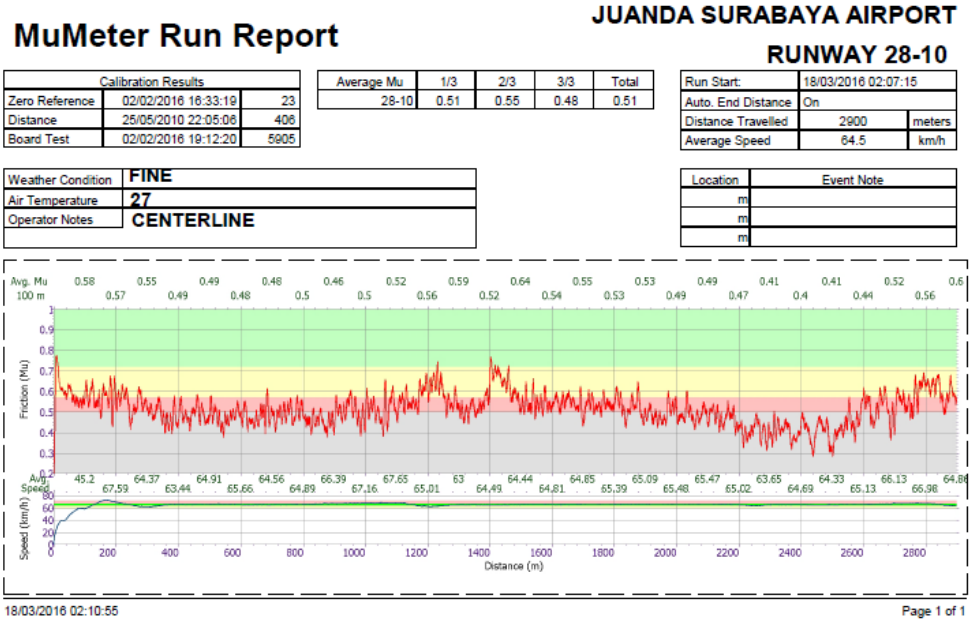
Weather Condition	FINE
Air Temperature	27
Operator Notes	CENTERLINE

Location	Event Note
m	
m	
m	

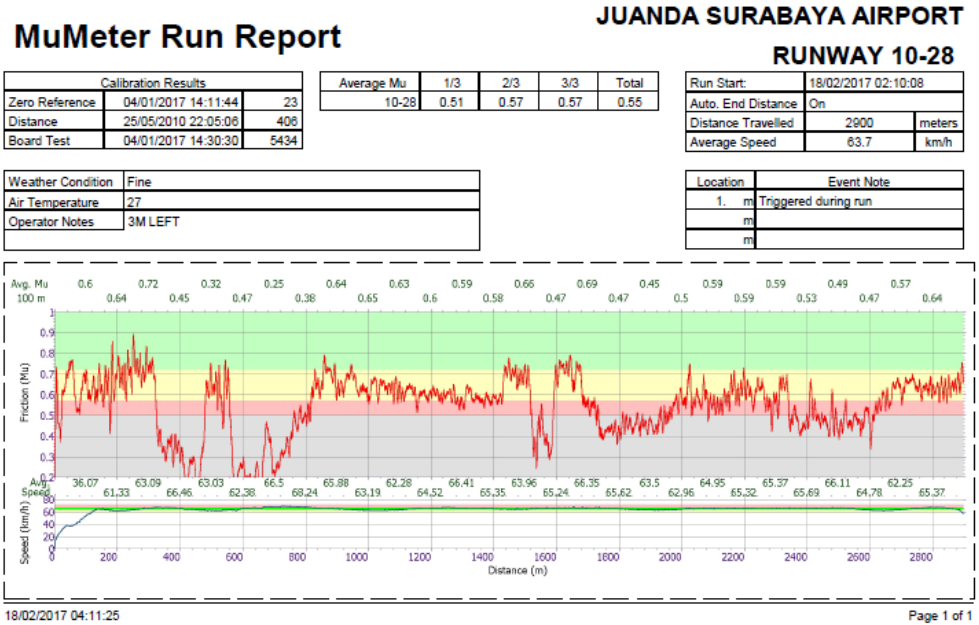
18/03/2016 02:04:31

Page 1 of 1

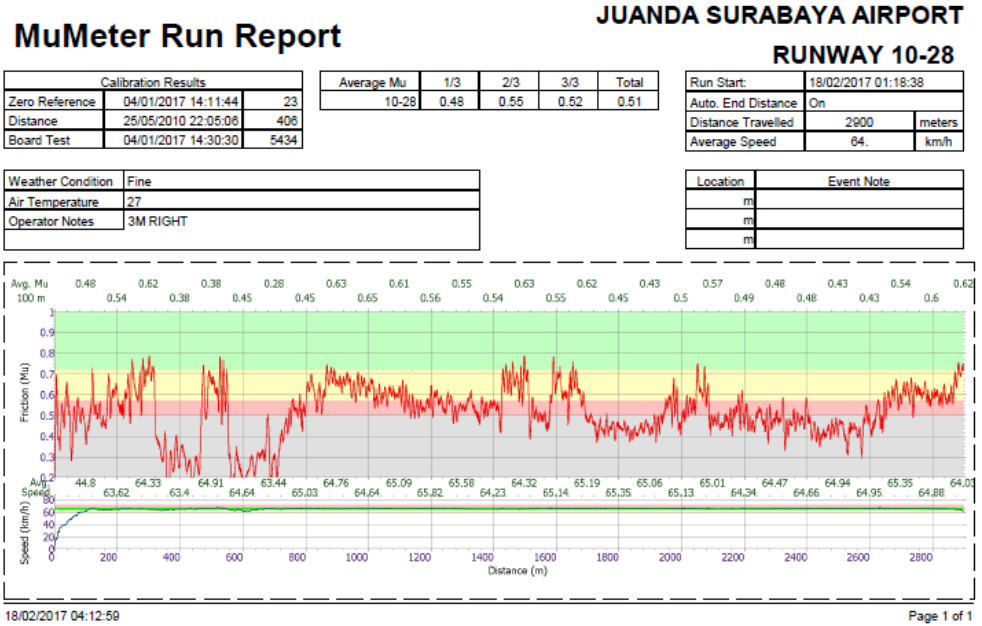
Hasil Inspeksi MU meter di *center line* dari R10-R28 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



