

**PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN RUNWAY
SEBELUM DAN SESUDAH PEKERJAAN OVERLAY DI
BANDARA FATMAWATI SOEKARNO BENGKULU**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Kepada Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Sebagai Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Ahli Madya**



Oleh :
RIKA FITRIANI
221911002

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK RAFLESIA
2025**

PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN RUNWAY
SEBELUM DAN SESUDAH PEKERJAAN OVERLAY DI
BANDARA FATMAWATI SOEKARNO BENGKULU

TUGAS AKHIR



Oleh :

RIKA FITRIANI

221911002

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK RAFLESIA
2025**

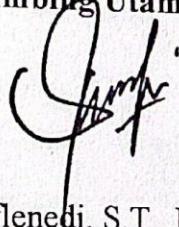
**HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai salah Satu Syarat
Untuk Menyelesaikan Program Diploma III (D3) Teknik Sipil,
Telah Diperiksa dan Disetujui**

- a. Judul : Perbandingan Biaya Pemeliharaan *Runway*
Sebelum dan Sesudah Pekerjaan *Overlay*
di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu
- b. Penyusun
1) Penyusun : Rika Fitriani
2) NPM : 221911002
- c. Program Studi : Teknik Sipil
- d. Jenjang : Diploma III

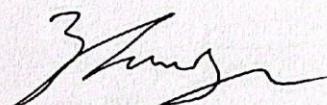
Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat, oleh karena itu
pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji,

Pembimbing Utama



Ir. Syaflenedi, S.T., M.T.
NIDN. 0202056401

Pembimbing Pendamping



Bhayu Satrio Wibowo, S.T., M.Eng.
NIDN.



HALAMAN PENGESAHAN
Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tugas
Akhir
Program Studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia

- a. Judul : Perbandingan Biaya Pemeliharaan *Runway* Sebelum Dan Sesudah Pekerjaan *Overlay* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu
- b. Penyusun
 - 1) Penyusun : Rika Fitriani
 - 2) NPM : 221911002
- c. Program Studi : Teknik Sipil
- d. Jenjang : Diploma III

Telah dikoreksi dengan baik dan cermat, karena itu pembimbing menyetujui mahasiswa tersebut untuk diuji

Curup, Juli 2025
Tim Penguji

Nama

- Ketua : Ir. Syaflenedi, S.T., M.T.
- Anggota : Ir. Ahmad Sajid, S.T., M.T.
- Anggota : Wilujeng Sriwahyuni, M.Eng.

Tanda Tangan

- 1.
- 2.
- 3.

Mengetahui :



SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah saya berupa Tugas Akhir dengan judul: "**PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN RUNWAY SEBELUM DAN SESUDAH PEKERJAAN OVERLAY DI BANDARA FATMAWATI SOEKARNO BENGKULU**".

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan penyelesaian program pendidikan Diploma III pada program studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia, merupakan karya asli dan sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan, jiplakan atau duplikasi dari karya ilmiah orang lain yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar pendidikan dilingkungan Politeknik Raflesia maupun di Perguruan Tinggi lain atau instansi manapun, kecuali yang bagian sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Apabila dikemudian hari, karya saya ini terbukti bukan merupakan karya asli saya, maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan oleh pihak Politeknik Raflesia, demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Curup, 15 Juli 2025

Yang Menyatakan

METERAI TEMPEL
F24AJX992226113
RIKA FITRIANI

NPM. 221911 002

HALAMAN PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)
TUGAS AKHIR

NAMA : RIKA FITRIANI
NPM : 221911 002
PROGRAM STUDI : TEKNIK SIPIL
JENJANG : DIPLOMA III
JUDUL : PERBANDINGAN BIAYA PEMELIHARAAN
RUNWAY SEBELUM DAN SESUDAH PEKERJAAN
OVERLAY DI BANDARA FATMAWATI
SOEKARNO BENGKULU

Tugas Akhir ini telah direvisi dan disetujui oleh tim penguji Tugas Akhir serta diperkenankan untuk diperbanyak/dijilid.

NO	Nama Tim Penguji	Jabatan	Tanggal	Tanda	Tangan
1.	Ir. Syaflenedi, S.T., M.T.	Ketua			
2.	Ir. Ahmad Sajid, S.T., M.T.	Anggota			2.
3.	Wilujeng Sriwahyuni, M.Eng.	Anggota		3.	

HALAMAN MOTTO

“Tidak peduli seberapa kotor masa lalumu, masa depanmu tetap tanpa noda”.
(Drake)

“Barang siapa belum pernah merasakan pahitnya mencari ilmu walau sesaat, ia akan menelan hinanya kebodohan sepanjang hidupnya”. (Imam Syafi'i)

“Pendidikan adalah jiwa sebuah masyarakat, karena pendidikan melewati satu generasi kegenerasi lainnya”. (Gilbert Keith Chesterton)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segenap cinta yang tak terukur, air mata yang tertahan dalam perjuangan, dan rasa syukur yang tak pernah cukup diungkapkan dengan kata-kata, karya Tugas Akhir ini saya persesembahkan untuk mereka yang telah menjadi alasan saya bertahan, berjalan, dan terus bermimpi:

