

# fixxx revisi ta bismillah 123.pdf

*by turnitin student*

---

**Submission date:** 08-Aug-2024 03:41PM (UTC+0100)

**Submission ID:** 238426045

**File name:** fixxx\_revisi\_ta\_bismillah\_123.pdf (3.77M)

**Word count:** 10448

**Character count:** 68320

**PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE  
DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL  
HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG**

**TUGAS AKHIR**

Oleh:

**RISA RIANA PUSPITA SARI**

**NIT. 561920300**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA  
BANDAR UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN  
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

**JULI 2024**

**PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE  
DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL  
HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG**

**<sup>1</sup>  
TUGAS AKHIR**

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan

Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Program Sarjana Terapan

Oleh:

**RISA RIANA PUSPITA SARI**



**NIT. 56192030045**

**<sup>21</sup>  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA  
BANDAR UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN  
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**

**JULI 2024**

**ABSTRAK**  
**PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE**  
**DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL**  
**HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG**

Oleh:

**RISA RIANA PUSPITA SARI**

**NIT: 56192030045**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA**  
**PROGRAM SARJANA TERAPAN**

Bandar Udara Husein Sastranegara adalah bandar udara yang terletak di Jalan Pajajaran Nomor. 156, kelurahan Husein Sastranegara, kecamatan Cicendo, kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. *Apron* biasa digunakan untuk pesawat melakukan pengoptimalan seperti bongkar muatan cargo, pengisian bahan bakar, naik dan turunnya penumpang. Yang dimana selalu digunakan untuk operasional penerbangan secara terus menerus. Kondisi eksisting *apron* seluas 388m x 80m dengan jumlah parking stand 8. *Apron* ini memiliki nilai *Pavement Classification Number* (PCN) 50, yang menunjukkan kemampuan perkerasan *apron* untuk menahan beban pesawat. Terdapat pesawat terkeritis yaitu Boeing 737-800 memiliki nilai *Aircraft Classification Number* (ACN) 50,3 yang berpengaruh langsung terhadap penentuan tebal perkerasan yang digunakan, keadaan tanah dasar yang mempengaruhi jenis konstruksi yang akan digunakan. *Apron* di Bandara Husein Sastranegara Bandung sudah berumur kurang lebih 14 tahun, seiring berjalannya waktu, perkerasan *flexible* ini mengalami penurunan kualitas, kerusakan, dan kemampuan menahan beban akibat belum adanya pelapisan ulang. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu merencanakan lapis ulang perkerasan *flexible* di *Apron C-D* di bandara udara Husein Sastranegara Bandung. Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif yaitu dengan menggunakan metode kuantitatif berupa angka-angka. Data dianalisis dengan menggunakan perhitungan COMFAA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur perkerasan dibongkar setebal 200 mm dan di lapis ulang setebal 200 mm dan ada peningkatan PCN dari nilai 50 menjadi 99 di *Parking Stand* 1, 2, dan 3. Hal ini diharapkan mampu menampung beban pesawat terkeritis yang beroperasi, dengan demikian hasil analisis perhitungan ini bisa digunakan sebagai perencanaan ulang perkerasan *flexible* di *apron c-d* bandar udara husein sastranegara bandung.

**Kata Kunci** : *Apron*, *Aircraft Classification Number* (ACN), Bandar udara Husein Sastranegara, *Pavement Classification Number* (PCN)

## **ABSTRACT**

### **PLANNING FOR FLEXIBLE PAVEMENT RESURFACING ON THE C-D APRON OF HUSEIN SASSTRANEGARA BANDUNG THE INTERNASIONAL AIRPORT**

**By :**

**RISA RIANA PUSPITA SARI**

**NIT: 56192030045**

#### **AIRPORT ENGINEERING TECHNOLOGY STUDIES PROGRAM APPLIED BACHELOR'S PROGRAM**

<sup>2</sup> Husein Sastranegara Airport is an airport located at Jalan Pajajaran Number. 156, Husein Sastranegara Village, Cicendo District, Bandung City, West Java Province. Aprons are commonly used for aircraft to perform optimizations such as cargo unloading, refueling, boarding and disembarking passengers. Which is always used for continuous flight operations. The existing condition of the apron is 388m x 80m with the number of parking stands 8. This apron has a Pavement Classification Number (PCN) value of 50, which indicates the ability of the apron pavement to withstand the weight of the aircraft. There is a critical aircraft, namely the Boeing 737-800 which has an Aircraft Classification Number (ACN) value of 50.3 which directly affects the determination of the thickness of the pavement used, the condition of the subsoil which affects the type of construction to be used. The apron at Husein Sastranegara Airport Bandung is approximately 14 years old, over time, this flexible pavement has decreased in quality, damage, and load-bearing ability due to the lack of resurfacing yet. The purpose of this study is to plan the re-layering of flexible pavement in Apron C-D at Husein Sastranegara Airport Bandung. This research is a quantitative research, namely by using a quantitative method in the form of numbers. The data was analyzed using COMFAA calculations. The results showed that the pavement structure was dismantled 200 mm thick and re-layered 200 mm thick and there was an increase in PCN from 50 to 99 in Parking Stands 1, 2, and 3. This is expected to be able to accommodate the load of the most critical aircraft in operation, thus the results of this calculation analysis can be used as a flexible pavement re-planning in the c-d apron of Husein Sastranegara Airport Bandung.

<sup>2</sup> **Keywords:** Apron, Aircraft Classification Number (ACN), Bandar udara Husein Sastranegara, Pavement Classification Number (PCN).

## PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus pendidikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang.



Nama : RISA RIANA PUSPITA SARI

NIT : 56192030045

PEMBIMBING I

PEMBIMBING II

DWI CAHYONO, S.T., MS.ASM

Penata Muda (III/a)

NIP. 19831129 200604 1 004

HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19830207 200712 2 002

KETUA PROGRAM STUDI

Ir.M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 2002121001

## PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir: “PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana pada tanggal 23 Juli 2024.

KETUA

SEKRETARIS

Ir.DWI CANDRA YUNIAR, S.ST., M.Si.

HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M.

Pembina (IV/a)

Penata Tk.I (III/d)

NIP. 19760612 199803 1 001

NIP. 19830207 200712 2 002

ANGGOTA

ANTON ABDULLAH, S.T., M.M.

Pembina (IV/a)

NIP. 19781025 200003 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : RISA RIANA PUSPITA SARI  
NIT : 56192030045  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa TA berjudul **“PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG”** merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 23 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan

Materai  
Rp 10.000,-

RISA RIANA PUSPITA SARI



## **PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR**

Tugas akhir program sarjana terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Sari, R.R.P. (2024): *PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG*, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

30  
Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh TA haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

*Dipersembahkan kepada*  
*Ayahanda Hery Soekmono dan Ibunda Maisya Diana Santi*

### 3 KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang maha pengasuh lagi maha penyayang, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpah rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEXIBLE DI APRON C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA – BANDUNG”.

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan di Politeknik Penerbangan Palembang.

Pada kesempatan ini, penulis banyak terima bantuan, bimbingan dan pengarahan dari berbagai pihak baik material, spiritual, materi serta saran. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Yang telah memberikan kesempatan dan kesehatan baik rohani maupun jasmani dalam menyelesaikan tugas akhir ini;
2. Kepada cinta pertama dan panutan, ayahanda Hery Soekmono dan pintu surgaku ibunda Maisya Diana Santi terima kasih atas segala pengorbanan dan cinta, sayang, ridho, do'a restu serta dukungan penuh yang selalu menyertai setiap langkahku, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu sampai meraih gelar sarjana.
3. Kepada kak Doni Arfianto, kak Enggar Hersan Pratama, ayuk Efty Setiyanuari dan adek saya Syifa Namira Az-Azhara yang telah memberikan, doa, nasihat, dukungan serta semangat kepada saya;
4. Bapak Sukahir, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang;
5. Bapak Ir.M. Indra Martadinata, S.ST., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan;
6. Bapak Dwi Cahyono, S.T., MS.ASM selaku Pembimbing 1 yang sudah sabar membimbing dan memberikan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai;

7. Ibu Herlina Febiyanti, S.T.,M.M selaku Pembimbing 2 yang sudah sabar membimbing dan memberikan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai;
8. Seluruh dosen dan civitas akademika Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Politeknik Penerbangan Palembang;
9. Seluruh Teknisi Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung;
10. Rekan-rekan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan 1 Politeknik Penerbangan Palembang yang telah memberikan masukan dan saran kepada saya;
11. Rekan-rekan Angkatan 1 Politeknik Penerbangan Palembang yang telah berjuang bersama-sama;
12. Dan terimakasih buat diri sendiri yang sudah mau bertanggung jawab memenuhi kewajiban dengan menyelesaikan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya dan semaksimal mungkin, sudah berjuang mati-matian, sudah memilih berusaha dan tidak kenal lelah, sudah memutuskan tidak menyerah sesulit apapun pada saat proses penulisan skripsi. Ini adalah pencapaian yang patut dibanggakan dan dirayakan untuk diri sendiri;
13. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang positif sehingga dapat berkarya yang lebih baik. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Palembang, 23 Juli 2024

RISA RIANA PUSPITA SARI

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	ii
ABSTRACT .....	iii
PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iv
PENGESAHAN PENGUJI .....	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	vi
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Tujuan .....	4
E. Manfaat .....	4
F. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Teori Penunjang .....	6
B. Penelitian Yang Relevan .....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	32
A. Metode Penelitian .....	32
B. Tahapan Penelitian .....	32
C. Objek Penelitian .....	33
D. Teknik Pengumpulan Data .....	33
E. Tempat dan Waktu Penelitian .....	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	36
A. Hasil Penelitian .....	36
B. Pembahasan .....	39

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....	52
LAMPIRAN .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Layout Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung .....	55
Lampiran B Gambar Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung .....	55
Lampiran C Dokumentasi Pada Saat Di lapangan .....	56
Lampiran D Hasil Turnitin .....	56
Lampiran E Lembar Bimbingan .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Kondisi <i>existing apron</i> .....	3
Gambar II. 1 Struktur lapisan perkerasan lentur.....	8
Gambar II. 2 Struktur lapisan perkerasan kaku.....	10
Gambar II. 3 Retak memanjang dan melintang.....	12
Gambar II. 4 Retak kulit buaya.....	12
Gambar II. 5 Retak blok.....	13
Gambar II. 6 Retak slip.....	13
Gambar II. 7 Retak reflektif sambungan.....	13
Gambar II. 8 Pelapukan dan butiran lepas.....	14
Gambar II. 9 Lubang.....	14
Gambar II. 10 Mengelupas.....	14
Gambar II. 11 Erosi semburan.....	15
Gambar II. 12 Tambalan dan galian utilitas.....	15
Gambar II. 13 Lendutan dijalur roda.....	16
Gambar II. 14 Gelombang.....	16
Gambar II. 15 Penurunan Setempat.....	16
Gambar II. 16 Mengembang.....	17
Gambar II. 17 Agregat licin.....	17
Gambar II. 18 Tumpahan minyak.....	18
Gambar II. 19 Keluarnya material aspal ke permukaan.....	18
Gambar II. 20 Retak memanjang dan melintang.....	18
Gambar II. 21 Retak diagonal.....	19
Gambar II. 22 Pecah sudut/Retak sudut.....	19
Gambar II. 23 Retak daya tahan.....	20
Gambar II. 24 Retak susut.....	20
Gambar II. 25 Kerusakan penutup sambungan.....	21
Gambar II. 26 <i>Scaling/Map Crack/Crazing</i> .....	21
Gambar II. 27 Retak Kehancuran ( <i>Blow Up</i> ).....	22
Gambar II. 28 Retak bersilangan pelat pecah.....	22



Gambar II. 29 <i>Popout</i> .....	22
Gambar II. 30 Tambalan tidak sempurna <i>patching</i> .....	23
Gambar II. 31 Pemompaan ( <i>Purmping</i> ).....	23
Gambar II. 32 Penurunan atau Patahan ( <i>Settlement/ Faurlling</i> ).....	24
Gambar II. 33 Metode COMFAA.....	26
Gambar III. 1 <i>Flowchart</i> .....	32
Gambar IV. 1 Gambar layering sistem <i>apron parking stand 1,2 dan 3</i> .....	39
Gambar IV. 2 <i>Spreadsheet</i> COMFAA PS 1,2,3 ( <i>flexible</i> ).....	40
Gambar IV. 3 <i>Evaluation Thickness</i> COMFAA PS 1,2,3 ( <i>flexible</i> ).....	41
Gambar IV. 4 Input <i>Traffic Data</i> .....	42
Gambar IV. 5 Hasil perhitungan PCN COMFAA PS 1,2,3 ( <i>flexible</i> ) .....	42
Gambar IV. 6 Hasil perhitungan ACN COMFAA <i>parking stand 1,2,3 (flexible)</i> .....	43
Gambar IV. 7 Gambar <i>apron</i> .....	45
Gambar IV. 8 Hasil Gambar Desain.....	46
Gambar IV. 9 Hasil pembuatan gambar kerja.....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Daftar Analisis Harga Satuan Pekerjaan.....	27
Tabel II. 2 Penelitian Terdahulu .....	29
Tabel III. 1 Waktu Penelitian.....	35
Tabel IV. 1 Data Lalu Lintas Udara.....	36
Tabel IV. 2 Pergerakan pesawat 2019 Penerbangan <i>Domestik dan Internasional</i>	37
Tabel IV. 3 <i>Layering Sistem Apron Parking Stand 1,2 dan 3</i> .....	38
Tabel IV. 4 <i>Layering Sistem Apron 4,5 dan 6</i> .....	39
Tabel IV. 5 <i>Apron Parking Stand 1, 2 dan 3 (Flexible)</i> .....	40
Tabel IV. 6 Hasil analisis kemampuan menanggung beban pesawat B737-800 ...	44
Tabel IV. 7 Tabel Kriteria Klasifikasi Bandar Udara .....	45
Tabel IV. 8 Rekomendasi lapis ulang perkerasan <i>apron C-D parking stand 1, 2, 3</i> .....	46
Tabel IV. 9 Perhitungan volume kerja .....	48
Tabel IV.10 Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	49

## DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian Pertama kali Pada halaman
<sup>78</sup> PCN	<i>Pavement Classification Number</i>	1
ACN	<i>Aircraft Classification Number</i>	1
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>	5
FAA	<i>Federal Aviation Authority</i>	5
CDF	<i>Cummulative Damage Factor</i>	26
RAB	Rancangan Anggaran Biaya	29
UPBU	unit penyelenggara bandar udara	<sup>75</sup> 35

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Bandar Udara Husein Sastranegara (IATA: BDO, ICAO : WICC) adalah sebuah bandar udara internasional yang terletak di Jalan Pajajaran Nomor. 156, Kelurahan Husein Sastranegara, Kecamatan Cicendo, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat. Bandara yang namanya diambil dari nama pahlawan penerbangan Republik Indonesia yang lahir di Kota Cianjur, Jawa Barat. Selain untuk melayani masyarakat, bandara ini juga merupakan salah satu pangkalan TNI Angkatan Udara Republik Indonesia (AURI).