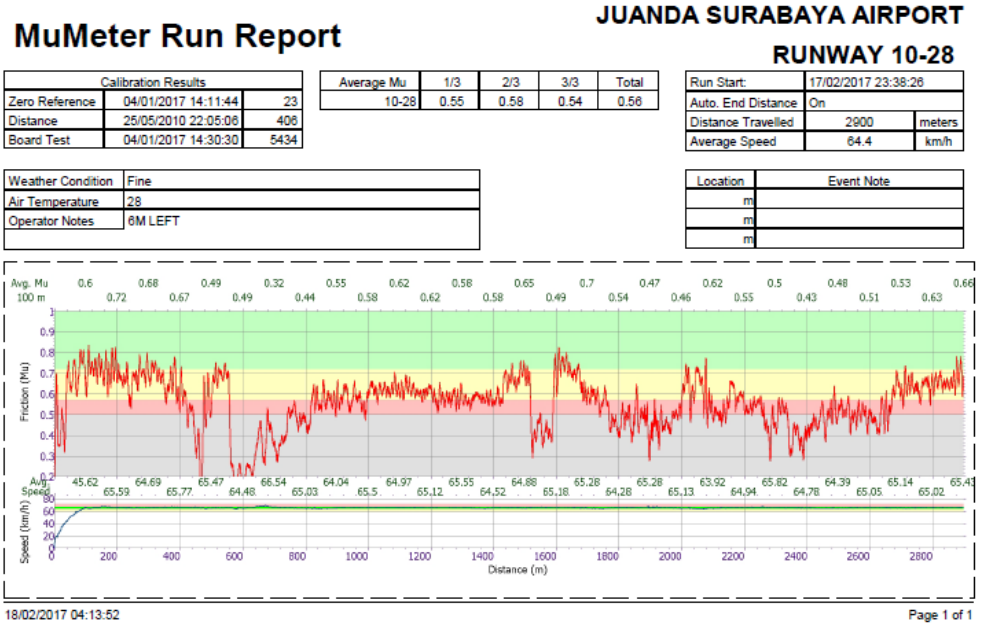
Hasil Inspeksi MU meter di *center line* dari R28-R10 tahun 2016
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



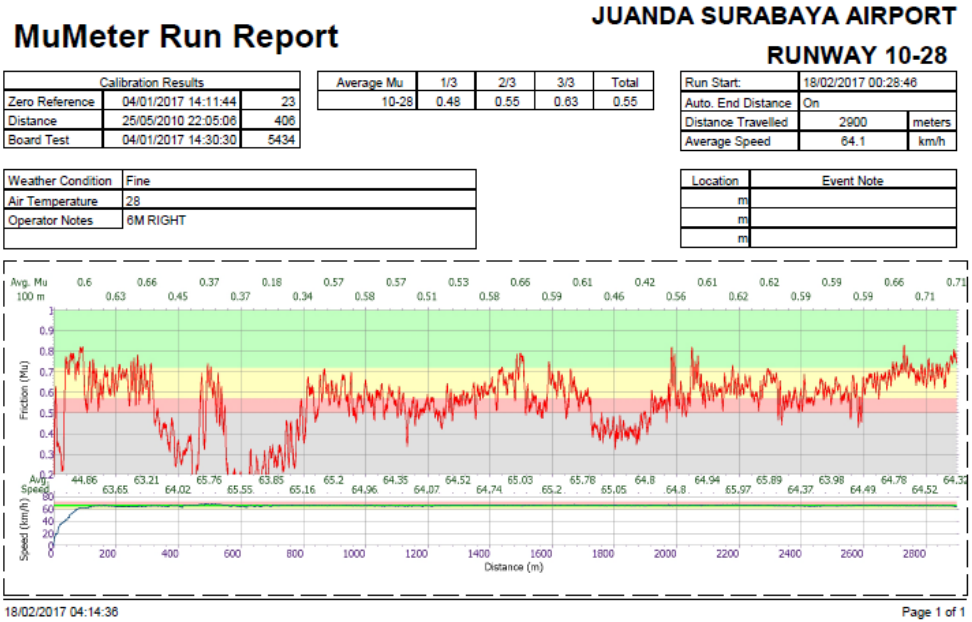
Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kiri *center line* dari R10-R28 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kanan *center line* dari R10-R28 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kiri *center line* dari R10-R28 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 10-28

Calibration Results		
Zero Reference	04/01/2017 14:11:44	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	04/01/2017 14:30:30	5434

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
10-28	0.48	0.55	0.63	0.55

Run Start:	18/02/2017 00:28:46	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.1	km/h

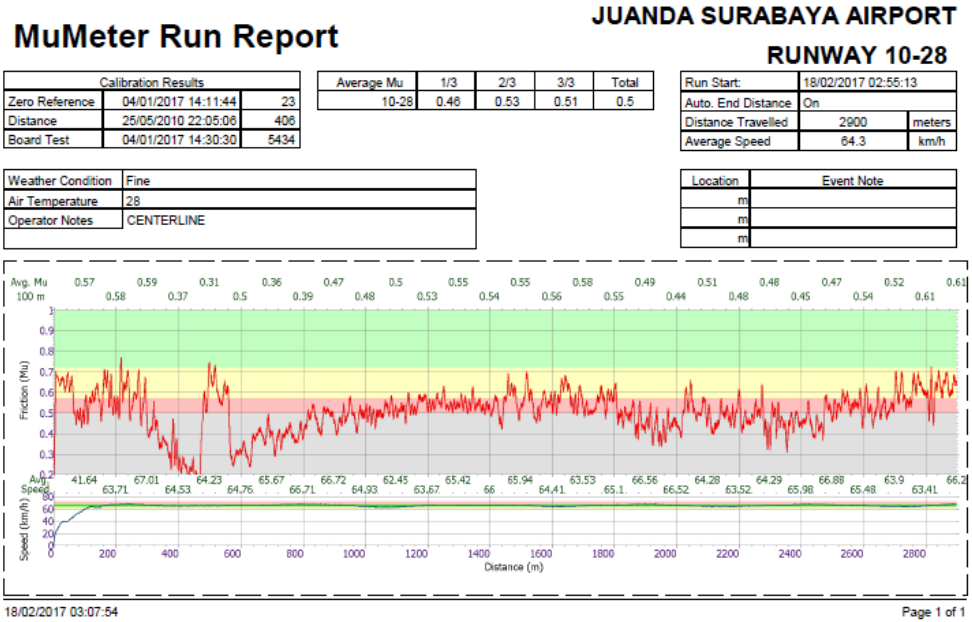
Weather Condition	Fine
Air Temperature	28
Operator Notes	6M RIGHT