1. Ayahanda tercinta, Mezzizonzoli

Cinta pertama dalam hidup saya. Pria sederhana yang hanya menyelesaikan pendidikan hingga Sekolah Menengah Pertama (SMP), tetapi telah memberikan pelajaran hidup yang tak bisa saya temukan di ruang kuliah manapun. Ayah bukan orang yang pandai mengungkapkan cinta dengan kata-kata, tapi saya bisa merasakannya dalam setiap keringat yang menetes, dalam diam yang menguatkan, dan dalam keteguhan sikap yang tak tergoyahkan. Terima kasih ayah, atas segala pengorbanan yang bahkan tidak pernah ayah sebutkan, atas lelah yang ayah pendam sendiri, dan atas cinta tulus yang ayah berikan sejak saya membuka mata hingga detik ini. Setiap langkah yang saya ambil hari ini, saya jejakkan di atas harapan-harapan kecil yang pernah ayah tanamkan dalam diam. Terima kasih, karena ayah adalah alasan saya mampu sampai di titik ini.

2. Ibundah tersayang, Jumi Asmara

Satu-satunya perempuan yang saya panggil dengan penuh cinta dan hormat ibu. Meski hanya menyelesaikan pendidikan hingga Sekolah Menengah Atas (SMA), ibu adalah universitas kehidupan bagi saya. Ibu

mengajarkan saya arti sabar yang sejati, arti pengorbanan tanpa pamrih, dan kekuatan cinta dalam bentuk paling murni. Dalam doa-doa lirih ibu, saya menemukan keberanian. Dalam pelukan ibu, saya menemukan kedamaian. Terima kasih ibu, telah mencintai saya tanpa syarat. Telah menangis diam-diam ketika saya terluka, dan tersenyum paling tulus ketika saya bahagia. Segala pencapaian ini adalah bagian dari cinta ibu yang tidak pernah padam.

3. Adik tercinta, Rafael Ardiansyah

Sosok kecil yang diam-diam saya jaga dalam doa dan harapan. Kamu adalah pengingat bahwa saya tak pernah sendiri. Setiap senyummu adalah bahan bakar semangatku. Terima kasih karena tanpa sadar, kehadiranmu telah menguatkanku melewati banyak hal. Semoga kelak kamu tahu bahwa banyak hal yang kakak perjuangkan hari ini, adalah demi kamu agar kamu bisa hidup lebih mudah, berjalan lebih tenang, dan bermimpi lebih tinggi. Kakak mungkin bukan yang terbaik, tapi kakak berusaha menjadi contoh yang bisa kamu banggakan.

4. Keluarga besar

Kepada seluruh keluarga saya yang hingga kini belum diberi kesempatan untuk merasakan bangku perkuliahan, karya ini adalah milik kita. Saya berdiri di titik ini karena doa kalian, karena semangat kalian, karena cinta yang kalian limpahkan meskipun tak semua diungkapkan dalam kata. Semoga perjuangan ini bisa menjadi pembuka jalan untuk

mimpi-mimpi generasi selanjutnya. Agar apa yang dulu terasa jauh, kini bisa kita capai bersama.

5. Teman – teman seperjuangan

Kepada kalian yang pernah menemani dalam langkah-langkah penuh tanya, dalam tawa yang penuh pelarian, dan dalam tangis yang tak semua orang mengerti terima kasih. Perjalanan ini terlalu sunyi jika dijalani sendiri, dan kalian telah menjadi cahaya di tengah gelapnya perjuangan. Kita pernah sama-sama takut, pernah sama-sama gagal, pernah sama-sama tertawa hingga lupa waktu. Kebersamaan ini tidak akan pernah saya lupakan. Semoga kita semua berhasil, dengan cara masing-masing.

6. Almamater tercinta

Tempat yang telah membentuk saya menjadi lebih kuat, lebih dewasa, dan lebih berani bermimpi. Di sini saya jatuh, lalu belajar bangkit. Di sini saya salah, lalu belajar memperbaiki. Terima kasih telah menjadi rumah ilmu, ruang tumbuh, dan ladang impian. Semoga suatu hari nanti, saya bisa kembali bukan sebagai mahasiswa, tapi sebagai seseorang yang membawa nama baik almamater dengan penuh kebanggaan.

7. Diri sendiri, Rika Fitriani

Untuk kamu, yang mungkin paling sering dilupakan, tapi sejatinya adalah tokoh utama dari cerita ini. Terima kasih karena tetap memilih untuk bangkit, meskipun seringkali terjatuh tanpa ada yang tahu. Terima kasih karena bertahan di tengah tekanan yang tak terlihat, di bawah beban ekspektasi yang kadang terlalu berat untuk dipikul sendirian. Untuk setiap

pagi yang kamu awali dengan tangis, tapi tetap kamu lanjutkan dengan semangat. Untuk malam-malam panjang yang kamu habiskan dengan bergulat dalam pikiran kamu luar biasa. Tidak mudah menjadi kamu. Tapi kamu berhasil. Kamu mampu. Terima kasih karena tidak menyerah, meskipun segala alasan untuk menyerah sudah berkumpul di depan mata. Terima kasih karena memilih untuk percaya pada diri sendiri, pada proses, dan pada Tuhan. Dan pada akhirnya, kamu pantas untuk berdiri hari ini, melihat ke belakang, dan berkata: “Aku berhasil.”