Pada tahun 1974 telah diresmikan nama Stasiun Udara Husein Sastranegara Bandung, yang dimana saat itu sudah ada pelayanan lalu lintas udara yang dilakukan oleh pihak komersial sipil demi kepentingan penerbangan. Pada tahun 1983 adanya peningkatan dari penggolongan pelabuhan udara yang mana sebelumnya kelas III naik menjadi kelas II hal ini berdasarkan keputusan Menteri Perhubungan No. KM 68/HK 207/PHB-83 tanggal 19 Februari 1983. Pada tahun 1994, berdasarkan PP RI No. 26. Pada tanggal 30 Agustus 1994 secara menyeluruh diahlikan kepihak PT. Angkasa Pura II (Fatmayati & Burhanudin, 2024).

Sebagai penyedia jasa penerbangan, bandar udara harus dalam kondisi baik dan beroperasi secara maksimal, baik pada bagian fasilitas sisi udara maupun fasilitas sisi darat dengan melakukan pemenuhan standar fasilitas. Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung memiliki *apron* dengan luas 32.000 m<sup>2</sup>, dan dapat menampung pesawat dengan jumlah *parking stand* 8. *Apron* pada Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung memiliki spesifikasi 50 F/C/X/T (*stand* 1-3) dan 50 R/C/X/T (*stand* 4-8).

Pada tahun 1996, bandara ini mendapatkan himbauan dari unit penyelenggara bandar udara (UPBU) bahwa lapisan ini masih *flexible*. Pada tahun 2010 diadakannya *overlay Apron (flexible)* di area *parking stand* 1,2, dan 3. *Pavement Classification Number* (PCN) merupakan suatu angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi pesawat tak terbatas yang

<sup>12</sup> dan *Aircraft Classification Number* (ACN) merupakan sebuah angka yang menerangkan batasan pesawat khusus di atas perkerasan melalui perincian standar *subgrade*.

*Apron* digunakan untuk pesawat melakukan pengoptimalan seperti bongkar muatan cargo, <sup>53</sup> pengisian bahan bakar, naik dan turunnya penumpang. Di area *apron parking stand* 1, 2, dan 3 digunakan untuk operasional penerbangan secara terus menerus. *Apron* ini memiliki nilai PCN 50, yang menunjukkan kemampuan perkerasan *apron* untuk menahan beban pesawat. Terdapat pesawat terkeritis yaitu Boeing 737-800 memiliki ACN 50,3 yang berpengaruh langsung terhadap penentuan tebal perkerasan yang digunakan, keadaan tanah dasar yang mempengaruhi jenis konstruksi yang akan digunakan, serta *traffic* penerbangan lain yang beroperasi di bandar udara Husien Sastranegara menunjukkan beban maksimum yang ditanggung perkerasan *apron*, <sup>80</sup> sehingga beban pesawat tidak bisa maksimal untuk beroperasi di *Apron Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung*. *Apron* di *Bandara Husien Sastranegara Bandung* sudah berumur kurang lebih 14 tahun, seiring berjalannya waktu, perkerasan *flexible* ini mengalami penurunan kualitas, kerusakan, dan kemampuan menahan beban akibat belum adanya pelapisan ulang. Pelapisan ulang yang dipasang di atas konstruksi perkerasan yang ada dengan tujuan meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada agar dapat melayani lalu lintas yang direncanakan selama kurun waktu yang akan datang. Pelapisan ulang yang dilakukan sebagai usaha untuk memperbaiki kondisi fungsional dan struktural perkerasan. Kerusakan fungsional akan mempengaruhi kualitas pelayanan perkerasan, seperti gangguan kerataan, permukaan yang berlubang, bergelombang, dan lain – lain.

Kerusakan struktural adalah kondisi struktur perkerasan akan mengalami penurunan kemampuan dalam mendukung pergerakan pesawat, termasuk perkerasan yang kurang tebal dan beberapa tipe kerusakan, seperti retak, distorsi, dan disintegrasikan. Maka dari itu perlu dilakukukan perbaikan kerusakan-kerusakan yang ada serta pemulihan dan peningkatan perkerasan sehingga mampu menahan beban pesawat yang lebih besar. Dari

permasalahan tersebut penulis tertarik mengangkat judul tugas akhir “Perencanaan Lapis Ulang Perkerasan *Flexible* di *Apron C-D* Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara – Bandung.



Gambar I. 1 Kondisi Existing Apron  
(Sumber : Google Earth, 2024)

#### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah, yaitu bagaimana perencanaan lapis ulang perkerasan *flexible* di *apron C-D* di bandara udara Husein Sastranegara-Bandung?

#### **C. Batasan Masalah**

Dalam uraian dan rumusan masalah di atas, untuk menghindari penafsiran yang luas pada saat pembahasan permasalahan dan agar lebih fokus pada apa yang akan dibicarakan, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Perencanaan hanya dilakukan di area *Apron C-D* untuk memfokuskan permasalahan ini agar tidak memperluas dari masalah yang diteliti penulis.
2. Hasil CBR dari data-data bandar udara.
3. Menggunakan *software* COMFAA pada saat perhitungan tebal perkerasan.
4. Perhitungan tebal perkerasan *overlay* pada *apron* dan perhitungan Nilai PCN pada konstruksi *overlay apron* serta berapa hasil

perhitungan rancangan anggaran biaya di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung.

5. Tidak sampai perhitungan pengecatan marka.

#### D. Tujuan

58

Berdasarkan rumusan masalah yang telah di sebutkan di atas maka tujuan dalam penulisan ini yaitu merencanakan lapis ulang perkerasan *flexible* di Apron C-D di bandara udara Husein Sastranegara Bandung.

1

#### E. Manfaat

Adapun manfaat yang di peroleh dari pembahasan ini, sebagai berikut:

##### 1. Bagi Penulis

Menambah wawasan penggunaan *software* COMFAA pada perkerasan serta mengetahui cara perhitungan rancangan anggaran biaya.

##### 2. Bagi Lembaga Pendidikan

Menambah kualitas taruna/i Politeknik Penerbangan Palembang terkhususnya Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan.

#### F. Sistematika Penulisan

Bab ini untuk mempermudah tantang pemahaman tugas akhir, adapun beberapa sub bab yang berisi tentang sistematika penulisan sebagai berikut :

##### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang perlunya melakukan perencanaan pada Apron untuk ke depannya, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

##### 2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang tinjauan pustaka yang berisi deskripsi mengenai Apron, perkerasan *flexible*, serta metode COMFAA.

##### 3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi alur proses dan metode yang digunakan untuk menghitung tebal perkerasan *surface* serta nilai PCN yang dibutuhkan di Apron bandar udara husein sastranegara bandung.

<sup>61</sup>  
4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan tentang perhitungan tebal perkerasan *overlay* serta perhitungan nilai PCN dengan menggunakan *software* COMFAA.

<sup>43</sup>  
5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *software* COMFAA.



## TINJAUAN PUSTAKA

## A. Teori Penunjang

## 1. Perencanaan

Perencanaan bandar udara tersebut didasarkan pada *International Civil Aviation Organization* (ICAO), *Federal Aviation Authority* (FAA), Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2001 tentang bandar udara, Keputusan Menteri Perhubungan KM 44 Tahun 2002 tentang Peraturan Bandar Udara Nasional, dan Undang-undang Nomor 2009 tentang Penerbangan Nomor 1 dan beberapa arahan terkait lainnya (Marviansah, 2023).

Perencanaan yang merupakan suatu pedoman, atau petunjuk yang harus diikuti agar menghasilkan hasil yang baik. Perencanaan adalah kerangka persiapan untuk mencapai suatu tujuan yang diinginkan (Taurfiqurrokhman, 2008).

Berdasarkan sumber-sumber yang di atas dapat disimpulkan bahwa dalam melaksanakan pelapisan ulang perkerasan *fleksible Apron C-D* di bandar udara Internasional Husein Sastranegara–Bandung sebelumnya harus menyiapkan perencanaan terlebih dahulu agar mencapai suatu tujuan.

## 2. Fasilitas sisi udara

Fasilitas sisi udara adalah daerah non publik di bandar udara. Semua orang, benda dan kendaraan memerlukan izin khusus dan pemeriksaan keamanan (Dirjen Perhubungan Udara, 2005). Fasilitas sisi udara meliputi:

a. Landas pacu (*Runway*)

Landas pacu (*Runway*) adalah landasan yang memiliki bentuk segiempat tempat peralihan pesawat terbang dari darat ke udara

ataupun sebaliknya. Pada *runway* ini tempat terjadinya pendaratan atau lepas landas (Silvia Sukirman, 2024) .

b. Landas hubung (*Taxiway*)

Menurut KP 326 tahun 2019 , landas hubung (*taxiway*) yaitu memiliki jalur tersendiri di bandara, ini menunjukkan pesawat sedang melakukan *taxi* dan menunjukkan hubungan antara satu bagian bandara dengan bagian lainnya, termasuk:

- 1) *Aircraft stand taxilane*. Sebagian *apron* dirancang sebagai *taxiway* dan hanya diperuntukan bagi pesawat yang berhenti.
- 2) *Apron taxiway*. Bagian dari sistem *taxiway* terletak di *apron* dimaksudkan untuk menyediakan ruter *taxiway* melalui *apron*.
- 3) *Rapid exit taxiway*. *Taxiway* terhubung dengan *runway* pada sebuah sudut lancip dan dirancang untuk memungkinkan pesawat udara yang mendarat untuk berbelok pada kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan keluar *taxiway* lainnya dan karena bisa meminimalkan waktu penggunaan *runway*.

c. Landas parkir (*Apron*)

Menurut KP 326 tahun 2019, landas parkir (*Apron*) yang disediakan untuk pesawat melakukan pengoptimalan seperti bongkar muatan cargo, pengisian bahan bakar, naik dan turunnya penumpang.

d. Fasilitas Drainase

Fasilitas drainase yang merupakan bagian dari salah satu fasilitas sisi udara yang mempunyai peranan penting untuk mengalirkan kelebihan air yang tidak tertampung. Tujuannya untuk membuang air yang ada agar tidak terjadinya genangan dan banjir (Aditia Firmanto Y DKK, 2019)

e. Strip landas pacu (*Runway strip*)

Strip landas pacu (*Runway strip*) yang sering disebut sebagai jalur landas pacu yaitu area yang berada di sekeliling landas pacu yang berfungsi untuk :

- 1) Menimalisir kerusakan pada pesawat jika terjadinya kondisi

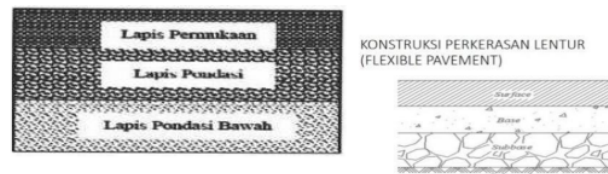
pesawat akan keluar dari batas landas pacu;

- 2) Agar pesawat terlindungi pada saat terbang di atas ketika sedang melakukan lepas landas atau pendaratan;
- 3) Agar melindungi fasilitas-fasilitas atau instalasi yang diperlukan oleh navigasi udara;
- 4) Agar melindungi hidup pesawat supaya tidak terjadinya perosokan kedalam tanah jika terjadinya pesawat yang tergelincir keluar dari landas pacu (Silvia Sukirman, 2024).

### 3. Macam-macam perkerasan pada *apron*

#### a. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Menurut (KP 94 tahun 2015) perkerasan lentur merupakan perkerasan yang memiliki sifat elastis, yang dimaksud yaitu perkerasan yang melendut pada saat ada pembebanan .



Gambar II. 1 Struktur lapisan perkerasan lentur

Ada beberapa struktur lapisan perkerasan *flexible* sebagai berikut:

#### 1) Lapis permukaan (*Surface course*)

Lapis permukaan yang berupa campuran agregat yang dipilih untuk mengikat aspal. Bahan yang digunakan untuk lapisan permukaan beton aspal disebut juga dengan aspal campuran panas. Lapisan ini untuk mencegah masuknya air ke suatu permukaan melalui lapisan pondasi yang berada dibawahnya, memberikan permukaan yang baik, bebas dari bahan-bahan yang berbahaya bagi pesawat dan manusia, dapat menahan tekanan pesawat, dan memberikan kekasaran yang maksimal sehingga tidak menimbulkan benturan apapun. Kerugian pada roda pesawat.

9  
2) Lapis pondasi atas (*Base course*)

Lapis pondasi atas merupakan komponen struktur yang menjadi inti utama konstruksi perkerasan lentur. Lapisan ini juga mendistribusikan beban dari bidang ke pondasi dan dasar jalan.

Lapisan tanah bagian atas harus berkualitas baik agar tidak merusak tanah dasar di bawahnya, untuk menahan tegangan yang dihasilkan lapis pondasi tersebut, untuk menahan vertical yang cenderung mengakibatkan perubahan dilapisan tersebut. Untuk mencegah suatu perubahan volume yang disebabkan fluktuasi kadar air. Lapisan pondasi stabilisasi ini umumnya mempunyai agregat pecah yang sudah diikat dengan bahan penstabil seperti semen *portland*. Kualitas substrat tergantung pada komposisi, kompresibilitas material dan sifat fisik.

3) Lapis pondasi bawah (*Subbase course*)

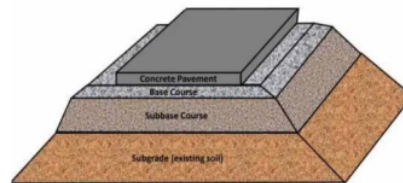
Lapisan ini berfungsi seperti lapis pondasi atas. Yang mempunyai syarat-syarat material lapis pondasi bawah tidak sekokoh lapis pondasi atas dikarenakan lapis ini untuk menahan suatu tagangan yang sangat kecil. Lapisan dasar ini terbuat dari bahan *penstabil* atau bahan *granular* yang dipadatkan.