Location	Event Note
m	
m	
m	

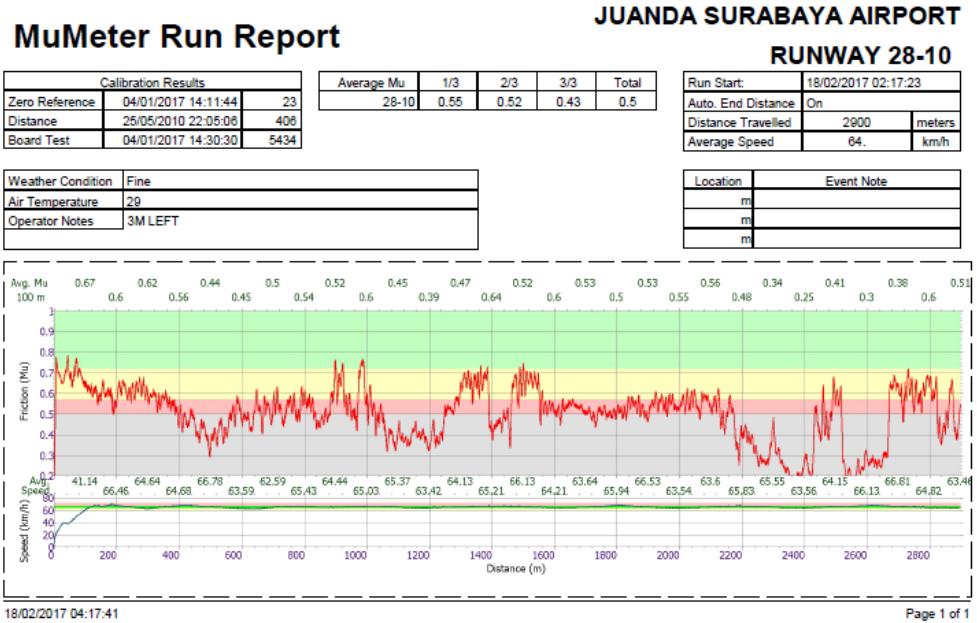
18/02/2017 04:14:36

Page 1 of 1

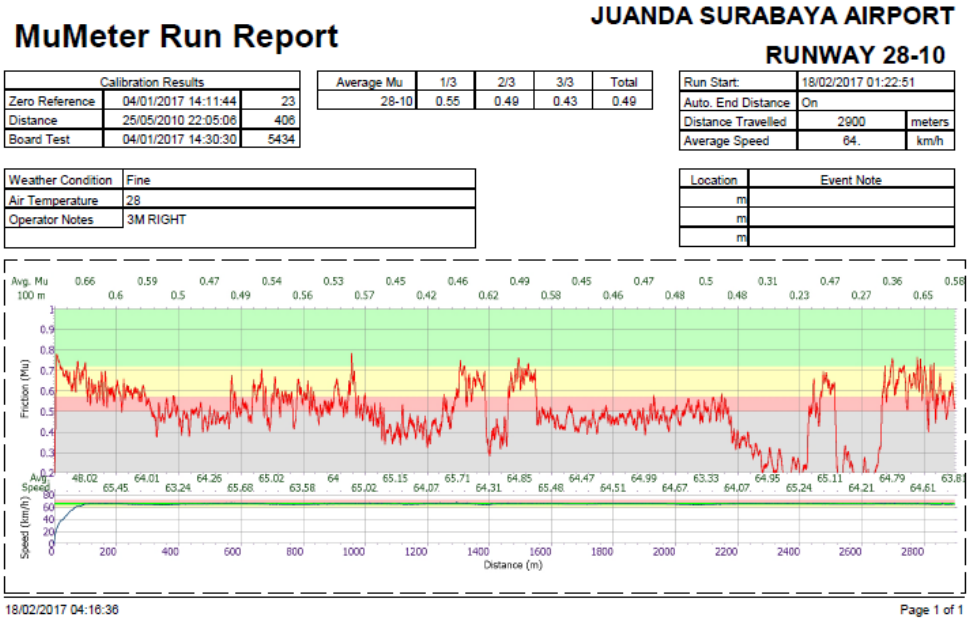
Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kanan *center line* dari R10-R28 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



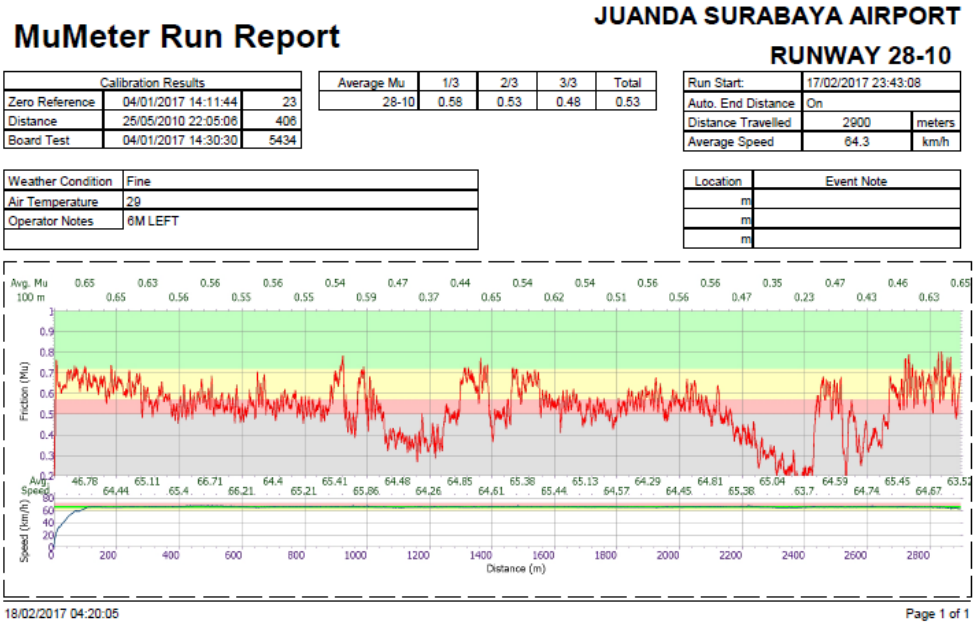
Hasil Inspeksi MU meter di *center line* dari R10-R28 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kiri *center line* dari R28-R10 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 3 m sebelah kanan *center line* dari R28-R10 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



MuMeter Run Report

JUANDA SURABAYA AIRPORT

RUNWAY 28-10

Calibration Results		
Zero Reference	04/01/2017 14:11:44	23
Distance	25/05/2010 22:05:06	406
Board Test	04/01/2017 14:30:30	5434

Average Mu	1/3	2/3	3/3	Total
28-10	0.58	0.53	0.48	0.53

Run Start:	17/02/2017 23:43:08	
Auto. End Distance	On	
Distance Travelled	2900	meters
Average Speed	64.3	km/h

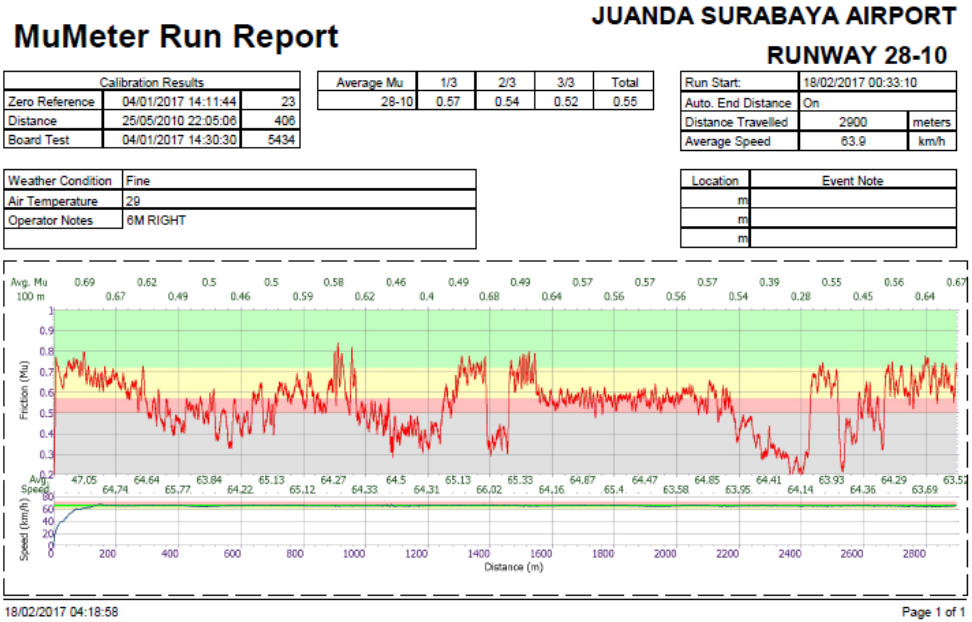
Weather Condition	Fine
Air Temperature	29
Operator Notes	6M LEFT