Tugas Akhir ini bukan hanya sebuah syarat kelulusan. Ini adalah kisah cinta, perjuangan, dan pengorbanan. Semoga karya ini menjadi langkah awal menuju masa depan yang lebih cerah, bukan hanya bagi saya, tetapi juga untuk mereka yang telah saya perjuangkan dalam setiap halaman ini.

ABSTRAK

Rika Fitriani, Perbandingan Biaya Pemeliharaan *Runway* Sebelum dan Sesudah Pekerjaan *Overlay* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu (Dibawah Bimbingan Syaflenedi, ST. MT & Bhayu Satrio Wibowo, MT)

Runway Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu mengalami kerusakan yang memerlukan pemeliharaan intensif sebelum *overlay*, menyebabkan biaya tinggi. Penelitian ini bertujuan membandingkan biaya pemeliharaan *runway* sebelum dan sesudah *overlay* untuk mengevaluasi efisiensi biaya.

Metode kuantitatif deskriptif digunakan dengan mengumpulkan data sekunder dari PT Angkasa Pura Indonesia, mencakup laporan pemeliharaan tiga tahun sebelum *overlay* dan empat bulan sesudahnya. Analisis dilakukan dengan menghitung total biaya dan efisiensi berdasarkan selisih biaya tahunan.

Hasil menunjukkan biaya pemeliharaan sebelum *overlay* Rp1.657.000.000 per tahun, sedangkan sesudah *overlay* turun menjadi Rp387.000.000 per tahun (proyeksi dari Rp32.250.000 per bulan), dengan efisiensi 76,65%. *Overlay* efektif mengurangi frekuensi kerusakan dan biaya pemeliharaan, mendukung strategi pemeliharaan berkelanjutan.

Kata Kunci:Runway, Bandara, overlay, biaya

ABSTRACT

Rika Fitriani, Comparison of Runway Maintenance Costs Before and After Overlay Work at Fatmawati Soekarno Airport, Bengkulu (Under The Guidance Of Syaflenedi, ST. MT & Bhayu Satrio Wibowo, MT)

The runway at Fatmawati Soekarno Airport, Bengkulu, experienced damage requiring intensive maintenance before overlay, resulting in high costs. This study aims to compare runway maintenance costs before and after overlay to evaluate cost efficiency.

A descriptive quantitative method was employed, collecting secondary data from PT Angkasa Pura Indonesia, covering three years of pre-overlay maintenance reports and four months post-overlay. Analysis involved calculating total costs and efficiency based on annual cost differences.

Results show pre-overlay maintenance costs of Rp1,657,000,000 annually, reduced to Rp387,000,000 post-overlay (projected from Rp32,250,000 monthly), achieving 76.65% efficiency. The overlay effectively reduced damage frequency and maintenance costs, supporting sustainable maintenance strategies.

Keywords: Runway, Airport, overlay, cost

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir yang berjudul **“Perbandingan Biaya Pemeliharaan Runway Sebelum dan Sesudah Pekerjaan Overlay Di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu”** ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya Teknik Sipil dalam Program Studi Teknik Sipil di Politeknik Raflesia.

Runway adalah elemen penting dalam operasi bandara yang mempengaruhi keselamatan serta kelancaran penerbangan. Untuk menjaga fungsionalitas dan masa pakainya, diperlukan strategi pemeliharaan yang efisien, baik dari aspek teknis maupun ekonomi. Salah satu metode yang penting dalam hal ini adalah pekerjaan *overlay*, yaitu menambah lapisan pada permukaan untuk meningkatkan kapasitas struktural dan kualitas *runway*.

Dalam penelitian ini, penulis berusaha membandingkan biaya pemeliharaan yang diperlukan sebelum dan setelah pekerjaan *overlay* yang dilakukan pada *runway*, dengan menggunakan studi kasus dari data teknis dan keuangan yang diperoleh dari PT Angkasa Pura Indonesia sebagai pengelola bandara. Diharapkan penelitian ini bisa memberikan kontribusi kecil dalam mendukung efisiensi operasional dan kebijakan pemeliharaan infrastruktur bandara di Indonesia.

Penyelesaian tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Paddery, M.Ak, selaku direktur politeknik raflesia.
2. Bapak Tugiman, ST, M.Pd selaku ketua program studi teknik sipil politeknik raflesia.
3. Bapak Syaflenedi, ST. MT, selaku dosen pembimbing I yang sabar memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Bhayu Satrio Wibowo, ST. M. Eng, selaku dosen pembimbing II yang juga memberikan bimbingan dan arahan selama penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen di Program Studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia yang telah memberikan ilmu, inspirasi, dan motivasi selama penulis belajar.
6. Para staff di Program Studi Teknik Sipil Politeknik Raflesia yang telah memberikan dan membantu penulis selama penulis belajar.
7. Tim manajemen dan teknisi di PT Angkasa Pura Indonesia, khususnya unit infrastruktur, yang telah menyediakan data, dokumen, serta wawasan lapangan yang sangat berharga untuk mendukung kelengkapan data dan validitas analisis dalam penelitian ini.
8. Orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan motivasi yang tiada henti, sehingga penulis dapat

menyelesaikan pendidikan serta tugas akhir ini dengan semangat dan ketekunan.