4) Lapis tanah dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang dipadatkan yang menjadi fondasi sistem struktur. Lapisan dasar mempunyai kemampuan menahan beban yang sangat kecil dibandingkan dengan beban lapis permukaan dan dasar jalan. Oleh karena itu, tegangan yang menyebabkan beban lebih cenderung berkurang seiring dengan kedalaman dasar, sehingga tegangan dasar jalan seringkali terkonsentrasi pada permukaan dasar jalan. Penggabungan ketebalan dilapis permukaan dan lapis pondasi harus

mencukupi untuk merekduksi suatu tegangan yang terjadi ditanah dasar yang tidak adanya perpindahan atau mengubah posisi lapis tanah dasar.

b. Perkerasan kaku (*Rigid*)



Gambar II. 2 Struktur lapisan perkerasan kaku

(Sumber: Advisory Circular AC No: 150/5320-6D tentang *Airport pavement design and evaluation*)

Menurut KP 94 tahun 2015, Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan bahan baku semen sebagai bahan untuk pengikat dan bahan baku agregat. Lapisan ini memiliki sifat yang sangat berbeda dengan lapisan *flexible*. Perkerasan kaku mempunyai daya dukung utama terhadap perkerasan yang terbuat dari plat beton. Hal tersebut terikat dengan sidatnya pelat beton yang sangat kaku, sehingga dapat menyebabkan terjadinya luas pada bidang dan dapat menghasilkan tegangan yang cukup rendah pada lapisan-lapisan yang berada dibawah.

Perkerasan beton pondasi pertama yaitu adanya lapisan beton semen yang bermutu tinggi. Sedangkan lapisan bawah yang berfungsi sebagai kontruksi pendukung atau sebagai pelengkap. Kontruksi perkerasan kaku ini mempunyai kinerja yang sangat baik dan membutuhkan daya dukung yang sama.

1) Plat beton semen (Lapis permukaan)

Plat beton semen mempunyai daya dukung struktual pada beban pesawat, kekesatan pada permukaan, mencegah infiltrasi suatu air dipermukaan di kedalaman *subbase*, dan

permukaan yang rata.

2) Lapis pondasi bawah (*Subbase*)

Lapis pondasi bawah mempunyai daya dukung stabil. lapis pondasi bawah ini menyediakan drainase dibawah permukaan, daya dukung yang stabil, mencegah naiknya suatu material halus, dan untuk mengontrol tanah dasar yang mengembang. Lapis pondasi bawah ini memiliki tebal minimum yaitu 10 cm.

3) Lapis pondasi bawah terstabilisasi (*Stabilized Subbase*)

Konstruksi perkerasan kaku yang baru dirancang untuk menampung pesawat berbobot 100.000 pon (45.000 kg).ada manfaat menggunakan pondasi *stabilized subbase* bisa dilihat dimodulus reaksi pada tanah dasar yang berkerja di pondasi.

4) Tanah dasar (*Subgrade*)

Tanah yang dipadatkan akan menjadi pondasi. Memiliki tegangan tanah yang lebih rendah dibandingkan lapisan dasar dan lapisan permukaan. Tegangan pada lapisan tanah di bawahnya akan berkurang seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pengendalian tanah ini pada umumnya cukup pada permukaan tanah tanpa pengecualian dalam kondisi tertentu. Kondisi tertentu apa (misalnya adanya air yang signifikan atau perbedaan kepadatan) yang dapat mengubah posisi kontrol tegangan.konstruksi dasar harus mampu mereduksi tegangan yang bekerja pada dasar sampai suatu nilai yang cukup untuk mencegah terjadinya perubahan posisi semula (*deformasi*) atau perpindahan (*displacement*) lapisan dasar.

4. Kerusakan konstruksi perkerasan

Menurut KP 94 tahun 2015, konstruksi perkerasan dibagi menjadi 2 (dua) yaitu konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*). Akan tetapi meskipun terdapat

perbedaan tipe kerusakan karena perbedaan karakteristik pada kedua konstruksi tersebut.

a. Kerusakan pada konstruksi perkerasan lentur (*Flexible pavement*)

1) Retak memanjang dan melintang (*Long & trans cracking*)



Gambar II. 3 Retak memanjang dan melintang

Retak yang tidak saling berhubungan antara satu dengan yang lain yang memiliki panjang disepanjang perkerasan. Retakan ini biasanya nampak individu ataupun sekelompok retakan sejajar.

32  
2) Retak kulit buaya (*Alligator cracks*)



Gambar II. 4 Retak kulit buaya

Memiliki celah retakan  $> 3$  mm dan saling bertaut membentuk pola kotak-kotak kecil yang mirip dengan kulit buaya atau kawat kandang ayam. Pada umumnya yang terjadi retakan kulit buaya ini tidak meluas. Jika terjadi retakan kulit buaya ini luas, maka disebabkan adanya repetisi beban lalu lintas yang sangat melampaui beban sehingga tidak dapat dipikul oleh lapisan.

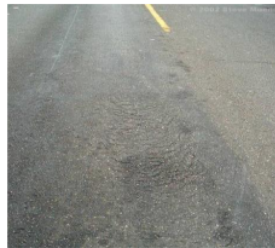
3) Retak blok (*Block cracking*)



Gambar II. 5 Retak blok

Retakan ini memiliki bentuk blok-blok yang besar sehingga saling bersambungan dengan ukuran sisi blok 0,20 m sampai dengan 3 m , yang dapat membentuk sudut atau pojokan yang sangat tajam. Retakan ini biasanya terdapat di area yang mempunyai luas di perkerasan aspal.

4) Retak slip (*Slippage crack/retak bentuk bulan sabit*)



Gambar II. 6 Retak slip

Keretakan ini berbentuk retakan yang melengkung yang mirip dengan bulan sabit atau juga bentuk jejak roda yang diikuti beberapa retakan.

5) Retak *reflektif* sambungan (*Joint reflection crack*)



Gambar II. 7 Retak *reflektif* sambungan

Kerusakan yang terjadi dipermukaan perkerasan aspal yang sudah dihamparkan di atas perkerasaan beton .



6) Pelapukan dan butiran lepas (*Weathering and raveling*)



Gambar II. 8 Pelapukan dan butiran lepas

Dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Kerusakan ini bisa terjadi melebar dan juga memiliki efek yang disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang.

7) Lubang (*Pothole*)



Gambar II. 9 Lubang

Lubang ini akibat kerusakan yang sebelumnya sudah ada, yang tidak langsung ditanganin maka mengakibatkan terjadinya lubang.

8) Mengelupas (*Asphalt Stripping*)



Gambar II. 10 Mengelupas

Yang terjadi akibat ketidak sempurnaan saat lapis *tack coat*, mengakibatkan lapis ulang tambahan yang mengelupas dan di picu saat beban pesawat.

9) Erosi semburan (*Jet blast erosion*)

Gambar II. 11 Erosi semburan

Kerusakan ini disebabkan oleh area permukaan aspal yang menjadi gelap, pada saat permukaan aspal yang sudah terbakar. Area yang terbakar tadi memiliki kedalaman yang berbeda-beda sekitar 0,5 in (12,7 mm).

10) Tambalan dan galian *utilitas* (*Patching and utility cuts*)Gambar II. 12 Tambalan dan galian *utilitas*

Perkerasan yang pernah dibongkar dan digantikan dengan material-material yang baru. Penambahan yang sering kali dilakukan di area-area perkerasan guna memperbaiki konstruksi perkerasan yang disebabkan kerangka pemadatan, oleh sebab itu area yang ditambal ini terjadinya sebuah penurunan yang disebabkan kerusakan pada tambalan.

11) Lendutan dijalur roda (*Rutting*)

Gambar II. 13 Lendutan dijalur roda

Terjadinya lintasan roda yang sejajar pada pergerakan pesawat, terdapat genangan air yang turun dari permukaan perkerasan, dapat mengurangi ketidaknyamanan yang mengakibatkan keretakan - keretakan.

12) Gelombang (*corrugation*)



Gambar II. 14 Gelombang

Penyebabnya :

- 1) Berlebihan menggunakan agregat bulat, agregat halus dan agregat licin
- 2) Pergerakan pesawat sebelum masanya habis.
- 3) Menurunnya stabilitas campuran yang berasal dari tingginya kadar aspal.
- 4) Memakai penetrasi yang tinggi yang terdapat pada aspal.

13) Penurunan setempat (*Depression*)



Gambar II. 15 Penurunan setempat

Terdeteksi pada saat adanya genangan air ditempat-tempat tertentu saja.

14) Mengembang (*swelling*)

Gambar II. 16 Mengembang

Terjadinya pengembangan akibat gerakan keatas lokal dari bagian-bagian struktur perkerasan. Pakerasan ini naik akibat tanah yang mengembang yang disebabkan retaknya sebuah permukaan diaspal. Kateristik pengembangan ini adanya gerakan perkerasan aspal, yang memiliki panjang gelombang sekitar  $> 3$  m.

15) Agregat licin (*Polished aggregate*)

Gambar II. 17 Agregat licin

Gesekan partikel agregat dipermukaan, sehingga terjadi diarea permukaan menjadi licin disebabkan oleh aus. Permukaan pengausan ini terjadi dikarenakan agregat yang berasal dari material-material yang tidak tahan akan keausan gesekan roda.

16) Tumpahan minyak (*Oil spillage*)

Gambar II. 18 Tumpahan minyak

Pelunakan permukaan aspal yang disebabkan oleh tumpahan cairan, minyak, atau pelumas. Ciri kerusakan ini terjadi di perkerasan beton.

- 17) Keluarnya material aspal ke permukaan  
(*Bleeding/Flushing*)



Gambar II. 19 Keluarnya material aspal ke permukaan

Terdapat temperatur tinggi yang menjadikan aspal lunak, dan adanya jejak roda, yang disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang sangat tinggi dicampuran aspal.

- b. Kerusakan pada konstruksi perkerasan kaku (*Rigid pavement*)  
1) Retak memanjang dan melintang (*Long & Trans cracking*)



Gambar II. 20 Retak memanjang dan melintang

Retak yang tidak saling berhubungan antara satu sama yang lainnya yang berbentuk memanjang disepanjang perkerasannya. Keretakan ini bisa dilihat individu ataupun kelompok-kelompok yang sejajar.

2) Retak Diagonal (*Diagonal cracks*)



Gambar II. 21 Retak diagonal

Secara diagonal retakan ini adalah retakan yang tidak saling berhubungan antara satu sama dengan yang lain. Adapun faktor penyebabnya yaitu terjadinya kegagalan ini akibat dari pemadatan tanah dasar pasir halus, maka terjadinya kekurangan kekuatan dalam mendukung pelat. Kondisi ini lah yang mengakibatkan pecahan-pecahan pelat beton berlebihan dalam pelat.

3) Pecah sudut/Retak sudut (*Corner breaks/Corner cracks*)



Gambar II. 22 Pecah sudut/Retak sudut

Yaitu pecahan-pecahan yang terdapat pada sudut pelat beton, memiliki bentuk pecahan segitiga. Pecahan beton ini dapat memotong sambungan dengan jarak setengah dari panjang pelat diantara ke dua sisi panjang dan lebar, yang dapat diukur di sudut pelat.

4) Retak daya tahan (*Durability "D" cracking*)



Gambar II. 23 Retak daya tahan

Retakan ini disebabkan oleh ekspansi yang mengakibatkan sebuah proses kembang susut agregat seiring berjalannya waktu perlahan memecahkan beton. Kerusakan ini bisa dilihat dari retakan-retakan yang berada di dekatnya sambungan, endapan yang berwarna gelap string yang dapat dilihat disekitaran retakan "D". jenis kerusakan ini dapat mengakibatkan disintegrasi pelat secara keseluruhan.

5) Retak susut (*Shrinkage cracks*)



Gambar II. 24 Retak susut

Retakan yang berbentuk rambut yang tidak berkembang. Retak ini biasanya terjadi pada saat perawatan beton dan tidak akan sampai memotong keseluruhan daleman tebal pelat ini.

6) Kerusakan penutup sambungan (*Joint seal damage*)



Gambar II. 25 Kerusakan penutup sambungan

Pada saat disembarangan kondisi tanah atau batuan memungkinkan berkumpul di sambungan, atau di sembarang kondisi yang mungkin infiltrasi air yang terjadi berlebihan akan masuk kedalam sambungan, dan terjadinya hilang penutup pada sambungan yang dapat menyebabkan timbulnya tanggul-tanggul kecil di sambungan.

7) *Scaling/Map crack/Crazing*



Gambar II. 26 *Scaling/Map crack/Crazing*

Memberi tahu bentuk jaringan yang retak halus, dangkal, dan memiliki retakan rambut berkembang disekitaran permukaan perkerasan beton. Retakan ini memiliki sudut  $120^\circ$ . Map cracking atau crazing ini disebabkan oleh pekerjaan diakhir beton yang terjadinya berlebihan (*overfinishing*) dan akibat pecahnya permukaan beton yang memiliki kedalaman  $\frac{1}{4}$ -  $\frac{1}{2}$  in (6 -13mm).



8) Retak kehancuran (*Blow up*)Gambar II. 27 Retak kehancuran (*Blow up*)

Perkerasan beton yang rusak akibat terjadinya tekuk (*buckling*) lokal pada perkerasan beton. Biasanya ini terjadi di sambungan yang melintang yang sedang mengalami tegangan tekanan yang sangat tinggi, yaitu pada saat material keras mengisi kesambungan, maka terjadinya penghambatan pemuaian pelat beton, sebab diujung pelat beton mengangkat secara lokal dan terjadinya tekukan di area sambungan.

9) Retak bersilangan pelat pecah (*shattered slab intersecting cracks*)

Gambar II. 28 Retak bersilangan pelat pecah

Retakan yang pecah menjadi 4 pelat beton, terjadi akibat beban yang berlebih dan adanya daya dukung yang sangat buruk.

10) *Popouts*Gambar II. 29 *Popouts*

Lubang kecil yang berada di area permukaan perkerasan

yang disebabkan oleh aksi kombinasi kembang susutnya agregat yang menyebabkan material-material di area perkerasan menjadi lepas.

11) Tambalan tidak sempurna *patching*



Gambar II. 30 Tambalan tidak sempurna *patching*

Perkerasan yang dari awal yang sudah dibongkar dan diganti dengan yang baru. Penambahan ini sering dilakukan di area perkerasan demi memperbaiki perkerasan yang lama. Yang diketahui perkerasan parit atau lubang ini harus diperbaiki, disebabkan kurangnya pepadatan, maka pada saat di area tembalan ini terjadinya penurunan pada perkerasan.