Location	Event Note
m	
m	
m	

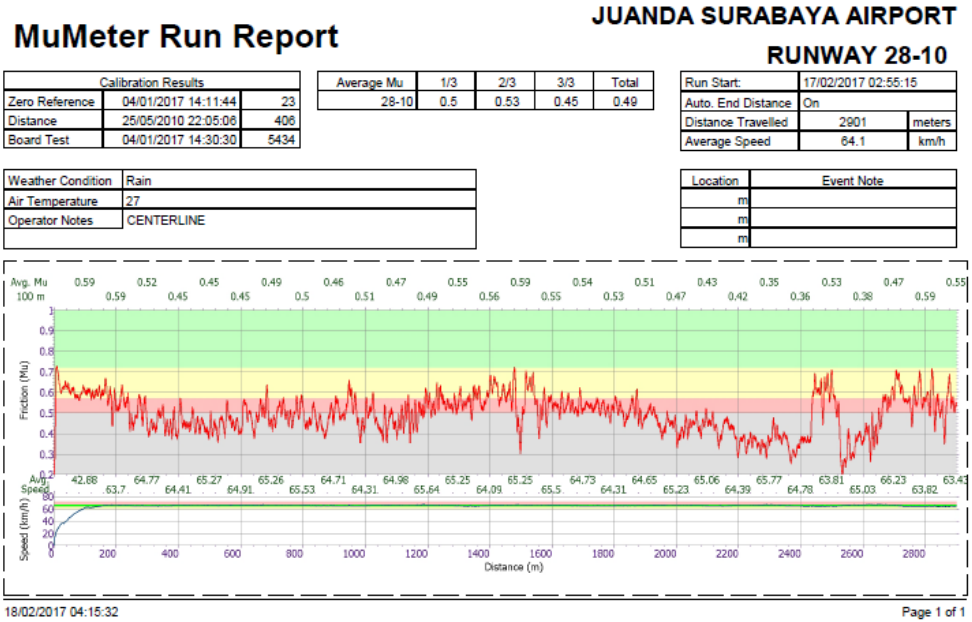
18/02/2017 04:20:05

Page 1 of 1

Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kiri *center line* dari R28-R10 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di 6 m sebelah kanan *center line* dari R28-R10 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I



Hasil Inspeksi MU meter di *center line* dari R28-R10 tahun 2017
Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
A21E	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0%
A313	2	0	0	2	2	0	4	9	4	1	1	1	26	0%
A319	1	0	0	0	0	0	0	12	0	0	46	29	88	0%
A319-100	2	1	2	10	10	15	7	0	9	4	24	36	120	0%
A320	2	0	0	0	0	0	0	0	0	18	109	80	209	0%
A322	10	8	17	11	15	11	19	14	18	25	64	40	252	0%
A330	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	6	0%
A332	7	11	12	16	16	15	16	12	16	16	18	17	172	0%
A333	10	10	17	25	29	31	16	10	26	19	13	21	227	0%
A343	4	3	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	10	0%
AN12	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
AN32	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
ATR42	21	18	22	31	28	32	36	34	32	30	37	25	346	1%
AVRO 146-R	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	6	0%
B1900	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	4	0%
B200	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0%
B206	0	0	0	0	0	0	0	0	10	3	0	2	15	0%
B350	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
B407	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
B412/HELI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
B722	72	27	27	55	11	2	52	61	54	18	11	0	390	1%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B727	7	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	10	0%
B732	1575	1001	1211	1693	1921	1679	2472	2518	2488	1869	2074	1406	21907	33%
B733	461	356	465	739	999	918	1107	724	1047	974	1083	897	9770	15%
B734	661	608	806	1363	1445	1128	1151	842	1147	1018	1013	697	11879	18%
B735	24	24	33	26	3	11	12	122	6	8	10	9	288	0%
B737	2	1	0	0	3	0	0	496	0	0	0	0	502	1%
B738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	11	0%
B742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0%
B743	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	146	0%
B747	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0%
B74A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	25	0%
B763	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0%
B767	3	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0%
B772	18	24	29	40	38	35	46	38	40	40	8	2	358	1%
B773	2	2	2	8	12	20	22	29	18	20	16	2	153	0%
B777	0	0	0	4	0	0	0	10	0	0	0	0	14	0%
BA46	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	4	0%
BE200	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
BE60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BEECH1900	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0%
BELF	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
BELL206	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
BELL212	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	4	0%
BELL407	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
BELL412	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	0%
BELL412EP	0	0	0	26	45	0	0	0	0	2	0	0	73	0%
BO105/HELI	0	0	0	0	0	1	0	30	30	25	6	0	92	0%
BO205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0%
C130	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
C160	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0%
C208	0	0	0	0	2	0	0	0	2	1	0	2	7	0%
C212	0	0	0	0	0	38	0	0	0	22	45	35	140	0%
C-212CC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	75	62	138	0%
C402	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0%
C650	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	5	0%
C7	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0%
CL60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0%
CN-160	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
D078	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
D228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0%
DA20	0	0	1	2	0	2	2	0	6	5	0	0	18	0%
DC86	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
DC9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
DHC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0%
DHC6	25	15	26	43	0	9	44	57	65	74	1	0	359	1%
DHC7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
PA31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
PA33	2	4	1	0	4	0	0	3	0	0	7	0	21	0%
F100	211	100	157	273	212	27	91	0	0	8	10	8	1097	2%
F100-S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
F27	6	9	16	29	14	28	73	16	2	4	5	3	205	0%
F28	452	170	156	301	307	277	227	181	146	48	96	57	2418	4%
F28MK1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
F50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
F900	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4	0%
FA18	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0%
FA50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
FK10	0	0	0	0	0	0	0	68	0	0	0	0	68	0%
FK100	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0%
FK50	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0%
FSL28	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
G5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	4	0%
GLEX	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
GLF4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0%
HS125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
HS25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
HS748	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
LJ45	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0%
LR35	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0%
LR45	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	4	0%
MD80	0	1	7	21	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0%
MD82	692	510	609	942	1187	1272	1558	1518	1407	1036	1180	1015	12926	19%
MD83	41	76	49	85	101	0	0	58	0	0	0	0	410	1%
MD90	0	0	3	21	0	0	0	127	120	53	32	34	390	1%
MD92	0	0	0	0	23	48	19	0	0	1	0	0	91	0%
MIL8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
N24	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0%
NC212	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0%
PA31	0	0	0	0	6	0	2	0	0	0	0	0	8	0%
PC12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0%
SA315	0	0	2	0	5	0	0	0	0	0	0	0	7	0%
SA330	31	4	0	0	67	88	83	0	82	101	100	65	621	1%
SA332	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0	0	92	0%
SC360	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
SC7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	5	0%
SD360	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0%
SK76	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0%
SKA350	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
TB10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0%
WW24	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0%
TOTAL	4529	3050	3675	5791	6520	5710	7067	7104	6787	5458	6099	4670	**66460**	100%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
A21E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
A313	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0%
A319	0	217	215	34	0	0	1	0	0	55	67	239	828	6%
A319-100	1	246	193	6	0	0	0	0	0	0	0	0	446	3%
A320	0	31	6	6	0	0	0	0	0	0	1	1	45	0%
A322	7	13	18	4	2	0	0	0	0	4	0	11	59	0%
A330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
A332	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
A333	12	3	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	18	0%
A343	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0%
AN12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
AN32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
ATR42	35	3	4	2	1	0	0	0	0	2	0	1	48	0%
AVRO 146-R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
B1900	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
B200	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0%
B206	0	361	384	41	0	0	0	0	0	68	91	336	1281	9%
B350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
B407	0	450	384	49	0	0	0	0	0	89	80	216	1268	9%
B412/HELI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
B722	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	0%
B727	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0%
B732	1142	63	77	15	0	49	20	0	0	33	18	92	1509	10%
B733	531	794	822	92	0	0	0	0	0	179	149	480	3047	21%
B734	819	271	274	59	0	0	76	0	0	60	46	144	1749	12%
B735	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	49	0%
B737	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%
B738	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
B742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B743	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0%
B747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0%
B74A	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
B763	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
B767	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	18	23	0%
B772	32	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0%
B773	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
B777	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
BA46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BE200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BE60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
BEECH1900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BELF	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
BELL206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	23	0%
BELL212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BELL407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BELL412	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	29	33	0%
BELL412EP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BO105/HELI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	5	36	55	0%
BO205	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
C130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
C160	2	142	106	25	0	0	0	0	0	0	0	2	277	2%
C208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
C212	0	95	108	14	0	21	1	0	0	4	3	1	247	2%
C-212CC4	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4	0%
C402	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
C650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
C7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
CL60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
CN-160	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0%
D078	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
D228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
DA20	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
DC86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
DC9	3	7	8	0	0	0	0	0	0	6	5	5	34	0%
DHC4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
DHC6	9	2	9	0	0	0	0	0	0	2	7	5	34	0%
DHC7	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	124	1%
EA31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
EA33	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	14	0%
F100	143	16	22	2	0	0	0	0	0	10	4	14	211	1%
F100-S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
F27	5	200	188	25	1	179	3	0	0	82	76	279	1038	7%
F28	101	32	30	4	0	3	0	0	0	15	6	43	234	2%
F28MK1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	0%
F50	1	24	38	5	3	0	0	0	0	11	9	29	120	1%
F900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
FA18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	19	24	0%
FA50	0	24	25	0	2	0	0	0	0	1	6	12	70	0%
FK10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
FK100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
FK50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
FSL28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
G5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
GLEX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
GLF4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0%
HS125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
HS25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	30	90	156	1%
HS748	1	171	146	23	2	0	12	0	0	1	0	0	356	2%
LJ45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
LR35	0	78	89	18	8	0	0	0	0	0	0	0	193	1%
LR45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
MD80	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2005 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
MD82	386	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	391	3%
MD83	55	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0%
MD90	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0%
MD92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
MIL8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0%
N24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
NC212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
PA31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
PC12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SA315	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0%
SA330	15	32	21	5	0	0	0	0	0	19	42	179	313	2%
SA332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SC360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SC7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SD360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SK76	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	49	0%
SKA350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
TB10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
WW24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
TOTAL	3413	3371	3180	439	19	253	117	0	0	697	661	2397	**14547**	**100%**