9. Rekan-rekan dari Teknik Sipil Politeknik Raflesia, yang telah menjadi teman diskusi, berbagi pengalaman, dan membantu penulis dalam berbagai cara selama proses penyusunan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, namun telah memberikan dukungan serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap mendapatkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Sebagai penutup, penulis sangat berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, terutama di bidang teknik sipil dan pengelolaan infrastruktur transportasi udara di Indonesia

Curup, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KARYA ASLI	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN PERBAIKAN (Revisi)	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN MOTTO	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABLE	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Kegunaan Penelitian	3
1.6.1 Manfaat Akademis	3
1.6.2 Manfaat Praktis	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Pengertian <i>Runway</i>	5
2.1.2 Jenis Perkerasan <i>Runway</i>	6

2.1.3 Kerusakan Perkerasan <i>Runway</i>	9
2.1.4 Pemeliharaan <i>Runway</i>	14
2.1.5 Overlay	17
2.1.6 Biaya Pemeliharaan.....	17
2.2 Penelitian Terdahulu.....	19
2.3 Kerangka Pikir.....	20
2.4 Pertanyaan Penelitian.....	22
BAB III.....	23
METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Desain Penelitian	23
3.2 Objek Penelitian	24
3.3 Definisi Operasional Variabel Penelitian	31
3.4 Populasi Dan Sampel Penelitian	32
3.5 Intrumensi dan Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.6 Teknik Analisis Data	37
BAB IV	40
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Data Pemeliharaan Sebelum <i>Overlay</i>	40
4.2 Data Pemeliharaan Setelah <i>Overlay</i>	48
4.3 Perbandingan Biaya Pemeliharaan	53
4.4 Analisis Efisiensi Biaya	54
BAB V	58
PENUTUP	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	19
Tabel 3. 1 Tabel Definisi Operasional.....	32
Tabel 3.2 Kriteria Sampel	34
Tabel 3.3 Instrumen Teknik Pengumpulan data	36
Tabel 4. 1 Frekuensi dan Volume Pekerjaan.....	44
Tabel 4. 2 Biaya Perjenis Pekerjaan	45
Tabel 4. 3 Total Biaya Per jenis Pekerjaan	46
Tabel 4. 4 Total Biaya Pemeliharaan	47
Tabel 4. 5 Frekuensi dan Volume Pekerjaan.....	50
Tabel 4. 6 Biaya Perjenis Pekerjaan	50
Tabel 4. 7 Total Biaya Perjenis Pekerjaan	51
Tabel 4. 8 Total Biaya Pemeliharaan	52
Tabel 4. 9 Perbandingan Biaya Pemeliharaan	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Alligator Crack</i>	10
Gambar 2.2 <i>Longitudinal Crack</i>	11
Gambar 2.3 <i>Reveling</i>	12
Gambar 2.4 <i>Block Crecking</i>	14
Gambar 2.5 Bagan Kerangka pikir	21
Gambar 3.1 Peta Bandara dari AIP Bandara Fatmawati Soekarno.....	25
Gambar 4.1 Potongan Lapisan <i>Runway</i>	40
Gambar 4.2 Pengisian Retakan.....	41
Gambar 4.3 Patching.....	42
Gambar 4.4 Pengecatan Marka Runway Side	44
Gambar 4.5 Grafik Kenaikan Biaya Pemeliharaan Runway	48
Gambar 4.6 Grafik Biaya Pemeliharaan Runway setelah Overlay	53
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Biaya Pemeliharaan	54
Gambar 4.8 Inspeksi Sisi Udara	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan	62
Lampiran 2 Perhitungan biaya satuan.....	71
Lampiran 3 Total Biaya Perjenis Pekerjaan	73
Lampiran 4 Perhitungan Setelah <i>Overlay</i>	76
Lampiran 5 Layout <i>Runway</i>	79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Runway adalah elemen paling penting dari infrastruktur bandara karena menjadi lokasi utama untuk lepas landas dan mendaratnya pesawat. Dalam memastikan keselamatan penerbangan, memiliki permukaan *runway* yang baik sangatlah penting. Dengan meningkatnya frekuensi penerbangan dan berat pesawat, kualitas permukaan *runway* cenderung menurun dengan munculnya retakan, deformasi, dan keausan lapisan atas. ini memerlukan pemeliharaan yang rutin (Baker dkk, 2013). Untuk mempertahankan kinerja dan memperpanjang usia pemakaian *runway*, pemeliharaan rutin dan berkala sangat diperlukan. Salah satu metode pemeliharaan besar yang dilakukan adalah melalui pekerjaan *overlay* atau pelapisan ulang (Linek & Nita, 2016).

Tujuan dari *overlay* adalah untuk memperbaiki dan meningkatkan daya tahan struktural *runway*, sehingga mampu menahan beban pesawat yang semakin berat. Pemeliharaan juga mencakup inspeksi berkala untuk mendeteksi kerusakan lebih awal dan mencegah kecelakaan (Widagdo & Thomas, 2023).

Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu adalah bandara utama di provinsi Bengkulu dengan peran strategis dalam memperkuat konektivitas daerah. Dengan meningkatnya aktivitas penerbangan dan jumlah penumpang, sangat penting untuk memastikan *runway* selalu dalam kondisi optimal. Pekerjaan *overlay* telah dilaksanakan sebagai bagian dari upaya untuk meningkatkan kualitas *runway*. Namun, penting untuk menilai sejauh mana dampak *overlay*

terhadap efisiensi biaya pemeliharaan yang dikeluarkan oleh manajemen bandara (Mustraman, 2020), serta bagaimana hal ini mempengaruhi keselamatan dan kelancaran operasional penerbangan.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan biaya pemeliharaan *runway* sebelum dan sesudah pekerjaan *overlay*. Oleh karena itu, analisis ini diharapkan bisa membantu kita memahami apakah *overlay* berdampak signifikan dalam menurunkan biaya pemeliharaan dalam jangka waktu tertentu. Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan pemeliharaan *runway* dimasa yang akan datang.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Pekerjaan *overlay* pada *runway* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu telah selesai sekitar empat bulan yang lalu.
2. Belum terdapat analisis atau kajian perbandingan biaya pemeliharaan sebelum dan sesudah pekerjaan *overlay*.
3. Perlu dilakukannya evaluasi awal untuk mengetahui apakah pekerjaan *overlay* berdampak terhadap efisiensi biaya pemeliharaan.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Objek penelitian adalah *runway* Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu.
2. Data pemeliharaan sebelum *overlay* diambil dari kurun waktu tiga tahun terakhir.
3. Data pemeliharaan sesudah *overlay* dibatasi pada periode empat bulan pasca-pekerjaan *overlay*.

4. Penelitian hanya membahas biaya pemeliharaan fisik yang tercatat secara langsung (biaya operasional perawatan).
5. Penelitian tidak mencakup kajian teknis perkerasan secara mendalam.

1.4 Rumusan Masalah

1. Berapa besar biaya pemeliharaan *runway* sebelum dilakukannya pekerjaan *overlay*?
2. Berapa Besar biaya pemeliharaan *runway* dalam periode empat bulan setelah *overlay*?
3. Bagaimana perbandingan biaya pemeliharaan sebelum dan sesudah pekerjaan *overlay*?

1.5 Tujuan Penelitian

1. Menganalisis biaya pemeliharaan *runway* sebelum pekerjaan *overlay*.
2. Menganalisis biaya pemeliharaan *runway* sesudah pekerjaan *overlay* selama empat bulan terakhir.
3. Membandingkan efisiensi biaya pemeliharaan *runway* sebelum dan sesudah pekerjaan *overlay*.

1.6 Kegunaan Penelitian

1.6.1 Manfaat Akademis

Penelitian ini diharapkan bisa menjadi referensi dalam bidang teknik sipil, khususnya terkait menajemen pemeliharaan infrastruktur transfortasi udara.

1.6.2 Manfaat Praktis

- a. Bagi pengelola bandara, diharapakan bisa menjadi bahan evaluasi dalam menentukan strategi pemeliharaan yang efisien dan berkelanjutan.
- b. Bagi instansi pemerintah, bisa menjadi masukan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terkait pemeliharaan infrastruktur penerbangan.
- c. Bagi mahasiswa atau peneliti lain, sebagai landasan untuk pengembangan studi lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Pengertian *Runway*

Runway adalah jalur utama yang dipakai untuk lepas landas dan mendarat pesawat di suatu bandar udara. *Runway* sangat penting pada sistem perkerasan bandara karena langsung menanggung beban berat dari roda pesawat, baik dalam keadaan diam maupun bergerak. Kinerja *runway* berperan besar dalam keselamatan penerbangan dan efisiensi operasi bandara secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemeliharaan yang rutin dan efektif sangat diperlukan untuk memastikan *runway* tetap dalam kondisi optimal dan aman untuk digunakan. (Widagdo & Thomas, 2023).

Sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 40 Tahun 2017 yang mengatur Standar Teknis dan Operasional Bandar Udara, *runway* harus memenuhi syarat untuk panjang, lebar, kekuatan struktural, dan permukaan yang aman bagi semua jenis pesawat yang beroperasi di bandara. Panjang dan kekuatan *runway* ditentukan oleh ukuran pesawat terbesar yang beroperasi secara rutin, serta faktor lingkungan seperti ketinggian dan suhu di lokasi.

Runway dibuat dengan permukaan yang rata, tidak licin, dan bebas dari air yang menggenang. Umumnya, permukaan *runway* dibangun dengan material perkerasan lentur (aspal) atau perkerasan kaku (beton) sesuai dengan kapasitas bandara, tingkat lalu lintas udara, serta ketersediaan dana dan material yang diperlukan. Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu menggunakan perkerasan lentur (aspal) karena lebih mudah untuk diperbaiki

dan sesuai dengan beban pesawat menengah. Perawatan rutin dan pemeliharaan yang baik sangat penting untuk memastikan *runway* tetap dalam kondisi optimal dan aman untuk digunakan, mengingat dampaknya terhadap keselamatan penerbangan, (Widagdo & Thomas, 2023).

Selain faktor struktural, *runway* juga harus dilengkapi dengan sistem drainase yang baik, tanda landasan yang jelas, serta sistem pencahayaan yang mendukung penerbangan di malam hari maupun saat visibilitas rendah. Oleh sebab itu, kondisi fisik *runway* perlu dirawat dengan baik agar tidak menimbulkan risiko bagi keselamatan pesawat dan penumpang. Kondisi *runway* yang optimal akan meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional bandara, sehingga penting untuk melakukan pemeliharaan dan evaluasi secara berkala. Pemeliharaan *runway* yang rutin dan evaluasi berkala dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah sebelum menjadi kritis, meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional bandara secara keseluruhan. Kondisi *runway* yang baik juga berkontribusi pada pengurangan waktu tunda dan meningkatkan pengalaman penumpang selama perjalanan udara.