12) Pemompaan (*Pumping*)



Gambar II. 31 Pemompaan (*Pumping*)

Kejadian terangkatnya campuran pasir, lempung, atau air yang sepanjang sambungan *transversal* atau *longitudinal*, dan disekitaran pinggiran perkerasan disebabkan gerakan yang terjadi berulang-ulang dipelat beton akibat beban lalu lintas. Ada beberapa material-material yang sangat berpengaruh oleh pemompa seperti halnya tanah dasar yang sangat *drastic*.

### 13) Penurunan atau patahan (*Settlement/Faulting*)



Gambar II. 32 Penurunan atau patahan (*Settlement/Faulting*)

Penurunan atau patahan yang berbeda elevasinya antara dua pelat beton sambungan. Patahan ini disebabkan oleh tidak adanya transferan beban antar dua pelat beton, yang disertakan pemadatan atau terjadinya penyusutan volume dibawah pelat beton.

#### 5. Kerusakan yang ada diarea *Apron*

Di Bandar Udara Husein Sastranegara ini terdapat beberapa jenis kerusakan yang terjadi di area *Apron*. Berikut merupakan jenis kerusakan pada *Apron* Bandar Udara Husein Sastranegara

- 1) Pelepasan (*Popouts*)
- 2) Keausan akibat lepasnya agregat di sudut (*spalling corner*)
- 3) Keausan atau lepasnya agregat sambungan (*spalling joint*)
- 4) Retak lurus (*linear cracking*).

#### 6. Langkah-langkah perencanaan

Langkah-langkah ini menjelaskan tentang perencanaan perkerasan *flexible*. Berikut adalah langkah-langkah perencanaan :

- 1) Pengumpulan data-data yang diperlukan dalam perencanaan perkerasan *flexible* yaitu data lalu lintas, data CBR dan lain-lain.
- 2) Desain baru tebal lapisan perkerasan *flexible* di *Apron* c-d.
- 3) Perhitungan rancangan anggaran biaya.
- 4) Pelaksanaan perencanaan lapis ulang perkerasan *flexible* di *Apron* C-D.

7. Metode pemeliharaan konstruksi perkerasan

Metode pemeliharaan konstruksi perkerasan dengan cara melakukan perawatan secara rutin dan perbaikan secara cepat sangat lah penting. Perencanaan dan juga pemeliharaan dengan baik adalah suatu kunci menjaga *apron* tetap aman dan berkelanjutan. Oleh karena itu, sangat lah penting segera melakukan perawatan secara rutin demi mencegah kerusakan – kerusakan yang ada. Perawatan bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Pemeliharaan *apron*
- 2) Meningkatkan kualitas *apron*
- 3) Memperbaiki kerusakan *apron*
- 4) Memperbaiki kerusakan yang sudah ada di *apron* sangat bergunan, sedangkan pemeliharaan di *apron* terjadi demi mencegah terjadinya kerusakan jalan. Meningkatkan kualitas di *apron* yang dilakukan demi meningkatkan daya tahan *apron* terhadap kerusakan (Kharima D Hasna DKK,2022).

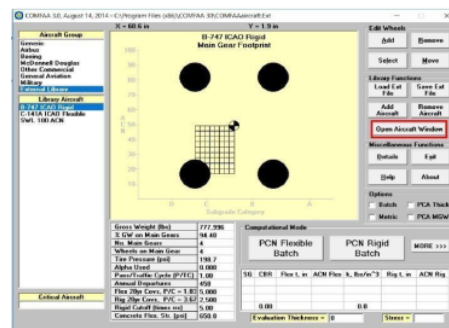
8. Desain perkerasan metode software COMFAA

<sup>8</sup> *Pavement classification number* (PCN) adalah suatu angka yang menjelaskan daya dukung perkerasan untuk operasi pesawat tak terbatas, dengan nilai ACN kurang dari atau sama dengan PCN. Jika nilai ACN dan tekanan roda pesawat lebih besar dari nilai PCN pada kategori *subgrade* tertentu yang dipublikasikan, maka operasi pesawat udara tidak diijinkan beroperasi kecuali dengan mengurangi beban operasi, atau pada keadaan tertentu.

<sup>12</sup> *Aircraft classification number* (ACN) merupakan sebuah angka yang menerangkan batasan pesawat khusus di atas perkerasan melalui perincian *standard subgrade*. Nilai ACN dikeluarkan oleh pabrik pembuat pesawat.

*Software* COMFAA merupakan suatu program yang dimiliki *computer* yang bertujuan untuk melakukan perhitungan *aircraft classification number* (ACN) dan juga mendesain suatu perkerasan. *Software*

COMFAA ini dikembangkan menggunakan konsep *cummulative damage factor* (CDF) untuk menghitung gabungan dari beberapa pesawat yang sedang beroperasi di bandar udara. Dari lalu lintas udara ini digabungkan dengan pesawat kritis. Dari pernyataan tersebut, perhitungan PCN ini bisa berdampak ke semua *traffic* pesawat secara professional. *Software* COMFAA ini juga mengikuti prinsip dan prosedur yang sudah ada sesuai dengan standar terbaru yang sudah diterbitkan oleh FAA ditahun 2014 yaitu *advisory circular/ac 150/5335-5C*.



Gambar II. 33 *Software* COMFAA

(Sumber: Advisory circular/AC 150/5335-5C)

## 9. Rancangan anggaran biaya (RAB)

### 1) Gambar perencanaan

Gambar perencanaan yaitu memberikan detail gambar yang akan di *overlay* di *Apron* bandar udara Husien Sastranegara.

### 2) Volume pekerjaan

Volume pekerjaan yang ditentukan Berdasarkan lebar area yang akan di *overlay*. Perhitungan volume pekerjaan ini berpedoman dengan data yang sudah diberikan oleh pihak bandara (Pertia Lovier M,2020).

### 3) Daftar analisis harga satuan pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan yaitu untuk menghitung banyaknya volume dari masing-masing suatu bahan, tenaga yang diperlukan, serta biaya yang dibutuhkan. Penulis menggunakan

54 sumber jurnal harga satuan bahan bangunan konstruksi dan interior edisi 41 tahun 2022 dan AHSP bid bina marga.

6 Tabel II. 1 Daftar analisis harga satuan pekerjaan

NO.	URAIAN	KOEFISIEN	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Pas Bandara				
	Pekerja	16,00	Org/bln	300.000,00	4.800.000,00
	Kendaraan	15,00	Unit	50.000,00	750.000,00
					5.550.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat				
	Cold Milling	0,16	Jam	1.730.026,83	274.555,26
	Wheel Loader	0,01	Jam	591.371,40	7.569,55
	Asp. Finisher	0,01	Jam	334.873,37	4.185,92
	Tandem Roller	0,01	Jam	547.449,74	6.952,61
	P. Tyre Roller	0,01	Jam	635.885,11	8.902,39
					302.165,73
3	Pelaporan Dan Dokumentasi				
	<b>Alat :</b>				
	Printer	1,00	Unit	750.000,00	750.000,00
	<b>Bahan :</b>				
	Kertas	1,00	Rim	60.000,00	60.000,00
	Tinta	1,00	Buah	35.000,00	35.000,00
	Pena	5,00	Buah	2.500,00	12.500,00
	Map	4,00	Buah	2.000,00	8.000,00
					865.500,00
4	Pemeliharaan dan Perlindungan K3				
	<b>Perambuan :</b>				
	- Traffic cone	5,00	Buah	125.000,00	625.000,00
	- Perangkat Lampu Penerangan Kerja	2,00	Set	2.500.000,00	5.000.000,00
	<b>Perlengkapan Petugas :</b>				
	Rompi Reflective	10,00	Buah	50.000,00	500.000,00
	Helm Proyek	10,00	Buah	60.000,00	600.000,00
	Bendera	2,00	Buah	100.000,00	200.000,00

Proyek Merah				
Safety Shoes	16,00	Buah	70.000,00	1.120.000,00
P3k	2,00	Seat	75.000,00	150.000,00
				<b>8.195.000,00</b>
<b>SUB TOTAL</b>				<b>14.912.665,73</b>

**PEKERJAAN  
OVERLAY APRON  
C-D Parking 1-3  
(Fleksibel Pavement)**

<b>B.1</b>	1 m3 Pek. Galian Perkerasan Aspal dengan Cold Milling (Tebal 20 cm)			
	<b>Upah</b>			
	Pekerja	0,32	org/jam	23.090,86
	Mandor	0,16	org/jam	27.100,00
	<b>Bahan</b>			
	-			
	<b>Alat</b>			
	Cold Milling	0,16	Jam	1.730.026,83
	Dump Truck	0,32	Jam	734.421,88
	Water Tanker	0,02	M3	500.906,19
	Alat Bantu	1,00	Ls	0,00
	<b>TOTAL HARGA</b>			<b>530.069,14</b>

<b>B.2</b>	1 ton Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC Mod)			
	<b>Upah</b>			
	Pekerja	0,20	org/jam	23.090,86
	Mandor	0,02	org/jam	27.100,00
	<b>Bahan</b>			
	Agr Pch Mesin 5-10 & 10-15	0,33	M3	311.162,33
	Agr Pch Mesin 0 - 5	0,42	M3	311.162,33
	Semen	9,59	Kg	1.600,00
	Aspal Modifikasi	63,24	Kg	12.700,00
	<b>Alat</b>			
	Wheel Loader	0,01	Jam	591.371,40
	AMP	0,02	Jam	17.349.677,96
	Genset	0,02	Jam	497.940,68
	Dump Truck 10 Ton	0,0945	Jam	<b>734.421,88</b>
	Asp. Finisher	0,0125	Jam	<b>334.873,37</b>
	Tandem Roller	0,0127	Jam	<b>547.449,74</b>
				<b>6.952,61</b>

P. Tyre Roller	0,014	Jam	635.885,11	8.902,39
Alat Bantu	1	Ls	0,00	0,00
<b>TOTAL HARGA</b>				<b>1.514.192,61</b>

#### 4) Rancangan anggaran biaya (RAB)

Rancangan anggaran biaya (RAB) adalah dokumen perencanaan yang merinci perkiraan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek atau kegiatan. RAB mencakup berbagai aspek pengeluaran, seperti biaya bahan, tenaga kerja, peralatan, dan biaya lainnya yang terkait dengan pelaksanaan proyek tersebut (Percicia Lovier M,2020).

### B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang dianggap relevan. Penelitian yang relevan tercantum pada tabel dibawah ini yang merupakan suatu penelitian yang mempunyai pokok pembahasan yang masih ada keterkaitan dengan masalah yang diangkat penulis . Sehubungan dengan hal tersebut penelitian yang relevan ini menjadi referensi dalam tugas akhir ini. Berikut adalah uraian dari inti pembahasan tugas akhir beserta hasil yang didapat pada saat penulis meneliti (Akmal M Zaki, Surachman Luky, 2024).

Tabel II. 2 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Hasil	Persamaan	Perbedaan
1	Alhilal Mohammad Farhan (2023)	perbandingan evaluasi tebal lapis perkerasan <i>runway</i> , <i>taxiway</i> dan <i>apron</i> pada bandar udara halim perdanakusuma menggunakan metode empiris dan metode mekanistik berdasarkan <i>federal aviation administration</i> (FAA)	Metode empiris <i>apron</i> adalah lapisan beton 555,89 mm dan lapisan <i>subbase</i> 19 cm, sehingga total perkerasan kaku pada <i>taxiway</i> adalah 745,89 mm. metode mekanistik Pada <i>taxiway</i> yaitu, 102 mm untuk lapisan <i>surface</i> , 327 mm untuk lapisan <i>subbase</i> , dan 316 mm untuk lapisan <i>subbase</i>	Pada Menghitung tebal tebal perkerasan	Menggunakan Metode Empiris Dan Metode Mekanistik



		sehingga total tebal perkerasan pada <i>taxiway</i> yaitu 745 mm. Pada <i>apron</i> yaitu, 537 mm untuk lapisan <i>surface</i> dan 152 mm		
2	Bimantoro M.Fajar (2021)	perencanaan tebal lapis perkerasan <i>runway, taxiway</i> dan <i>apron</i> pada yogyakarta international airport ( <i>pavement design of runway, taxiway and apron of at yogyakarta international airport</i> )	perencanaan perkerasan lentur digunakan untuk <i>apron</i> dengan metode FAA dengan bantuan FAARFIELD didapatkan tebal lapisan sebesar 10 cm pada lapisan <i>surface</i> , 33 cm pada lapisan <i>base</i> dan 43,19 cm pada lapisan <i>subbase</i> dengan tebal total 86,19 cm, sedangkan hasil <i>desain</i> perencanaan perkerasan lentur digunakan untuk <i>Apron</i> dengan metode ICAO ( <i>International Civil Aviation Organization United States of America Practice</i> didapatkan tebal <i>surface</i> sebesar 10 cm, tebal <i>subbase</i> sebesar 28,5 cm, dan tebal <i>subbase</i> sebesar 49,1 cm dengan tebal total 87,6 cm.	Menggunakan Lokasi aplikasi Penelitian COMFAA Adalah Yogyakarta International Airport Pesawat Rencana Yang Digunakan Adalah Pesawat A320-200.

---

3	Susilo Muhamma d F T DKK (2022)	Analisis perkerasan pada pangkalan saumlaki tanimbar maluku	tebal lentur apron udara di	Hasil analisis yang telah digunakan dengan menggunakan perbandingan metode FAA <i>konvensional</i> untuk tebal <i>surface coarse</i> pada Pangkalan Udara Saumlaki yaitu 9,22 cm dan tebal <i>base coarse</i> 100 cm. Sehingga total tebal perkerasan lentur 109,22 cm dan <i>software</i> COMFAA yaitu <i>surface coarse</i> 8,4 cm dan tebal <i>subbase corse</i> 100 cm. Sehingga total tebal perkerasan lentur sebesar 108,4 cm, maka berdasarkan hasil tebal perkerasan lentur dari perbandingan <i>konvensional</i> dan <i>software</i> COMFAA sudah memenuhi standar FAA dari data aktual rencana pelaksanaan.	Menganalisis Lokasi apron Penelitian Adalah Menggunakan aplikasi Bandara Lanud Saumlaki Pesawat Rencana Boeing 737-900 Dan C-130.
---	--	---	---	---	---

---

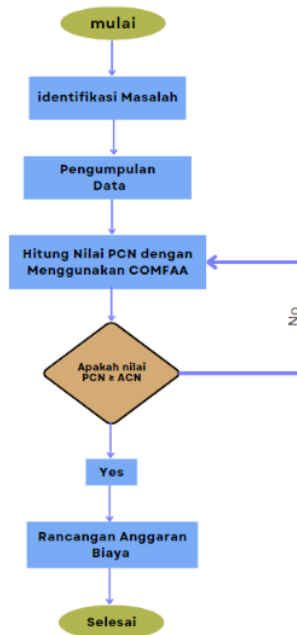
**METODOLOGI PENELITIAN****A. Metode Penelitian**

Penelitian ini fokus pada metode kuantitatif dengan menerapkan metode ilmiah *scientific* dikarenakan sudah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah konkrit, empiris, terukur, sistematis, dan rasional. Metode ini juga disebut sebagai metode kuantitatif dikarenakan data yang ada berupa angka-angka dan menganalisis (Sugiyono, 2013).