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
-	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0.004%
A306	0	0	0	0	0	0	1	43	67	10	17	1	139	0.163%
A313	3	0	1	4	0	5	4	0	0	0	0	0	17	0.020%
A319	21	37	26	104	172	213	237	151	169	187	239	159	1715	2.013%
A320	147	107	91	178	251	242	233	263	253	469	357	261	2852	3.347%
A320F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.002%
A322	42	14	21	33	38	45	57	44	45	53	34	26	452	0.530%
A330	2	0	4	0	4	2	2	4	11	4	7	2	42	0.049%
A332	12	12	4	12	16	12	14	13	14	14	17	10	150	0.176%
A333	16	12	7	27	32	12	19	13	15	41	24	18	236	0.277%
AN12	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
AS220	0	0	0	0	0	46	0	0	0	27	24	0	97	0.114%
AS332	29	14	10	2	0	5	0	0	0	2	2	3	67	0.079%
AS365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.001%
AT42	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.005%
B0105	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.001%
B105	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	7	11	0.013%
B19000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0.001%
B205	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	4	0.005%
B212	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.001%
B407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0.009%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B743	109	2	0	4	0	0	0	0	0	0	78	70	263	0.309%
B744	0	0	0	0	0	0	2	0	2	3	0	3	10	0.012%
B745	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B746	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0.005%
B748	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B749	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B751	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B752	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	2	6	0.007%
B753	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B756	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B757	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B759	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B762	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B763	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	1	3	10	0.012%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B765	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B766	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B767	0	0	5	4	2	6	4	2	0	0	0	3	26	0.031%
B768	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B769	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B771	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B772	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	1	6	0.007%
B773	0	0	0	0	0	12	9	14	7	23	0	3	68	0.080%
B774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B776	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B777	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B778	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B779	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
BE19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.002%
BE190	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	0	5	0.006%
BE20	0	0	0	0	4	0	4	2	0	0	4	0	14	0.016%
BE400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.001%
BEL205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.002%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
BELL412	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0.006%
BK117	9	10	6	14	17	21	23	19	9	7	7	2	144	0.169%
BK13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.001%
BN2A	10	2	10	18	8	2	0	0	36	0	4	18	108	0.127%
BO105	21	7	10	21	48	54	29	34	21	27	59	24	355	0.417%
BO205	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	7	0.008%
C130	6	1	3	11	16	28	14	19	15	23	34	4	174	0.204%
C207	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
C208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.001%
C212	88	43	71	143	131	93	161	223	209	146	187	117	1612	1.892%
C235	0	2	0	0	6	3	2	0	2	9	0	5	29	0.034%
C56X	0	0	0	0	4	0	0	24	0	0	0	4	32	0.038%
CL500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	7	0.008%
CN235	0	0	0	0	4	0	2	2	6	6	8	0	28	0.033%
CN35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.001%
CS12	0	0	0	0	0	3	2	1	0	1	2	2	11	0.013%
DA20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0.002%
DAOPHIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.001%
DC93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
DHC7	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4	0.005%
E009	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0.002%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
E480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	4	7	0.008%
EA33	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	3	2	16	0.019%
EA330	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.001%
EC120B	5	2	8	16	4	2	8	2	2	0	0	0	49	0.058%
EC135	8	6	9	10	13	5	4	11	18	2	2	4	92	0.108%
EN480B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.001%
F100	4	4	0	1	0	14	10	2	4	16	21	13	89	0.104%
F18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0.005%
F27	5	2	2	14	6	11	6	10	4	5	10	5	80	0.094%
F28	0	0	2	0	1	1	1	9	12	40	50	13	129	0.151%
F50	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
FA18	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
FK10	12	28	29	29	94	56	32	46	57	40	43	31	497	0.583%
FK100	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	5	0.006%
FK27	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0.004%
FK28	35	10	12	36	6	101	120	117	87	80	48	43	695	0.816%
GALX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
GLF4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
GLF5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
IL76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
JS41	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0.005%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
KT16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.001%
KT1B	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	53	0	103	0.121%
M28	0	0	0	0	2	1	2	0	0	2	0	0	7	0.008%
M80	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.001%
MA60	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	3	7	0.008%
MB35	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0.005%
MD	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.001%
MD80	0	6	4	5	0	14	15	129	32	189	336	151	881	1.034%
MD82	671	413	413	921	1070	1177	1347	1195	899	893	748	567	10314	12.104%
MD82 A	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0.002%
MD82 B	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.001%
MD83	51	35	35	79	139	31	100	90	67	64	74	52	817	0.959%
MD90	126	89	64	86	49	5	0	13	82	59	16	14	603	0.708%
MI12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.001%
MI21	5	3	3	0	2	4	2	0	0	4	7	5	35	0.041%
MI28	6	0	0	0	2	1	0	2	0	0	0	0	11	0.013%
N212	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.001%
N22	5	6	27	35	29	16	9	26	18	5	19	20	215	0.252%
N24	10	15	27	8	28	46	15	77	20	20	74	58	398	0.467%
N242LMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
NAS332	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0.002%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-10