2.1.2 Jenis Perkerasan *Runway*

Perkerasan *runway* merupakan struktur penting yang dirancang untuk mendistribusikan serta menahan beban dari pesawat ke tanah di bawahnya. Perkerasan ini harus dirawat dengan baik untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional penerbangan, mengingat peran vitalnya dalam mendukung aktivitas di bandar udara. Perkerasan yang tidak terawat dapat

menyebabkan kerusakan pada struktur *runway* dan meningkatkan risiko kecelakaan, sehingga penting untuk melakukan pemeliharaan secara berkala.

Ada dua tipe perkerasan utama yang biasa dipakai pada landasan pacu, yaitu:

a. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) terdiri dari beberapa lapisan aspal yang sifatnya *flexible* dan dapat mengikuti perubahan bentuk tanah dasar. Perkerasan lentur ini mencakup lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, dan lapisan pondasi bawah. Kelebihan dari perkerasan lentur ini adalah proses pembangunan yang lebih cepat, biaya awal yang lebih rendah, dan perawatan yang lebih mudah. Namun, kekurangannya adalah masa pakai yang lebih pendek dan lebih mudah rusak akibat beban yang berulang. Perkerasan lentur ini sering digunakan di bandara yang menangani pesawat dengan lalu lintas menengah hingga ringan.

Perkerasan lentur juga dapat diterapkan pada jalan raya, seperti yang terlihat pada Jalan Sawah Indah – Tande, yang menunjukkan efisiensi dan daya tahan yang baik (Indera, 2022). Oleh karena itu, pemilihan metode perencanaan yang tepat sangat penting untuk memastikan kualitas dan ketahanan perkerasan lentur dalam jangka panjang.

b. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) menggunakan pelat dari beton semen *Portland* sebagai lapisan yang utama. Beton ini sangat kuat dan dapat mendistribusikan beban pesawat secara merata ke lapisan bawah,

membuatnya lebih tahan terhadap tekanan tinggi. Umur pakai perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) biasanya lebih lama dan lebih tahan terhadap deformasi yang permanen. Namun, biaya pembangunan perkerasan ini lebih tinggi dan proses pelaksanaannya memakan waktu lebih lama. Perkerasan kaku ini umumnya digunakan di bandara besar dengan pesawat berbadan lebar dan tingkat operasional yang tinggi.

Walaupun perkerasan kaku memberikan manfaat dalam kekuatan dan distribusi beban, masalah biaya dan lamanya waktu pelaksanaan masih menjadi faktor penting dalam pemilihannya. Maka dari itu, keputusan untuk memilih antara perkerasan kaku dan tipe perkerasan lainnya harus mempertimbangkan kebutuhan khusus proyek serta anggaran yang tersedia. Analisis mendalam mengenai kondisi lalu lintas, jenis pesawat yang beroperasi, dan faktor lingkungan lainnya yang bisa mempengaruhi kinerja perkerasan juga harus dilakukan.

Keputusan yang tepat akan menjamin efisiensi operasional serta keselamatan saat menggunakan perkerasan kaku di tempat yang tepat. Selain itu, keputusan ini juga perlu mempertimbangkan metode perencanaan ketebalan perkerasan kaku yang relevan, misalnya metode PCA, untuk mencapai hasil yang terbaik (Mursidi dkk, 2023). Dalam hal ini, sangat penting untuk dicatat bahwa penerapan metode PCA dalam merencanakan ketebalan perkerasan kaku dapat memberikan efisiensi yang lebih baik dibandingkan dengan ketebalan yang ada sekarang yang tidak diukur dengan akurat.

2.1.3 Kerusakan Perkerasan *Runway*

Kerusakan pada perkerasan *runway* dapat disebabkan oleh beban berulang, kelembapan yang tinggi, pergerakan tanah, serta faktor usia. Kerusakan tersebut memerlukan pemeliharaan yang baik untuk memastikan keselamatan dan keamanan penerbangan (Widagdo & Thomas, 2023). Selain itu, faktor lingkungan seperti genangan air juga dapat memperburuk kondisi *runway*. Oleh karena itu, penting untuk melakukan inspeksi rutin dan perawatan yang tepat guna mengidentifikasi dan mengatasi masalah sebelum menjadi lebih serius..

Beberapa jenis kerusakan *runway* adalah :

a. Retakan Buaya (*Alligator Crack*)

Retakan buaya (*alligator crack*) merupakan salah satu jenis kerusakan yang sering terlihat pada perkerasan lentur, termasuk di landasan pacu di bandara. Ciri utama retakan ini adalah pola yang mirip dengan kulit buaya, yaitu retakan kecil yang terhubung dan membentuk segi banyak yang tidak teratur, sering kali muncul di jalur roda pesawat. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan pemeliharaan secara rutin dan melakukan rekonstruksi pada landasan pacu untuk mencegah kerusakan lebih lanjut serta menjaga keselamatan penerbangan (Santoso dkk, 2024).

Di landasan pacu, retakan buaya menjadi ancaman serius yang dapat mempengaruhi keselamatan operasional penerbangan secara langsung. Keberadaan retakan ini menunjukkan bahwa struktur perkerasan sudah

mengalami kelelahan akibat beban yang terus-menerus dari pesawat, terutama saat pesawat mendarat dan lepas landas yang memberikan beban vertikal yang tinggi. Upaya untuk mencegah dan menangani retakan buaya perlu dilakukan dengan benar, termasuk pemilihan material yang tepat dan penggunaan metode rekonstruksi yang efektif.