**B. Tahapan Penelitian**

Sebagai pedoman penulis membuat bagan proses untuk memudahkan memahami dalam melakukan penelitian (Ardysyahputra F DKK, 2020).

Berikut adalah bagan proses perencanaan lapis ulang perkerasan *flexible* di *Apron C-D* Bandar Udara Husein Sastranegara-Bandung.



Gambar III. 1 *Flowchart*

### C. Objek Penelitian

Dalam menentukan objek penelitian, penulis harus mempelajari bagaimana kondisi di lapangan sehingga dapat memahami kondisi untuk menentukan objek penelitian. Dalam penelitian ini objek yang diteliti adalah perencanaan lapis ulang perkerasan *fleksibel* di *pron* C-D Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung.

### D. Teknik Pengumpulan Data

Pada saat pengumpulan data ada proses sistematis saat mengumpulkan informasi-informasi dari berbagai sumber untuk memecahkan suatu masalah yang ada. Penulis menggunakan beberapa metode pada saat pengumpulan data sebagai berikut :

#### 1. Dokumentasi

Dokumentasi untuk memperoleh suatu data dan informan yang berbentuk dokumen, buku, tulisan angka, buku, gambar yang berbentuk laporan dan keterangan-keterangan sebagai pendukung sebuah penelitian (Jumhari & Laksana Andityo Pujo, 2022).

Dokumentasi untuk mengumpulkan data yang langsung dilakukan penulis melalui pengamatan langsung dan meminta data-data yang terkait kepada pegawai PT. Angkasa Pura II Cabang Bandar udara Internasional Husein Sastranegara Bandung secara langsung. Data- data yang penulis dapatkan yaitu data lalu lintas udara dan data kerusakan di *Apron* Bandara Husein Sastranegara Bandung.

#### 2. Observasi

Observasi dalam kamus bahasa Indonesia berarti mengamati. Sutrisno Hadi dalam (Sugiyono, 2019) mengemukakan bahwa, observasi merupakan proses yang sudah disusun dari beberapa proses seperti biologis dan psikologis. Antara dua yang paling penting yaitu proses pengamatan yang bertujuan mendeskripsikan setting yang sedang dipelajari, aktivitas yang sedang berlangsung, orang-orang yang terlibat pada saat observasi, dan makna suatu kejadian yang dilihat dari perspektif yang sedang mengamati peristiwa tersebut. Penulis melakukan observasi

di Bandara Husien Sastranegara Bandung.

Pada kondisi *Existing* Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung ini mempunyai *Apron* seluas 388 x 80m dengan jumlah *parking stand* 8. Pada tahun 1996, bandara ini mendapatkan himbauan dari unit penyelenggara bandar udara (UPBU) bahwa lapisan ini masih *flexible*. Pada tahun 2010 diadakannya *overlay apron (flexible)* di *area parking stand* 1, 2, dan 3.

Pada saat penulisan tugas akhir ini dilakukannya perencanaan mengenai peningkatan pelayanan pada jenis pesawat terberat supaya bisa segera beroperasi di *apron* yang sudah direncanakan *overlay*.

Penelitian ini dilakukan langsung kelapangan untuk melakukan observasi dengan melihat langsung kondisi di lapangan dengan didampingi 1 supervisor bangunan dan landasan untuk melihat langsung objek perencanaan lapis ulang perkerasan *flexible* di *Apron C-D* Bandara Udara Husein Sastranegara-Bandung.

#### **E. Tempat dan Waktu Penelitian**

##### **1. Tempat**

Pada saat kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Bandar Udara Husein Sastranegara, yang berlokasi di jalan pajajaran No.156, kel: Husien Sastranegara, kec: Cicendo, Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat.

##### **2. Waktu Penelitian**

Pada saat proses penelitian ini penulis melaksanakan mulai dari tahap persiapan sampai dengan tahap penulisan, waktu penelitian bisa dilihat dari table berikut ini :



**BAB IV****HASIL DAN PEMBAHASAN****A. Hasil Penelitian**

## 1. Hasil Dokumentasi

## a. Data Lalu Lintas Udara

Pada saat perhitungan, diperlukannya data lalu lintas udara yang memiliki *traffic* teramai (Nasrah,2023). Pergerakan pesawat teramai di Bandar Udara Husein Sastranegra Bandung terdapat tahun 2019. Jadi penulis menggunakan data pergerakan pesawat pada tahun 2019 untuk melakukan perencanaan lapis ulang pekerasan *flexible apron*.

Tabel IV. 1 Data lalu lintas udara (Sumber : Bandara Angkasa Pura II Cabang Husein Sastranegara Bandung )

NO	WAKTU	PESAWAT					SUB TOTAL		TOTAL
		ARR		DEP		PESAWAT			
		DOM	INT	DOM	INT	ARR	DEP		
1	2019	9731	2262	9763	2258	11993	12021	24014	
2	2020	4099	478	4104	476	4577	4580	9157	
3	2021	2987	11	29	9	2998	2976	5974	
4	2022	3272	9	3256	17	3281	3273	6554	
5	2023	3078	20	3068	20	3098	3088	6186	
<b>TOTAL</b>		<b>23167</b>	<b>2780</b>	<b>23158</b>	<b>2780</b>	<b>25938</b>	<b>25938</b>	<b>51885</b>	

## b. Pergerakan Pesawat

Tabel pergerakan pesawat yang mencakup penerbangan domestik dan internasional di Bandara Internasional Husein Sastranegara ditahun 2019 memberikan gambaran tentang penerbangan di bandar udara husein sastranegara ditahun 2019.

Berikut adalah pergerakan pesawat 2019 penerbangan *domestik* dan *internasional* :

Tabel IV. 2 Pergerakan pesawat 2019 penerbangan *domestik dan internasional* (Sumber : Bandara Angkasa Pura II Cabang Husein Sastranegara)

NO	PESAWAT	DTG	BRK	JML (3+4)
1	2	3	4	5
1	BOEING 737 800	6669	5343	13359
2	ATR 72 500	2286	2294	4580
3	BOEING 737 500	472	473	945
4	ATR ATR72 600	59	59	118
5	BOMBARDIER LEARJET 45XR	27	27	54
6	EMBRAER LEGACY 650	24	25	49
7	BOEING 737 8SA	22	22	44
8	HAWKER 900 XP	19	19	38
9	BOMBARDIER 7500 GLOBAL EXPRESS	12	12	24
10	GULFSTREAM G550	12	11	23
11	EMBRAER 135	10	10	20
12	EMBRAER 500	10	9	19
13	ATR72 600	9	9	18
14	GULFSTREAM IV SP	8	8	16
15	BEECHCRAFT KING AIR 350	6	6	12
16	EMBRAER LINEAGE 1000	4	4	8
17	HAWKER - 4000	3	3	6
18	GULFSTREAM 550 -	3	3	6
19	CESSNA 208	2	2	4
20	WESTWIND 24	2	2	4
21	CHALLENGER	2	2	4
22	GULFSTREAM G450	2	2	4
23	DORNIER 328 -	1	1	2
24	BEECHCRAFT 400	1	1	2

## 2. Hasil Observasi

Penelitian ini dilakukan langsung ke lapangan untuk melakukan observasi dengan melihat langsung kondisi di lapangan dengan didampingi 1 supervisor bangunan dan landasan untuk melihat langsung objek perencanaan lapis



ulang perkerasan *flexible* di *Apron C-D* Bandara Udara Husein Sastranegara-Bandung.

Pada saat melakukan inspeksi di lapangan, penulis menemukan kondisi struktur perkerasan yang mengalami penurunan kemampuan dalam mendukung beban lalu lintas, termasuk perkerasan yang kurang tebal dan beberapa tipe kerusakan, seperti retak, *distorsi*, dan *integerasi*. Maka dari itu perlu dilakukan untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan yang ada serta pemulihan dan peningkatan perkerasan sehingga mampu menahan beban pesawat yang lebih besar. Pelapisan ulang berdasarkan dengan rencana induk Bandar Udara Husein Sastranegara. Dari permasalahan tersebutlah penulis tertarik mengangkat judul perencanaan lapis ulang perkerasan *flexible* di *Apron C-D* bandar udara husein sastranegara bandung.

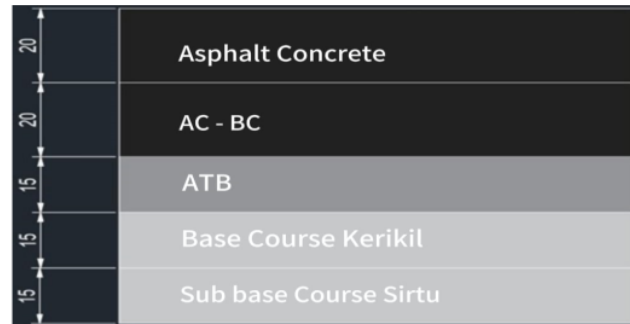
a. Data lapisan perkerasan *apron C-D* saat ini

Data lapisan perkerasan *apron parking stand* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8 merupakan komponen penting dalam desain dan konstruksi *apron* di bandar udara. Sistem lapisan ini harus dirancang untuk mendukung beban pesawat, mengatasi tekanan, dan memastikan daya tahan serta keselamatan. *Layering sistem apron parking stand* 1, 2, 3 dan gambar *layering sistem apron parking stand* 1, 2, 3 dijelaskan pada tabel IV. 3 dan gambar IV. 2.

Tabel IV. 3 *Layering sistem apron parking stand* 1, 2 dan 3

(Sumber: Data Dari Pihak Bandar Udara Husein Sastranegara)

Jenis	Tebal
Asphalt Concrete	20 cm
AC-BC	20 cm
ATB	15 cm
Base Course Kerikil	15 cm
Sub base Course Sirtu	15 cm
Tanah dasar (Sub grade)	CBR rata-rata 6%



Gambar IV. 1 Gambar *layering* sistem *apron parking stand* 1,2 dan 3

- b. *Layering sistem apron parking stand* 4-8 dijelaskan pada tabel IV. 4 berikut.

Tabel IV. 4 *layering* sistem *apron* 4, 5, 6, 7, dan 8

(Sumber: Dokumen Teknis Dari Pihak Bandar Udara Husein Sastranegara)

Jenis	Tebal
Beton K-400	40 cm
Beton K-175	5 cm
<i>Base Course</i>	15 cm
<i>Sub base Course</i>	15 cm
Tanah dasar ( <i>Sub grade</i> )	CBR rata-rata 6%

## B. Pembahasan

Tebal perkerasan yang sudah direncanakan untuk dilakukannya pekerjaan *overlay apron* dapat dihitung nilai PCN dengan menggunakan metode *software* COMFAA (Maulan Nanda,2020).

### 1. Hasil Perhitungan PCN

Hasil dari perhitungan nilai PCN yang menggunakan *software* COMFAA sudah keluar harus dilakukan analisa lagi. Apabila nilai PCN sudah memenuhi standar pesawat yang telah direncanakan maka dapat langsung diaplikasikan di lapangan, Jika nilai PCN tidak memenuhi standar pesawat rencana, maka perhitungan tebal perkerasan harus dilakukannya lapis ulang lagi sampai nilai PCN memenuhi standar pesawat terencana ( Fahmi M Ilham, 2020).

- a. Apron parking stand 1, 2 dan 3 (Flexible)

Tabel IV. 5 Apron parking stand 1, 2 dan 3 (Flexible)

NO	Lapisan	Tebal Perkerasan (mm)
1	Lapisan permukaan ( <i>surface course</i> )	400
2	Pondasi atas ( <i>base course</i> )	300
3	Pondasi bawah ( <i>subbase course</i> )	150
4	<i>Subgrade</i>	0,0

Langkah sebelum memasukan data ke *software* COMFAA, yang perlu diperhatikan yaitu melakukan penginputan data pada *spreadsheet* bawaan *software* yang untuk menentukan ketebalan evaluasi (*evaluation thickness*). Nantinya akan memudahkan menginput data pada *software* COMFAA (Jalaluddin Moch, 2023).

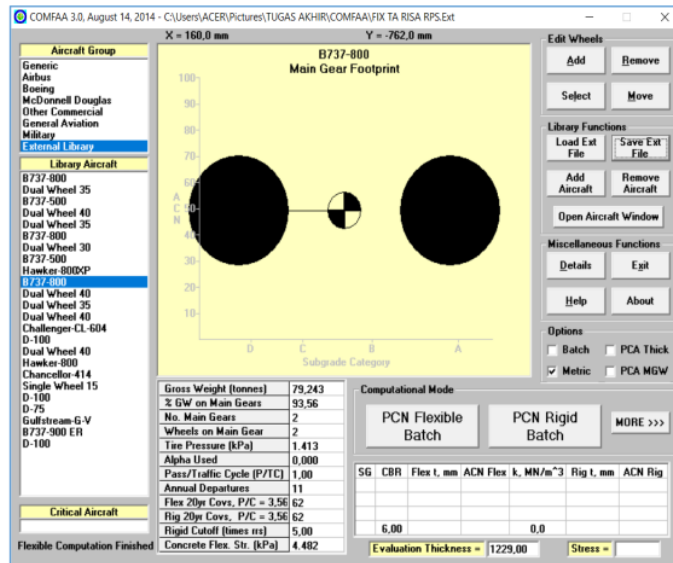
The screenshot displays the COMFAA software interface for flexible pavement design. It features a spreadsheet for inputting pavement structure data, a cross-section diagram, and a summary of design inputs.