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
NC212	5	2	3	6	5	8	18	1	7	7	2	6	70	0.082%
NC22	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	2	10	0.012%
PKGZK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
RJ85	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	4	0.005%
S58T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.001%
S76	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0.004%
S76A	0	0	4	0	18	15	1	4	0	0	0	0	42	0.049%
SA315B	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	4	0.005%
SA33	0	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0.007%
SA330	4	1	0	1	0	2	1	0	0	19	1	0	29	0.034%
SA330J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	24	60	0.070%
SA332	2	1	3	1	4	9	2	0	0	9	0	2	33	0.039%
T34C	0	0	0	0	0	247	67	0	0	0	125	0	439	0.515%
T41D	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	7	0.008%
TB10	34	8	36	54	22	8	0	0	70	30	26	48	336	0.394%
TC980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	3	0	15	0.018%
WW24	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
TOTAL	4361	2785	2658	5924	6653	6642	7324	7525	6663	7615	7325	4864	**70339**	**83%**

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
A306	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.002%
A313	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.005%
A319	23	40	41	11	0	2	0	0	0	0	6	97	220	0.258%
A320	110	122	180	27	0	8	0	0	0	0	17	162	626	0.735%
A320F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
A322	16	23	35	6	0	0	0	0	0	0	4	7	91	0.107%
A330	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0.013%
A332	6	4	7	0	0	0	0	1	2	2	1	6	29	0.034%
A333	12	18	16	8	0	0	0	0	0	0	1	7	62	0.073%
AN12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
AS220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
AS332	20	21	25	0	0	0	0	0	0	0	0	6	72	0.084%
AS365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
AT42	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.005%
B0105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B19000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B407	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B412	38	48	73	5	0	0	0	0	0	0	0	10	174	0.204%
B412EP	14	15	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0.043%
B427	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0.007%
B430	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
B732	816	869	1130	211	5	36	1	1	1	1	31	550	3652	4.286%
B733	641	728	909	164	8	27	1	1	2	1	42	585	3109	3.648%
B734	370	442	665	151	17	48	7	18	15	6	76	688	2503	2.937%
B735	14	12	31	19	1	6	4	0	0	1	7	33	128	0.150%
B736	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B737	10	12	8	0	1	0	0	0	0	0	3	81	115	0.135%
B737-200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B737-300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B737-500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B737MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B738	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	7	17	0.020%
B739	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	45	49	0.058%
B73B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B742	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B743	54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	54	119	0.140%
B744	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.002%
B745	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B746	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B747	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0.004%
B748	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B749	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B751	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B752	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B753	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B755	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B756	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B757	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B759	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B762	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B763	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
B764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B765	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B766	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B767	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
B768	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
B769	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B771	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B772	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B773	8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	13	0.015%
B774	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B775	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B776	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B777	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B778	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
B779	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
BE19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
BE190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
BE20	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.005%
BE400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
BEL205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
BELL412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
BK117	9	11	4	1	0	2	0	0	0	0	0	5	32	0.038%
BK13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
BN2A	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	13	0.015%
BO105	5	11	19	0	0	0	0	0	0	0	2	7	44	0.052%
BO205	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.001%
C130	4	8	6	1	0	1	0	0	0	0	0	4	24	0.028%
C207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
C208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
C212	53	80	68	11	2	2	0	0	0	0	5	15	236	0.277%
C235	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0.013%
C56X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.002%
CL500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
CN235	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.005%
CN35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
CS12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
DA20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
DAOPHIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
DC93	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
DHC7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
E009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
E480	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
EA33	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	0.012%
EA330	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
EC120B	9	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0.027%
EC135	6	4	21	2	0	0	0	0	0	0	0	1	34	0.040%
EN480B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
F100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	23	0.027%
F18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0.002%
F27	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0.007%
F28	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	29	32	0.038%
F50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
FA18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
FK10	8	23	70	6	1	0	0	0	0	0	2	6	116	0.136%
FK100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
FK27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
FK28	25	10	16	5	0	1	0	0	0	0	3	11	71	0.083%
GALX	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
GLF4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
GLF5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0.001%
IL76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
JS41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
KT16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
KT1B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
M28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
M80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MA60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MB35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MD80	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	231	236	0.277%
MD82	435	504	656	117	14	41	8	8	6	7	44	298	2138	2.509%
MD82 A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MD82 B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MD83	50	51	82	14	0	0	0	0	0	0	3	17	217	0.255%
MD90	73	76	58	7	0	0	0	0	0	0	0	9	223	0.262%
MI12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
MI21	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16	0.019%
MI28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
N212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
N22	1	14	44	8	1	0	0	0	0	0	0	2	70	0.082%
N24	14	28	33	0	1	0	0	0	0	0	0	2	78	0.092%
N242LMS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
NAS332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%

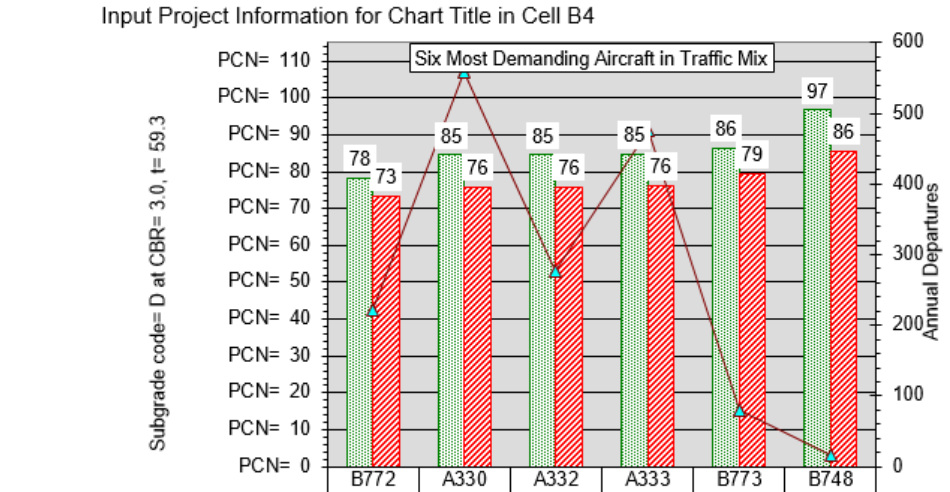
Sumber: P.T. Angkasa Pura I

DISTRIBUSI PERGERAKAN PESAWAT 2007 RUNWAY R-28

TYPE	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	SUM	%
NC212	4	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	0.016%
NC22	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.007%
PKGZK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0.001%
RJ85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
S58T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
S76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
S76A	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0.002%
SA315B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
SA33	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
SA330	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0.002%
SA330J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4	0.005%
SA332	0	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0.016%
T34C	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.002%
T41D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
TB10	30	21	41	0	0	0	0	0	0	0	2	0	94	0.110%
TC980	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
WW24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000%
TOTAL	2909	3247	4309	776	52	178	21	30	26	19	264	3044	**14875**	**17%**