Gambar 2.1 Alligator Crack



Sumber : Doc Rika, September 2024

b. Retak memanjang (*Longitudinal Crack*)

Retak memanjang (*Longitudinal Crack*) adalah retakan yang muncul sejajar dengan alur lalu lintas, atau pada *runway*, sejajar dengan arah *take-off* dan *landing* pesawat. Retakan semacam ini biasanya terlihat di antara lapisan aspal, sambungan konstruksi, atau tepat di tengah jalur roda pesawat. Jika retak memanjang tidak diatasi dengan baik, hal itu bisa menyebabkan terbentuknya lubang dan masalah lain pada perkerasan *flexible*. Oleh karena itu, penerapan metode perawatan yang efektif sangatlah penting.

Pada *runway*, retak memanjang dapat menurunkan kenyamanan saat pesawat beroperasi dan juga bisa berisiko bagi keselamatan penerbangan. Retakan ini memungkinkan air masuk ke dalam struktur perkerasan, yang bisa mempercepat kerusakan lebih lanjut seperti lubang, *alligator crack*, dan menurunnya kekuatan dukung perkerasan. Oleh karena itu, pemantauan dan perawatan secara rutin sangat penting dilakukan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada perkerasan *flexible* akibat retakan memanjang ini.

Gambar 2.2 Longitudinal Crack



Sumber : Doc Rika, September 2024

c. Pengelupasan Permukaan (*Raveling*)

Raveling atau pengelupasan permukaan merupakan jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur. Kerusakan ini ditandai dengan melepaskan agregat halus dan kasar dari permukaan aspal secara bertahap. Di *runway* atau landasan pacu, *raveling* sangat berbahaya karena dapat menciptakan *Foreign Object Debris* (FOD). FOD ini bisa tersedot oleh mesin pesawat, merusak roda, atau mengganggu sistem

pendaratan. *Raveling* sering terjadi pada *runway* yang menerima beban berlebihan atau terkena suhu yang tinggi, contoh terlihat di Bandara Juanda dan Bandara Ngurah Rai (Wahyudi & Ahyudanari, 2017). Pemilihan material aspal yang tepat dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan ini. Oleh karena itu, penting untuk melaksanakan pemeliharaan rutin agar *raveling* dapat dicegah. Ini juga membantu menjaga keselamatan penerbangan, khususnya di bandara yang memiliki aktivitas penerbangan yang tinggi.

Fenomena *raveling* menunjukkan bahwa hubungan antara agregat dan aspal mulai melemah. Hal ini bisa disebabkan oleh usia perkerasan, kualitas material yang tidak baik, atau dampak dari lingkungan.

Gambar 2.3 *Reveling*



Sumber : Doc Rika, September 2024

d. Retakan Blok (*Block Cracking*)

Retakan blok merupakan jenis keretakan yang terjadi pada perkerasan lentur yang terbuat dari aspal, menciptakan bentuk persegi

atau poligon besar yang mirip dengan pola ubin. Keretakan ini biasanya berukuran antara 0,3 hingga 3 meter per sisi dan sering muncul di area yang jarang mengalami beban lalu lintas berat, seperti bahu landasan atau bagian *runway* yang tidak sering dilalui oleh roda pesawat. Oleh karena itu, pemeliharaan yang teratur dan perbaikan secara cepat sangat penting untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dan memastikan keselamatan penerbangan.

Meskipun keretakan blok pada *runway* tidak secara langsung diakibatkan oleh beban lalu lintas, kehadirannya tetap perlu diperhatikan karena dapat mengurangi kendaraan permukaan landasan dan menyebabkan kerusakan lain jika air dapat masuk melalui celah tersebut. Keretakan ini bisa memperburuk keadaan struktural *runway* jika tidak segera ditangani, sehingga sangat penting untuk melakukan pengecekan berkala dan pemeliharaan yang rutin.

Penting untuk menggunakan metode perbaikan yang tepat guna menangani keretakan blok dan mencegah kerusakan lebih lanjut pada struktur perkerasan *runway*.

Gambar 2.4 Block Crecking



Sumber : Doc Infra, juli 2024

2.1.4 Pemeliharaan Runway

Pemeliharaan *runway* merupakan kegiatan teknis yang dilakukan oleh pihak bandara untuk menjaga kondisi *runway* agar tetap layak dan aman. Kegiatan ini meliputi inspeksi rutin, perbaikan kerusakan, dan penanganan faktor lingkungan yang dapat memengaruhi keselamatan penerbangan (Widagdo & Thomas, 2023). Kondisi *runway* yang baik sangat penting untuk mencegah kecelakaan dan memastikan kelancaran operasi penerbangan. Pemeliharaan yang efektif juga dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang dan meningkatkan umur *runway* secara keseluruhan. Beberapa jenis pemeliharaan *runway*, yaitu :

- a. **Pemeliharaan Rutin** : Merupakan aktivitas yang dilakukan secara teratur dan terus menerus, seperti membersihkan *runway* dari sampah, perbaikan pada retak kecil, mengecat marka, dan memeriksa keadaan permukaan. Kegiatan ini sangat penting untuk menjamin keselamatan serta efisiensi operasional bandara, dan juga untuk memperpanjang

masa pakai *runway*. Pemeliharaan yang dilakukan secara rutin harus mempertimbangkan kondisi cuaca dan padatnya aktivitas penerbangan agar risiko kerusakan pada *runway* bisa diminimalkan (Widagdo & Thomas, 2023). Pemeliharaan yang baik dan terencana dapat membantu menghindari kerusakan yang lebih serius dan menjamin keamanan penerbangan di bandara.