Flexible Pavement Structure Items	Convert to P-209	Convert to P-154	Existing Flexible Pavement Layers	ENTER Existing Layer
P-401/3 P-403	1,6	Use FFA Def Factors	P-401/2	400,0
P-306 ECONOCRTE	1,2		P-306	0,0
P-304 CEM. TRTD	1,2	n/a	P-304	0,0
P-209 Cr AGG	1,0	1,4	P-209	300,0
P-208 Agg. P-211	1,0	1,2	P-208	0,0
P-301 SOIL-CEM.	n/a	1,2	P-301	0,0
P-154 Subbase	n/a	1,0	P-154	150,0
Equivalent Thickness, mm	Subgrade CBR			6,0

**COMFAA Inputs**  
 Evaluation thickness  $t = 1.229$  mm  
 Evaluation CBR = 6,0  
 Recommended PCN Codes: F/C/X

Gambar IV. 2 Spreadsheet COMFAA PS 1,2,3 (flexible)

Setelah nilai ketebalan yang diperoleh, maka nilai tersebut dapat dimasukkan ke dalam *software* COMFAA. Berikut adalah langkah-langkah dan hasil.



Gambar IV. 3 Evaluation thickners COMFAA PS 1,2,3 (flexible)

Setelah data di input ke layar COMFAA, langkah berikutnya adalah mengklik "PCN Flexible Batch" (pada lapisan *flexible*) guna memulai perhitungan nilai PCN. Setelah proses selesai, klik tombol "details" di layar COMFAA untuk melihat hasilnya berikut gambar nya:

ICAO ACN Computation, Detailed Output

Unit Conversions   Show Alpha   Show Est File   Single Aircraft ACN   Other Calculation Modes: PCN   ACN Batch   Thickness   Life   MGW   Back

Save PCN Output to a Text File

This file name = PCN Results Flexible 03-07-2024 18:00:31.txt  
 Library file name = C:\Users\ACER\Desktop\COMFAA 30\COMFAAaircraft.Ext  
 Units = Metric

Evaluation pavement type is flexible and design procedure is CBR.  
 Alpha Values are those approved by the ICAD in 2007.

CBR = 4,00 (Subgrade Category is C(4))  
 Evaluation pavement thickness = 1.223,9 mm  
 Pass to Traffic Cycle (PtoTC) Ratio = 1,00  
 Maximum number of wheels per gear = 2  
 Maximum number of gears per aircraft = 2

No aircraft have 4 or more wheels per gear. The FAA recommends a reference section assuming 76 mm of SMA and 151 mm of crushed aggregate for equivalent thickness calculations.

Results Table 1. Input Traffic Data

No.	Aircraft Name	Gross Weight	Percent Gross Wt	Tire Press	Annual Deps	20-yr Coverages	ED Thick
1	B737-300	79,243	93,86	1.413	8.343	30.030	879,4
2	Dual Wheel 35	15,876	95,00	421	2.284	9.872	319,4
3	B737-500	60,781	92,24	1.339	473	2.452	432,2
4	Dual Wheel 40	10,144	95,00	421	89	274	270,4
5	Dual Wheel 35	15,876	95,00	421	27	117	225,7
6	B737-900	79,243	93,86	1.413	26	141	524,1
7	Dual Wheel 30	13,408	95,00	596	22	91	196,7
8	B737-500	60,781	92,24	1.339	19	99	429,5
9	Hawker-800XP	12,755	95,00	931	12	39	149,9
10	B737-900	79,243	93,86	1.413	11	62	458,8
11	Dual Wheel 40	10,144	95,00	421	10	44	209,5
12	Dual Wheel 35	15,876	95,00	421	9	39	185,2
13	Dual Wheel 40	10,144	95,00	421	9	43	204,2
14	Challenger-CL-604	21,963	95,00	1.000	8	32	212,1
15	D-100	45,359	95,00	948	4	24	210,1
16	Dual Wheel 40	10,144	95,00	421	4	19	149,9
17	Hawker-900	12,483	95,00	931	3	10	117,4
18	Chancellor-414	2,812	95,00	427	3	5	52,7
19	Single Wheel 15	6,804	95,00	948	2	4	81,9
20	D-100	45,359	95,00	948	2	11	239,7
21	D-75	24,019	95,00	768	2	11	209,0
22	Gulfstream-C-V	41,232	95,00	1.294	2	10	224,5
23	B737-900 ER	85,366	94,88	1.517	1	4	244,4
24	D-100	45,359	95,00	948	1	4	193,6

Gambar IV. 4 Input Traffic Data

Detail hasil perhitungan PCN (*Pavement Classification Number*) menggunakan *software* COMFAA di *parking stand* 1,2, dan 3 menjelaskan tentang peningkatan PCN menjadi 99,3. Berikut adalah hasil gambar *detail* tentang hasil perhitungan PCN :

ICAO ACN Computation, Detailed Output

Unit Conversions: Show Alpha Show Ext File

Single Aircraft ACN:  Flexible  Rigid

Other Calculation Modes:  PCN  ACN Batch  Thickness  Life  MGW

Save PCN Output to a Text File

Results Table 2. PCN Values

No.	Aircraft Name	Critical Aircraft Total Equiv. Covs.	Thickness for Total Equiv. Covs.	Maximum Allowable Gross Weight	ACN Thick at Max. Allowable Gross Weight	CDF	PCN on C(6)
1	B737-900	30.471	979,6	140,959	1152,95	0,0000	55,3
2	Dual Wheel 35	>5,000,000	580,8	65,307	790,99	0,0000	47,7
3	B737-500	>5,000,000	1.145,7	69,698	762,82	0,0000	43,5
4	Dual Wheel 40	>5,000,000	625,7	65,307	790,99	0,0000	47,7
5	Dual Wheel 35	>5,000,000	580,8	65,307	790,99	0,0000	47,7
6	B737-900	30.469	979,6	140,959	1152,95	0,0000	55,3
7	Dual Wheel 30	>5,000,000	525,2	65,973	789,97	0,0000	47,7
8	B737-500	>5,000,000	1.145,7	69,698	762,82	0,0000	43,5
9	Hawker-900XP	>5,000,000	532,2	63,037	801,92	0,0000	48,1
10	B737-900	30.468	979,6	140,959	1152,96	0,0000	55,3
11	Dual Wheel 40	>5,000,000	625,7	65,307	790,99	0,0000	47,7
12	Dual Wheel 35	>5,000,000	580,8	65,307	790,99	0,0000	47,7
13	Dual Wheel 40	>5,000,000	625,7	65,307	790,99	0,0000	47,7
14	Challenger-CL-604	>5,000,000	690,2	63,610	794,67	0,0000	47,2
16	D-100	>5,000,000	1.012,6	65,251	784,41	0,0000	46,0
14	Dual Wheel 40	>5,000,000	625,7	65,307	790,99	0,0000	47,7
17	Hawker-900	>5,000,000	525,5	63,037	801,92	0,0000	48,1
18	Chancellor-414	>5,000,000	341,5	36,429	614,45	0,0000	28,2
19	Single Wheel 15	>5,000,000	507,5	39,959	614,40	0,0000	28,2
20	D-100	>5,000,000	1.012,6	65,251	784,41	0,0000	46,0
21	D-75	>5,000,000	865,5	65,643	789,82	0,0000	46,6
22	Gulfstream-G-V	>5,000,000	984,8	62,981	792,62	0,0000	47,0
23	B737-900 ER	404	641,3	252,061	1597,12	0,0000	190,6
24	D-100	>5,000,000	1.012,6	65,251	784,41	0,0000	46,0
<b>Total CDF = 0,0000</b>							

Results Table 3. Flexible ACN at Indicated Gross Weight and Strength

No.	Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN Thick	ACN on C(6)
1	B737-900	140,959	75,0	1,0	1152,95	55,3
2	Dual Wheel 35	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
3	B737-500	69,698	75,0	1,0	762,82	43,5
4	Dual Wheel 40	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
5	Dual Wheel 35	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
6	B737-900	140,959	75,0	1,0	1152,95	55,3
7	Dual Wheel 30	65,973	75,0	1,0	789,97	47,7
8	B737-500	69,698	75,0	1,0	762,82	43,5
9	Hawker-900XP	63,037	75,0	1,0	801,92	48,1
10	B737-900	140,959	75,0	1,0	1152,96	55,3
11	Dual Wheel 40	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
12	Dual Wheel 35	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
13	Dual Wheel 40	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
14	Challenger-CL-604	63,610	75,0	1,0	794,67	47,2
16	D-100	65,251	75,0	1,0	784,41	46,0
14	Dual Wheel 40	65,307	75,0	1,0	790,99	47,7
17	Hawker-900	63,037	75,0	1,0	801,92	48,1
18	Chancellor-414	36,429	75,0	1,0	614,45	28,2
19	Single Wheel 15	39,959	75,0	1,0	614,40	28,2
20	D-100	65,251	75,0	1,0	784,41	46,0
21	D-75	65,643	75,0	1,0	789,82	46,6
22	Gulfstream-G-V	62,981	75,0	1,0	792,62	47,0
23	B737-900 ER	252,061	75,0	1,0	1597,12	190,6
24	D-100	65,251	75,0	1,0	784,41	46,0

Gambar IV. 5 Hasil Perhitungan PCN COMFAA PS 1,2,3 (flexible)

Hasil perhitungan ACN (*Aircraft Classification Number*) menggunakan *software* COMFAA di *parking stand* 1,2, dan 3 menunjukkan bahwa kapasitas beban dari pesawat yang dapat diparkir pada setiap posisi di apron. ACN adalah angka yang menggambarkan beban yang dibawa oleh pesawat dan bagaimana beban tersebut mempengaruhi permukaan lapangan, dibandingkan dengan nilai PCN (*Pavement Classification Number*). Berikut adalah hasil perhitungan ACN menggunakan *software* COMFAA :

ICAO ACN Computation, Detailed Output

Unit Conversions:  Flexible  Rigid

Other Calculation Modes:  PCN  ACN Batch  Thickness  Life  MGW

Save PCN Output to a Text File

Results Table 3. Flexible ACN at Indicated Gross Weight and Strength

No. Aircraft Name	Gross Weight	% GW on Main Gear	Tire Pressure	ACN Thick	ACN on C(4)
1 B737-800	79,243	93,56	1.413	820,3	50,3
2 Dual Wheel 35	18,876	95,00	621	359,9	9,7
3 B737-500	60,781	92,24	1.338	707,1	37,4
4 Dual Wheel 40	18,144	95,00	621	359,9	11,4
5 Dual Wheel 35	18,876	95,00	621	359,9	9,7
6 B737-800	79,243	93,56	1.413	820,3	50,3
7 Dual Wheel 30	13,600	95,00	596	326,3	8,0
8 B737-500	60,781	92,24	1.338	707,1	37,4
9 Hawker-800XP	12,755	95,00	591	331,0	8,2
10 B737-800	79,243	93,56	1.413	820,3	50,3
11 Dual Wheel 40	18,144	95,00	621	359,9	11,4
12 Dual Wheel 35	18,876	95,00	621	359,9	9,7
13 Dual Wheel 40	18,144	95,00	621	359,9	11,4
14 Challenger-CL-604	21,863	95,00	1.000	434,2	14,1
15 D-100	48,359	95,00	965	436,0	30,2
16 Dual Wheel 40	18,144	95,00	621	359,9	11,4
17 Hawker-800	12,483	95,00	591	326,7	8,0
18 Chancellor-414	2,812	95,00	427	170,7	2,2
19 Single Wheel 15	6,804	95,00	345	153,7	4,8
20 D-100	48,359	95,00	965	436,0	30,2
21 D-75	34,019	95,00	758	540,4	21,8
22 Gulfstream-G-V	41,232	95,00	1.296	627,3	29,4
23 B737-500 ER	85,366	94,55	1.517	866,0	56,0
24 D-100	48,359	95,00	965	436,0	30,2

Results Table 4. Summary Output for Copy and Paste Into the Support Spread Sheet

Num, Plane, GWin, ACMin, ADout, eDe, COV20yr, COVtoF, CDFt, GWcdf, PCNcdf, EVALc, SUBcode, KorCBS, PtoTC, FlexOrRig

Gambar IV. 6 Hasil Perhitungan ACN COMFAA *parking stand* 1,2,3 (flexible)

Dapat disimpulkan dari hasil di atas

- Nilai CDF = 0,0000 < 1
- Nilai PCN = 99,3 ~ 99 > ACN 50,3 (B738)

Untuk mengakomodir pesawat kritis B737-800 pada saat ini, dapat disimpulkan bahwa struktur perkerasan *overlay* yang telah dirancang **MAMPU** menanggung beban lalu lintas dalam perencanaan ketebalan perkerasan untuk *apron parking stand* 1, 2, dan 3 di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara Bandung.

Berikut adalah tabel hasil analisis kemampuan menanggung beban pesawat B737-800, berdasarkan hasil yang sudah diperhitungkan di atas:

Tabel IV. 6 Hasil analisis kemampuan menanggung beban pesawat B737-800

No	Area	Design COMFAA (PCN)	Keterangan
----	------	---------------------	------------

1	Apron PS 1,2,3 (Flexible)	99,3 ~ 99 (PCN pembulatan ke bawah )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PCN = 99,3 &gt; ACN 50,3 (B738)</li> <li>• <i>Design</i> perkerasan <b>MAMPU</b> mengakomodir beban pesawat terkeritis (B738)</li> </ul>
---	---------------------------------	--	---

Bandar Udara Husien Sastranegara mempunyai panjang *runway* yang berdimensi 2.220 m x 45 m dengan material permukaan perkerasan yaitu *Asphalt Concrete* memiliki PCN 50 F/C/X/T , serta memiliki *apron* (C-D) yang mampu menampung 8 pesawat, memiliki pesawat terkeritis Boeing 737-800 yang memiliki sayap berukuran 35,8 m dan panjang 39,5 m . Bisa simpulkan bahwa Bandara Husein Sastranegara termasuk Bandara Klasifikasi 4 C dengan syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jendral Perhubungan Udara.

Berikut adalah tabel kriteria klasifikasi bandar udara mengacu pada Direktorat Jendral Perhubungan Udara yang digunakan untuk mengklasifikasikan bandar udara berdasarkan berbagai faktor seperti panjang landasan (*ARFL*), kode huruf (*Code Letter*), bentang sayap (*Wing Span WS*), dan Jarak roda utama terluar (*Outer Mean Gear OMG*).