Sumber: P.T. Angkasa Pura I

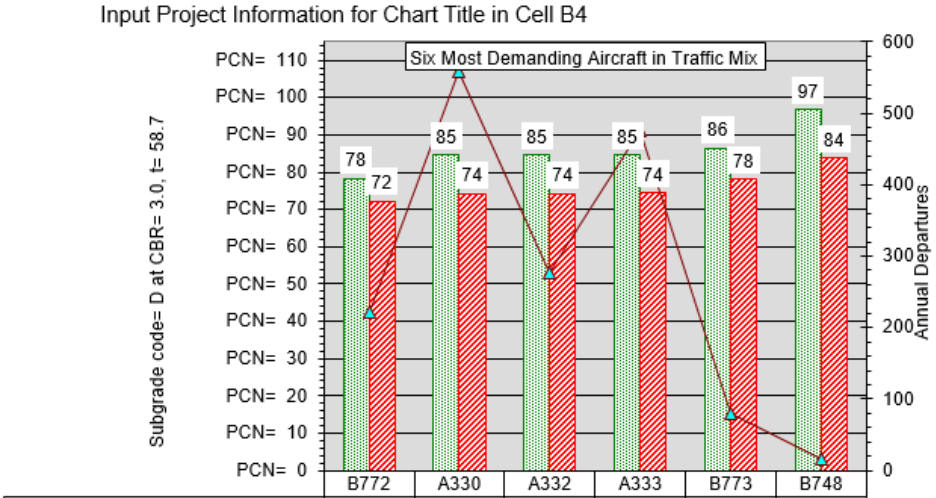
OUTPUT SOFTWARE COMFAA SEGMEN 1,2,3, & 10



	B772	A330	A332	A333	B773	B748
1. Aircraft ACN at traffic mix GW	78.3	84.5	84.5	84.7	86.4	96.7
2. Calculated PCN at CDF max. GW	73.4	75.9	75.9	76.1	79.4	85.7
3. Annual Departures from traffic mix	222	559	277	475	80	17

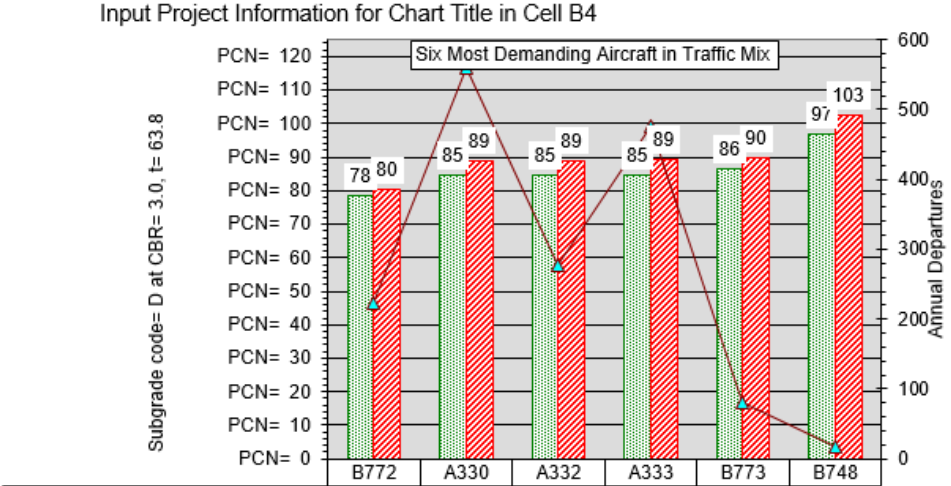
Sumber: COMFAA

OUTPUT SOFTWARE COMFAA SEGMEN 4 & 6



Sumber: COMFAA

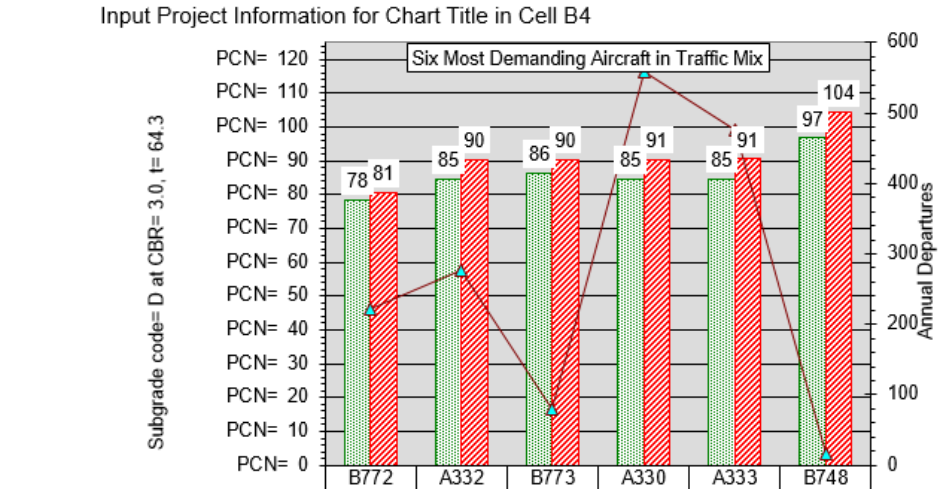
OUTPUT SOFTWARE COMFAA SEGMEN 7



	B772	A330	A332	A333	B773	B748
1. Aircraft ACN at traffic mix GW	78.3	84.5	84.5	84.7	86.4	96.7
2. Calculated PCN at CDF max. GW	80.2	89.0	89.0	89.2	89.6	102.5
3. Annual Departures from traffic mix	222	559	277	475	80	17

Sumber: COMFAA

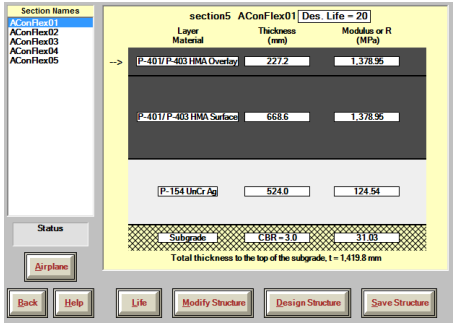
OUTPUT SOFTWARE COMFAA SEGMEN 8 & 9



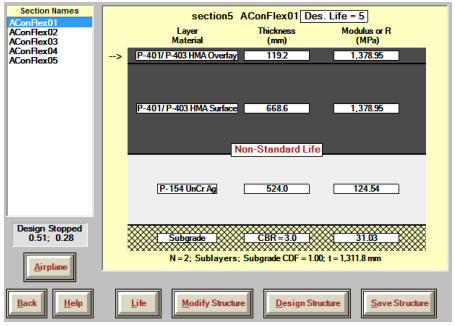
	B772	A332	B773	A330	A333	B748
1. Aircraft ACN at traffic mix GW	78.3	84.5	86.4	84.5	84.7	96.7
2. Calculated PCN at CDF max. GW	80.6	90.4	90.4	90.5	90.6	104.3
3. Annual Departures from traffic mix	222	277	80	559	475	17

Sumber: COMFAA

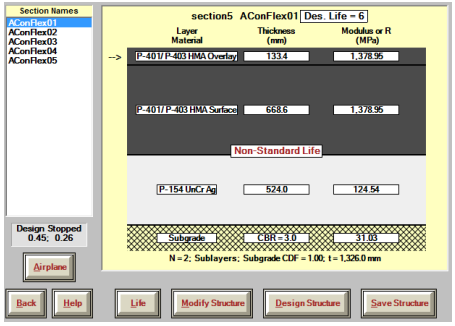
OUTPUT SOFTWARE FAARFIELD SEGMEN 1,2,3, & 10



Desain life 20 tahun

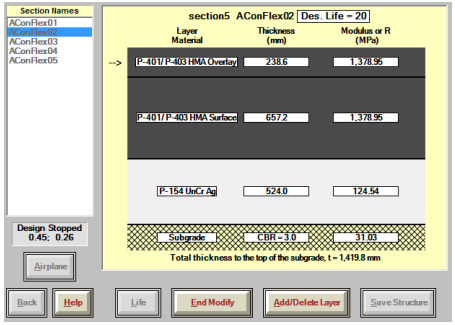


Desain life 5 tahun

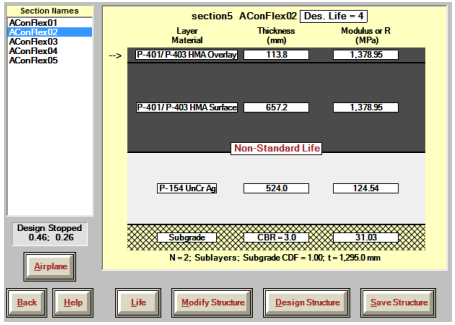


Desain life 6 tahun

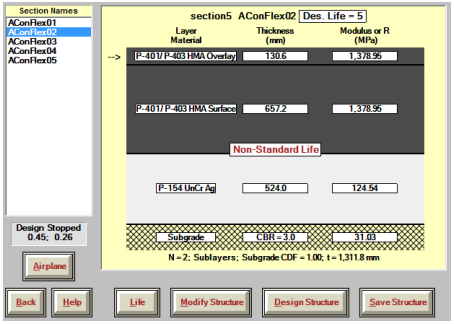
OUTPUT SOFTWARE FAARFIELD SEGMEN 4 & 6



Desain life 20 tahun

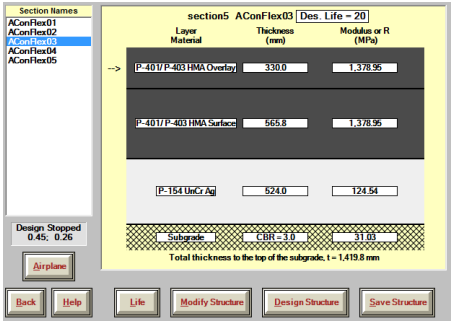


Desain life 4 tahun

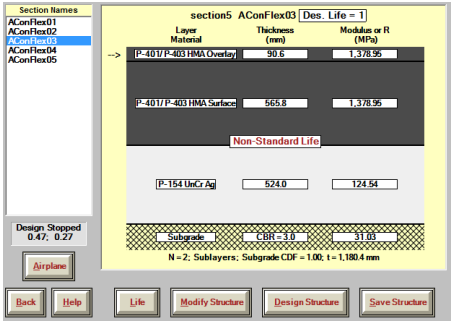


Desain life 5 tahun

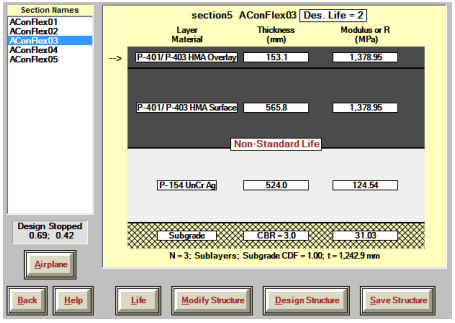
OUTPUT SOFTWARE FAARFIELD SEGMEN 5



Desain life 20 tahun

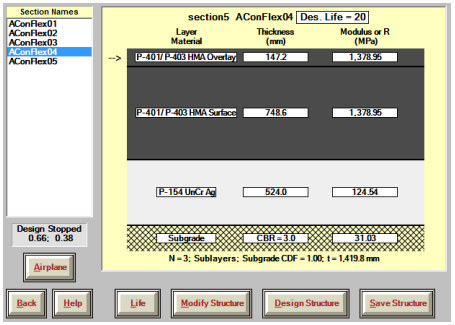


Desain life 1 tahun

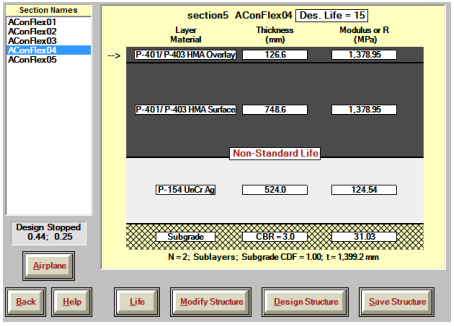


Desain life 2 tahun

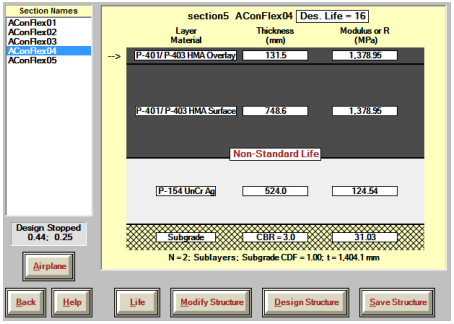
OUTPUT SOFTWARE FAARFIELD SEGMEN 7



Desain life 20 tahun

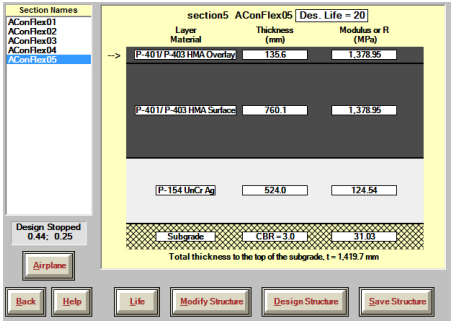


Desain life 15 tahun

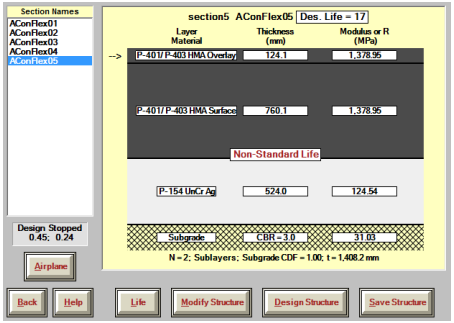


Desain life 16 tahun

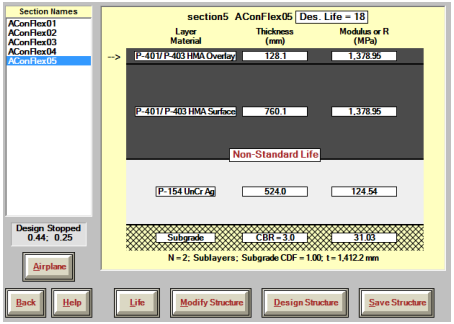
OUTPUT SOFTWARE FAARFIELD SEGMEN 8 & 9



Desain life 20 tahun



Desain life 17 tahun



Desain life 18 tahun