Tabel IV. 7 Tabel Kriteria klasifikasi bandar udara

( sumber : Direktorat Jendral Perhubungan Udara )

Kode Angka (Code Number)	Panjang Landasan (ARFL)	Kode Huruf (Code Letter)	Bantang Sayap (Wing Span WS)	Jarak RODA Utama Terluar (Outer Mean Gear OMG)
1	ARFL < 800 m	A	WS < 15 m	OMG < 4,5 m
2	800 m <= ARFL < 1200 m	B	15 m <= WS < 24 m	4,5 <= OMG < 6 m
3	1200 m <= ARFL < 1800 M	C	24 m <= WS 36 m	6 m <= OMG < 9 m
4	1800 M <= ARFL	D	52 m <= WS 52 m	9 m <= OMG < 14 m
		E	52 m <= WS 56 m	9 m <= OMG 14 m
		F	56 m < WS 80 m	14 <= OMG 16 m

Lapis ulang perkerasan *apron C-D parking stand* 1, 2, dan 3 biasanya memerlukan pertimbangan teknis dan rekomendasi yang *detail* untuk



memastikan kualitas, keselamatan, dan efisiensi operasional. Berikut adalah tabel rekomendasi lapis ulang perkerasan *apron C-D parking stand 1,2, dan 3* :

Tabel IV. 8 Rekomendasi lapis ulang perkerasan *apron C-D parking stand 1,2,3*

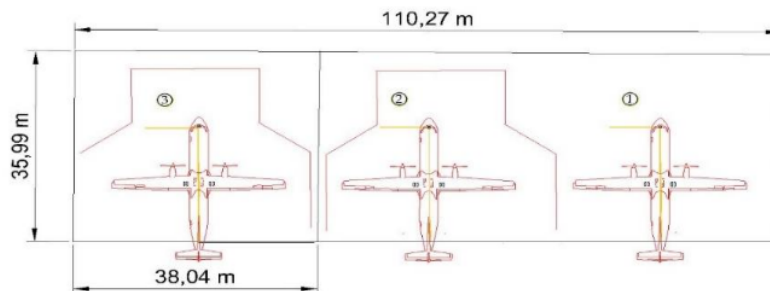
No	Lapisan	Kondisi Exsisting	Tebal Perkerasan	Rekomendasi
1	Lapisan Permukaan (surface Course)	200 200	400	Surface dibongkar 200 mm dan di lapis ulang setebal 200 mm
2	Pondasi atas (base course)	150 150	300	Lapisan Base Course Tetap
3	Pondasi bawah ( <u>subbase</u> course)	150	150	Lapisan Sub Base Course Tetap
4	Subgrade	6	0,0	

## 2. Hasil gambar perencanaan *apron C-D*

Berikut adalah gambar perencanaan :

### a. *Apron*

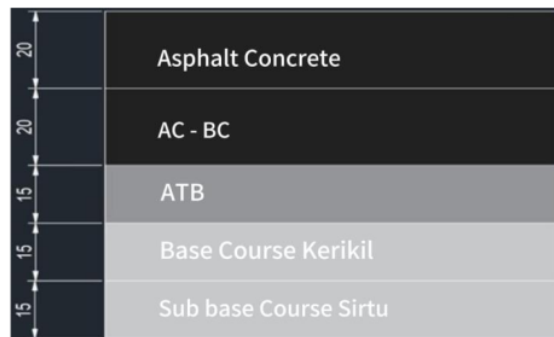
Gambar perencanaan menunjukkan area *Apron C-D* Bandar Udara Husein Sastranegara yang akan dilakukan pelapisan ulang. Berikut adalah gambar yang akan dilapis ulang :



Gambar IV. 7 Gambar *Apron*

b. *Desain* lapisan

*Desain* ini memenuhi spesifikasi teknis yang diperlukan agar *apron* dapat mendukung beban operasional pesawat B737-800 secara efektif dan aman. Dengan demikian, *desain* ini memastikan bahwa *apron* dapat menangani tekanan dan beban yang dihasilkan oleh pesawat tersebut, yang merupakan salah satu pesawat terkritis yang beroperasi di Bandar Udara Husein Sastranegara-bandung.



Gambar IV. 8 Hasil gambar desain

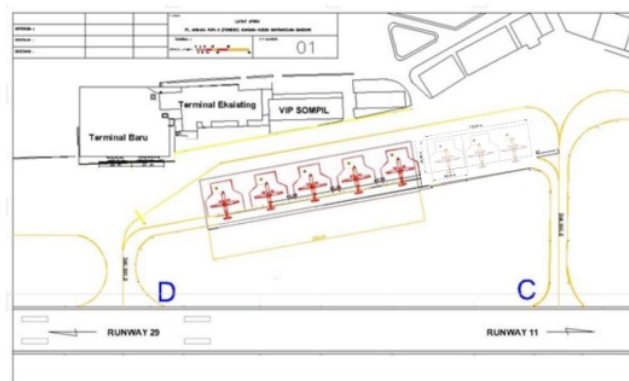
3. Rancangan anggaran biaya (RAB)

a. Perencanaan teknis

Struktur perkerasan bandar udara didesain mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh FAA (*ferderal aviation administration*). Metode ini diberikan dalam *advisory circurlar* No. AC 150/5320-6Er, *airport paverment design and evaluation*. Dalam perencanaan dengan metode FAA diperhitungkan untuk masa pemakaian 20 tahun kedepan. Perencanaan ini menggunakan *software* COMFAA untuk menghitung PCN.

b. Pembuatan gambar kerja

Hasil pembuatan gambar kerja adalah dokumen penting dalam proyek konstruksi atau rekayasa, termasuk untuk lapis ulang perkerasan *apron* bandar udara. Gambar kerja ini menggambarkan spesifikasi teknis, detail konstruksi, dan tata letak proyek yang dirancang. Berikut adalah gambar kerja *apron* C-D :



Gambar IV. 9 Hasil pembuatan gambar kerja

## c. Perhitungan volume kerja

Perhitungan volume kerja untuk lapis ulang perkerasan *apron* melibatkan pekerjaan persiapan dan pekerjaan *overlay apron C-D parking stand 1,2, dan 3*. Berikut adalah langkah-langkah dan rumus yang biasa digunakan dalam perhitungan volume pekerjaan:

Tabel IV. 9 Perhitungan volume kerja

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>			
1	Pas Pekerja dan Kendaraan	1,00	Ls
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat	1,00	Ls
3	Pelaporan dan Dokumentasi	1,00	Ls
4	Pemeliharaan & Perlindungan K3	1,00	Ls
<b>B PEKERJAAN OVERLAY APRON C-D Parking 1-3 (Flexible Pavement)</b>			
1	<b>Pek. Galian Perkerasan Aspal dengan Cold Milling (Tebal 20 cm)</b>		
	panjang apron	35,99	m
	lebar apron	110,27	m
	tebal surface	0,20	m
	Volume Bongkaran	793,72	m <sup>3</sup>

<b>2 Pek. Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC Mod)</b>		
panjang apron	35,99	m
lebar apron	110,27	m
Tebal Overlay	0,20	m
Volume Overlay	793,72	m <sup>3</sup>
Berat Jenis AC-WC Modifikasi	2,30	ton/m <sup>3</sup>
Tonage AC-WC	1.825,56	ton

d. Rancangan anggaran biaya (RAB)

Perhitungan RAB dalam perencanaan *Overlay apron* C-D yang menunjukkan berapa banyak kebutuhan material ataupun finansial seperti jumlah pekerja, kebutuhan material, alat dan bahan untuk *overlay apron* yang sudah direncanakan. Untuk pembuatan RAB ini sendiri berpedoman pada jurnal harga satuan bahan bangunan konstruksi dan interior edisi 41 tahun 2022 dan AHSP bid bina marga. Berikut adalah tabel rancangan anggaran biaya :

Tabel IV. 10 Rancangan anggaran biaya (RAB)

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA  
OVERLAY DI APRON C – D BANDAR UDARA  
INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					
1	Pas Pekerja dan Kendaraan	1,00	Ls	5.550.000,00	5.550.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi Alat	1,00	Ls	302.165,73	302.165,73
3	Pelaporan dan Dokumentasi	1,00	Ls	8.000,00	8.000,00
4	Pemeliharaan & Perlindungan K3	1,00	Ls	8.195.000,00	8.195.000,00
<b>SUB TOTAL</b>					<b>14.055.165,73</b>
<b>B PEKERJAAN OVERLAY</b>					

<b>APRON C-D</b>					
<b>Parking 1-3</b>					
<b>(Flexible Pavement)</b>					
<b>1</b>	Pek. Galian Perkerasan Aspal dengan Cold Milling (Tebal 20 cm)	793,72	m3	530.069,14	420.728.310,11
<b>2</b>	Pek. Laston Lapis Aus Modifikasi (AC-WC Mod)	1.825,56	ton	1.514.192,61	2.764.255.451,92
<b>SUB TOTAL</b>					<b>3.184.983.762,04</b>
<b>Terbilang : Tiga Milyar Lima Ratus</b>					<b>TOTAL</b> 3.199.038.927,77
<b>Lima Puluh Juta Sembilan Ratus Tiga</b>					<b>PPN 11 %</b> 351.894.282,05
<b>Puluh Tiga Ribu Rupiah</b>					<b>GRAND TOTAL</b> 3.550.933.209,82
					<b>DIBULATKAN</b> <b>3.550.933.000,00</b>

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa perencanaan lapis ulang perkerasan *flexibel* di *Apron* C-D di bandara udara Husein Sastranegara-Bandung belum dilakukan pelapisan ulang selama 14 tahun maka struktur perkerasan dibongkar setebal 200 mm dan di lapis ulang setebal 200 mm. Hal tersebut memenuhi spesifikasi teknis yang diperlukan agar *apron* dapat mendukung beban operasional pesawat B737-800 secara efektif dan aman. Dengan demikian, *desain* ini memastikan bahwa *apron* dapat menangani tekanan dan beban yang dihasilkan oleh pesawat tersebut, yang merupakan salah satu pesawat terkritis yang beroperasi di bandar udara Husein Sastranegara-bandung.

### B. Saran

Berdasarkan pembahasan di atas, bisa dikemukakan saran yaitu dapat dilakukan peningkatan fasilitas-fasilitas secara bertahap:

1. Tahap jangka pendek dapat segera melakukan perbaikan-perbaikan secara cepat tanggap terhadap kerusakan yang ada.
2. Tahap jangka menengah, segera melakukan perbaikan *lavelling* dan *weak spot* yang ada dipermukaan perkerasan.
3. Tahap jangka panjang segera melakukan peningkatan PCN dengan melakukan *overlay*.

## DAFTAR PUSTAKA

- <sup>2</sup> Aditia, Firmanto Yusuf; Hariyadi, Setyo; Rozi, Fahrur. (2019). Evaluasi Desain Drainase Runway Strip di Bandar Udara Internasional Juwata Tarakan. *Jurnal Teknologi Penerbangan*, 3, 29-42.
- Akmal, Mohammad Zaki; Surachman, Luky. (2024). Evaluasi Daya Dukung Perkerasan Apron Terhadap Pesawat Airbus 330-300 Dengan Metode FAA. *Jurnal Teknik Transportasi Vol. 3 No. 1, Mei 2024*, 33-45.
- Ardsyahputra, Faiz; Supriadi; <sup>2</sup> Rozi, Fahrur. (2020). Perencanaan Konstruksi Rigid Pavement Pada Apron di Bandar Udara Dewadaru Karimunjawa. *Jurnal Teknologi Penerbangan Vol. 4 No. 1 April 2020*, 1-13.
- Basari, Rambang. (2022). <sup>48</sup> Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi Dan Interior. *Journal Of Building Contruction, Interior & Material Prices*, 41, 1-749.
- Bimantoro, Muh. Fajar. (2021). <sup>4</sup> Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Runway, Taxiway Dan Apron Pada Yogyakarta International Airport (Pavement Design Of Runway, Taxiway And Apron Of At Yogyakarta International Airport). *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- <sup>19</sup> Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2015). Pedoman Teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-23 (Advisory Circular CASR Part 139-23), Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara (Pavement Management System). Diakses Pada 4 Juli 2024.
- <sup>2</sup> Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. (2019). Standar Teknis Dan Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil-Bagian 139 (Manual Of Standard CASR-Part 139) Volume I Bandar Udara (Aerodrome). Diakses Pada 4 Juli 2024.
- Direktur Jenderal Bina Konstruksi. (2023). <sup>51</sup> Tata Cara Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Diakses Pada 3 Juli 2024.

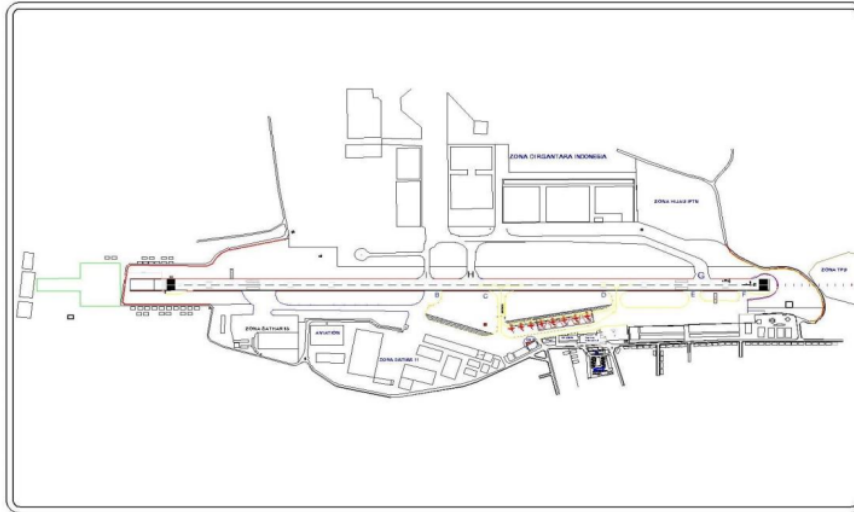
- Fatmayati, Fryda; Burhanudin, M. Sobur. (2024).<sup>7</sup> Efektivitas Sistem Losi Oleh Unit Avsec Dalam Penanganan Barang Tercecer di Area Landside. *Vol 17, No. 1, Juli 2024*, 14-28.
- Fahmi, Moh. Ilham. (2019).<sup>6</sup> Evaluasi Perkerasan Runway, Taxiway, Dan Apron Bandar Udara Abdurachman Saleh Malang. Proyek Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Farhan, Alhilal Mohammad. (2023).<sup>4</sup> Perbandingan Evaluasi Tebal Lapis Perkerasan Runway, Taxiway Dan Apron Pada Bandar Udara Halim Perdanakusuma Menggunakan Metode Empiris Dan Metode Mekanistik Berdasarkan Federal Aviation Administration (FAA). *Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*.
- Jumhari; Laksana, Andityo Pujo. (2022).<sup>25</sup> Analisis Pelanggaran Di Wilayah Apron Terhadap Keselamatan Penerbangan di Bandar Udara Sultan Muhammad Salahuddin Bima Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Kewarganegaraan Vol. 6 No. 3 Oktober 2022*, 1-10.
- Kharisma, Delvira Hasna; Hartatik, Nurani; Winiasri, Linda. (2022).<sup>11</sup> Analisis Tingkat Kerusakan Perkerasan Flexible Pada Apron Dengan Metode PCI di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2022*, 1-9.
- Marviansah.<sup>33</sup> (2023). Tinjauan Pelaksanaan Overlay Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Pada Apron-Taxiway Bandar Udara Mutiara Sis-Aljufri Palu. *Tugas Akhir. Universitas Tadulako, Palu*.
- Maulan, Nanda. (2020).<sup>76</sup> Perencanaan Apron di Bandar Udara Depati Parbo Kerinci. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 1-15.
- Nasrah; Nurdin, Abdul Rahim; Mallawangeng, Tamrin. (2023).<sup>34</sup> Analisis Perencanaan Struktur Perkerasan Apron Pada Bandar Udara Internasional Sultan Hasanuddin Menggunakan Metode FAA. *Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi Vol. 1 No. 3, September 2023*, 160-167.



- Petricia, Lovie Mei. (2020). <sup>11</sup> Perencanaan Overlay Landas Pacu Di Bandar Udara Harun Thohir Bawean. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)*, 1-11.
- <sup>24</sup> Peraturan Menteri Perhubungan. (2005). Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7095-2005 Mengenai Marka Dan Rambu Pada Daerah Pergerakan Pesawat Udara di Bandar Udara Sebagai Standar Wajib. Diakses Pada 4 Juli <sup>30</sup> 2024.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, CV.
- Sukirman, Silvia. (2024). *Rekayasa Bandar Udara* (3 ed.). Bandung: Penerbit Itenas.
- <sup>10</sup> Susilo, Muhammad Fahmi Tri; Rodji, Achmad Pahrul; Darmiyanti, Lydia. (2022). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Pada Apron Pangkalan Udara Saumlaki di Tanimbar Maluku. *Jurnal Sipilkrisna Vol.8 No. 1 April 2022*, 8, 1-10.
- Taufiqurokhman. (2022). *Konsep Dan Kajian Ilmu Perencanaan*. Jakarta: Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Zuhdi, Muhammad Hafizh. (2022). Rancang Bangun Catu Daya Lampu Runway Edge Menggunakan Panel Surya. *Tugas Akhir*. Politeknik Penerbangan Indonesia, Curug.

## LAMPIRAN

Lampiran A Layout Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung  
( Sumber : Dokumen Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung )



Lampiran B Gambar Bandar Udara Husein Sastranegara Bandung



## Lampiran C Dokumetasi Pada Saat Di lapangan



## Lampiran D Hasil Tumin

## ORIGINALITY REPORT

<b>18%</b>	<b>17%</b>	<b>6%</b>	<b>8%</b>
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repo.poltekbangsby.ac.id</b> Internet Source	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Sriwijaya University</b> Student Paper	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>edoc.site</b> Internet Source	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>www.scribd.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>pdfcoffee.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>digilibadmin.unismuh.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>jurnalnasional.ump.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repository.ub.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>text-id.123dok.com</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

## Lampiran E Lembar Bimbingan



**POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**  
**PROGRAM STUDI**  
**TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA**  
**PROGRAM SARJANA TERAPAN**

**LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN**  
**AKADEMIK 2023/2024**

Nama Taruna : Risa Riana Puspita Sari  
 NIT : 56192030045  
 Course : TRBU01B  
 Judul TA : PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEKSIBEL DI APRON  
 C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA-BANDUNG  
 Dosen Pembimbing : Dwi Cahyono, S.T., MS.ASM

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	16/5/2024	Perbaiki Sistematika Bab IV, Sesuai dengan AWR Penentuan bab IV	
2	12/6/2024	Lanjutan Pembahasan Bab IV	
3	20/6/2024	Perbaiki daftar Volume Pekerjaan Analisa dan Rab	
4	2/7/2024	Sesuaikan tahapan Rab tambahkan gambar potongan lapisan Perkerasan	
5	9/7/2024	Perbaiki perhitungan teknis dan Rab pada Bab IV	
6	10/7/2024	Lampirkan penawaran Akpa PG 76 pada Penyusunan Rab. Percepat penulisan	
7	15/7/2024	Revisi Narasi dan check plagiasi	
8	18/7/2024	Acc Sidang T.A.	

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi  
 Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Dosen Pembimbing

**Ir. M. INDRAMARTADINATA, S.ST., M.Si.**  
 NIP. 19810306 200212 1 001

**DWI CAHYONO, S.T., MS.ASM.**  
 NIP. 19831129 2006 1 004



**POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG**  
**PROGRAM STUDI**  
**TEKNOLOGI REKAYASA BANJAR UDARA**  
**PROGRAM SARJANA TERAPAN**

**LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR TAHUN**  
**AKADEMIK 2023/2024**

Nama Taruna : Risa Riana Puspita Sari  
 NIT : 56192030045  
 Course : TRBU01B  
 Judul TA : PERENCANAAN LAPIS ULANG PERKERASAN FLEKSIBEL DI APRON  
 C-D BANDAR UDARA INTERNASIONAL HUSEIN SASTRANEGARA-BANDUNG  
 Dosen Pembimbing : HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M.

No	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	21/5/2024	ACC Bab 1, 2, 3 lanjut Bab IV	
2	19/6/2024	UNTUK Abstrak belum memasukkan latar belakang	
3	20/6/2024	lengkapi flowchart	
4	21/6/2024	Perbaiki tabel & cek pedoman	
5	28/6/2024	Perbanyak sitasi	
6	17/7/2024	Perhatikan kerapian Paragraf	
7	18/7/2024	Check Plagiarisme	
8	19/7/2024	ACC Sidang T.A.	

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi  
 Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Dosen Pembimbing

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.  
 NIP. 19810306 200212 1 001

HERLINA FEBIYANTI, S.T., M.M.  
 NIP. 19830207 201712 2 002

# fixxx revisi ta bismillah 123.pdf

## ORIGINALITY REPORT

22%

SIMILARITY INDEX

21%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	3%
2	repo.poltekbangsby.ac.id Internet Source	2%
3	www.scribd.com Internet Source	1%
4	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
5	123dok.com Internet Source	1%
6	repository.its.ac.id Internet Source	1%
7	jurnal.sttkd.ac.id Internet Source	1%
8	ojs.balitbanghub.dephub.go.id Internet Source	1%
9	docplayer.info Internet Source	<1%

10	<a href="http://jurnalteknik.unkris.ac.id">jurnalteknik.unkris.ac.id</a> Internet Source	<1 %
11	<a href="http://ejournal.poltekbangsby.ac.id">ejournal.poltekbangsby.ac.id</a> Internet Source	<1 %
12	<a href="http://journal.maranatha.edu">journal.maranatha.edu</a> Internet Source	<1 %
13	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
14	<a href="http://jdih.dephub.go.id">jdih.dephub.go.id</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://text-id.123dok.com">text-id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
16	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
17	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://jurnal.untag-banyuwangi.ac.id">jurnal.untag-banyuwangi.ac.id</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://www.mbahonline.com">www.mbahonline.com</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://jurnalnasional.ump.ac.id">jurnalnasional.ump.ac.id</a> Internet Source	<1 %

22	<a href="http://repository.stipjakarta.ac.id">repository.stipjakarta.ac.id</a> Internet Source	<1 %
23	<a href="http://journal.upy.ac.id">journal.upy.ac.id</a> Internet Source	<1 %
24	<a href="http://seekdl.org">seekdl.org</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://etd.umy.ac.id">etd.umy.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://bpkad.magelangkota.go.id">bpkad.magelangkota.go.id</a> Internet Source	<1 %
27	<a href="http://archive.org">archive.org</a> Internet Source	<1 %
28	<a href="http://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://repository.uinsaizu.ac.id">repository.uinsaizu.ac.id</a> Internet Source	<1 %
30	Submitted to National Institute of Technology, Patna Student Paper	<1 %
31	Submitted to Submitted on 1691474883607 Student Paper	<1 %
32	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
33	<a href="http://estd.perpus.untad.ac.id">estd.perpus.untad.ac.id</a> Internet Source	<1 %



<1 %

34

[journal.unibos.ac.id](http://journal.unibos.ac.id)

Internet Source

<1 %

35

[rumusonline.wordpress.com](http://rumusonline.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

36

[www.wartaardhia.com](http://www.wartaardhia.com)

Internet Source

<1 %

37

Submitted to Sultan Agung Islamic University

Student Paper

<1 %

38

[itkobekasi.wordpress.com](http://itkobekasi.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

39

[www.ojs.unr.ac.id](http://www.ojs.unr.ac.id)

Internet Source

<1 %

40

[media.neliti.com](http://media.neliti.com)

Internet Source

<1 %

41

Submitted to ptdi-sttd

Student Paper

<1 %

42

[adoc.tips](http://adoc.tips)

Internet Source

<1 %

43

[repository.ar-raniry.ac.id](http://repository.ar-raniry.ac.id)

Internet Source

<1 %

44

[repository.usd.ac.id](http://repository.usd.ac.id)

Internet Source

<1 %

45	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
46	Submitted to Universitas Sam Ratulangi Student Paper	<1 %
47	<a href="http://arasypradana.blogspot.com">arasypradana.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
48	<a href="http://ardi.staff.gunadarma.ac.id">ardi.staff.gunadarma.ac.id</a> Internet Source	<1 %
49	<a href="http://repository.unhas.ac.id">repository.unhas.ac.id</a> Internet Source	<1 %
50	Submitted to unimal Student Paper	<1 %
51	<a href="http://www.gempurnews.com">www.gempurnews.com</a> Internet Source	<1 %
52	<a href="http://digilib.itb.ac.id">digilib.itb.ac.id</a> Internet Source	<1 %
53	<a href="http://e-journals.unmul.ac.id">e-journals.unmul.ac.id</a> Internet Source	<1 %
54	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
55	<a href="http://kumpulankaryasiswa.wordpress.com">kumpulankaryasiswa.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
56	<a href="http://ojs.unik-kediri.ac.id">ojs.unik-kediri.ac.id</a> Internet Source	<1 %

57	<a href="http://repository.ibs.ac.id">repository.ibs.ac.id</a> Internet Source	<1 %
58	<a href="http://repository.unwim.ac.id">repository.unwim.ac.id</a> Internet Source	<1 %
59	<a href="http://www.hashmicro.com">www.hashmicro.com</a> Internet Source	<1 %
60	<a href="http://docplayer.biz.tr">docplayer.biz.tr</a> Internet Source	<1 %
61	<a href="http://endangeredmeiden.blogspot.com">endangeredmeiden.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
62	<a href="http://etheses.uin-malang.ac.id">etheses.uin-malang.ac.id</a> Internet Source	<1 %
63	<a href="http://freedownloadb.net">freedownloadb.net</a> Internet Source	<1 %
64	<a href="http://repository.umsu.ac.id">repository.umsu.ac.id</a> Internet Source	<1 %
65	<a href="http://e-repository.perpus.iainsalatiga.ac.id">e-repository.perpus.iainsalatiga.ac.id</a> Internet Source	<1 %
66	<a href="http://jurnal.ensiklopediaku.org">jurnal.ensiklopediaku.org</a> Internet Source	<1 %
67	<a href="http://mamikos.com">mamikos.com</a> Internet Source	<1 %
68	<a href="http://documentation.2ie-edu.org">documentation.2ie-edu.org</a> Internet Source	<1 %

69	<a href="http://eprints.universitaspurabangsa.ac.id">eprints.universitaspurabangsa.ac.id</a> Internet Source	<1 %
70	<a href="http://id.123dok.com">id.123dok.com</a> Internet Source	<1 %
71	<a href="http://repo.poltekkestasikmalaya.ac.id">repo.poltekkestasikmalaya.ac.id</a> Internet Source	<1 %
72	<a href="http://repository.uindatokarama.ac.id">repository.uindatokarama.ac.id</a> Internet Source	<1 %
73	<a href="http://repository.unsri.ac.id">repository.unsri.ac.id</a> Internet Source	<1 %
74	<a href="http://semspub.epa.gov">semspub.epa.gov</a> Internet Source	<1 %
75	<a href="http://digilibadmin.unismuh.ac.id">digilibadmin.unismuh.ac.id</a> Internet Source	<1 %
76	<a href="http://e-library.poltekbangsby.ac.id">e-library.poltekbangsby.ac.id</a> Internet Source	<1 %
77	<a href="http://hal.archives-ouvertes.fr">hal.archives-ouvertes.fr</a> Internet Source	<1 %
78	<a href="http://iptek.its.ac.id">iptek.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
79	<a href="http://jurnal.abulyatama.ac.id">jurnal.abulyatama.ac.id</a> Internet Source	<1 %
80	<a href="http://laporankphuseinsastranegara.blogspot.com">laporankphuseinsastranegara.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %

81	<a href="https://repository.usu.ac.id">repository.usu.ac.id</a> Internet Source	<1 %
82	<a href="https://repository.unib.ac.id">repository.unib.ac.id</a> Internet Source	<1 %
83	<a href="https://repository.upi.edu">repository.upi.edu</a> Internet Source	<1 %
84	<a href="http://www.scilit.net">www.scilit.net</a> Internet Source	<1 %
85	Ismail Najamuddin. "Penelitian Fasilitas Bandar Udara Husein Sastranegara - Bandung", <i>Warta Penelitian Perhubungan</i> , 2019 Publication	<1 %
86	Dina Yuliana. "Pengaruh Fasilitas, Layanan dan Informasi Aksesibilitas Terhadap Tingkat Kepuasan Penumpang di Bandara Husein Sastranegara Bandung", <i>WARTA ARDHIA</i> , 2017 Publication	<1 %
87	Ray Tricker. "Wiring Regulations in Brief", Routledge, 2020 Publication	<1 %
88	<a href="http://www.pagarbawean.com">www.pagarbawean.com</a> Internet Source	<1 %

---

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off