Tujuannya adalah agar kerusakan kecil tidak semakin memburuk. Dengan demikian, pemeliharaan rutin yang dilakukan dengan baik bisa meningkatkan keselamatan operasional dan memperpanjang masa pakai *runway* di bandara. Pemeliharaan yang dilakukan secara teratur dan efektif sangat penting untuk mempertahankan kinerja *runway*, khususnya di bandara dengan lalu lintas tinggi seperti Bandara Internasional Ngurah Rai Bali (Rachmawati, 2018).

b. Pemeliharaan berkala : Merupakan aktivitas yang dilaksanakan pada waktu tertentu, misalnya setiap beberapa tahun, berdasarkan keadaan dan umur perkerasan. Contohnya pengaplikasian lapisan permukaan baru (*Seal Coat*), perbaikan aspal, dan pemeliharaan sistem drainase. Pemeliharaan rutin sangat krusial untuk memastikan bahwa mesin tetap efektif dan mencegah kerusakan yang dapat mengganggu produksi (Prayoga & Kardiman, 2022). Dengan pemeliharaan yang tepat, mesin dapat beroperasi dengan baik dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Melakukan pemeliharaan secara teratur dapat membantu menghemat biaya perbaikan di masa depan.

Tujuannya adalah untuk memperpanjang masa pakai landasan pacu sebelum perlu dilakukan perbaikan besar. Dalam pengelolaan bandara, pemeliharaan rutin juga mendukung keselamatan penerbangan dengan mengurangi kemungkinan kerusakan *runway* (Widagdo & Thomas, 2023). Dengan cara ini, bandara bisa menjaga agar landasan pacu berfungsi dengan baik dan aman untuk kegiatan penerbangan. Selain itu, pemeliharaan berkala juga membantu dalam menjaga reputasi bandar udara sebagai fasilitas yang handal dan aman bagi para penumpang.

c. Rehabilitas : Merupakan aktivitas pemeliharaan struktural yang diambil ketika kondisi perkerasan mengalami penurunan yang signifikan. Rehabilitasi ini bertujuan untuk memperpanjang umur infrastruktur dan memastikan keselamatan penerbangan. Proses ini mencakup penambahan lapisan baru di atas permukaan yang sudah ada untuk meningkatkan struktural, memperbaiki ketidakrataan, dan memperpanjang umur perkerasan secara keseluruhan. Rehabilitasi infrastruktur sangat penting untuk menjaga kualitas dan keamanan *runway*, terutama ketika kondisi fisik sudah menunjukkan penurunan signifikan.

Rehabilitasi yang efektif dapat mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan kenyamanan penerbangan, sehingga sangat diperlukan dalam pengelolaan infrastruktur *runway* yang baik. Rehabilitasi infrastruktur *runway* juga dapat membantu mengurangi biaya

pemeliharaan jangka panjang dan meningkatkan efisiensi operasional jaringan transportasi udara.

2.1.5 Overlay

Overlay adalah tambahan lapisan baru yang diletakkan di atas permukaan lama untuk memperkuat daya dukung struktur. Tujuan utama dari *overlay* adalah memperpanjang masa pakai *runway*, mengurangi kerusakan pada *runway*, dan menekan biaya pemeliharaan jangka panjang. Pemeliharaan jenis *overlay* perlu disesuaikan dengan kondisi yang ada dan hasil analisis teknis.

Kusnadi (2020) menyatakan bahwa *overlay* untuk perkerasan lentur bisa dilakukan setelah periode layanan mencapai delapan sampai sepuluh tahun atau ketika nilai PCI (*Pavement Condition Index*) turun di bawah 60. Jenis *overlay* yang dipakai di Bandara Fatmawati Soekarno adalah *hot mix asphalt* (HMA), yang diterapkan dengan ketebalan 5 - 7 cm di sepanjang *runway*.

2.1.6 Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan merupakan total pengeluaran yang dibutuhkan untuk menjaga atau memperbaiki fungsi perkerasan. Dalam biaya ini termasuk pengadaan material, tenaga kerja, penggunaan peralatan, serta kebutuhan logistik lainnya. Untuk mengetahui seberapa efisien biaya pemeliharaan, bisa dilakukan analisis dengan membandingkan total biaya sebelum dan sesudah lapisan tambahan dalam jangka waktu tertentu. Apabila *overlay* berhasil mengurangi kerusakan yang terjadi, maka biaya pemeliharaan tahunan pun akan berkurang secara otomatis (Nasution & Syam, 2022).

Selain itu, perencanaan biaya pemeliharaan yang baik akan membantu pengelola bandara untuk menghindari biaya yang tak terduga akibat kerusakan besar yang tidak terlihat. Maka dari itu, analisis perbandingan biaya sangat diperlukan sebagai dasar dalam membuat keputusan teknis dan finansial dalam pengelolaan infrastruktur bandara.

2.2 Penelitian Terdahulu

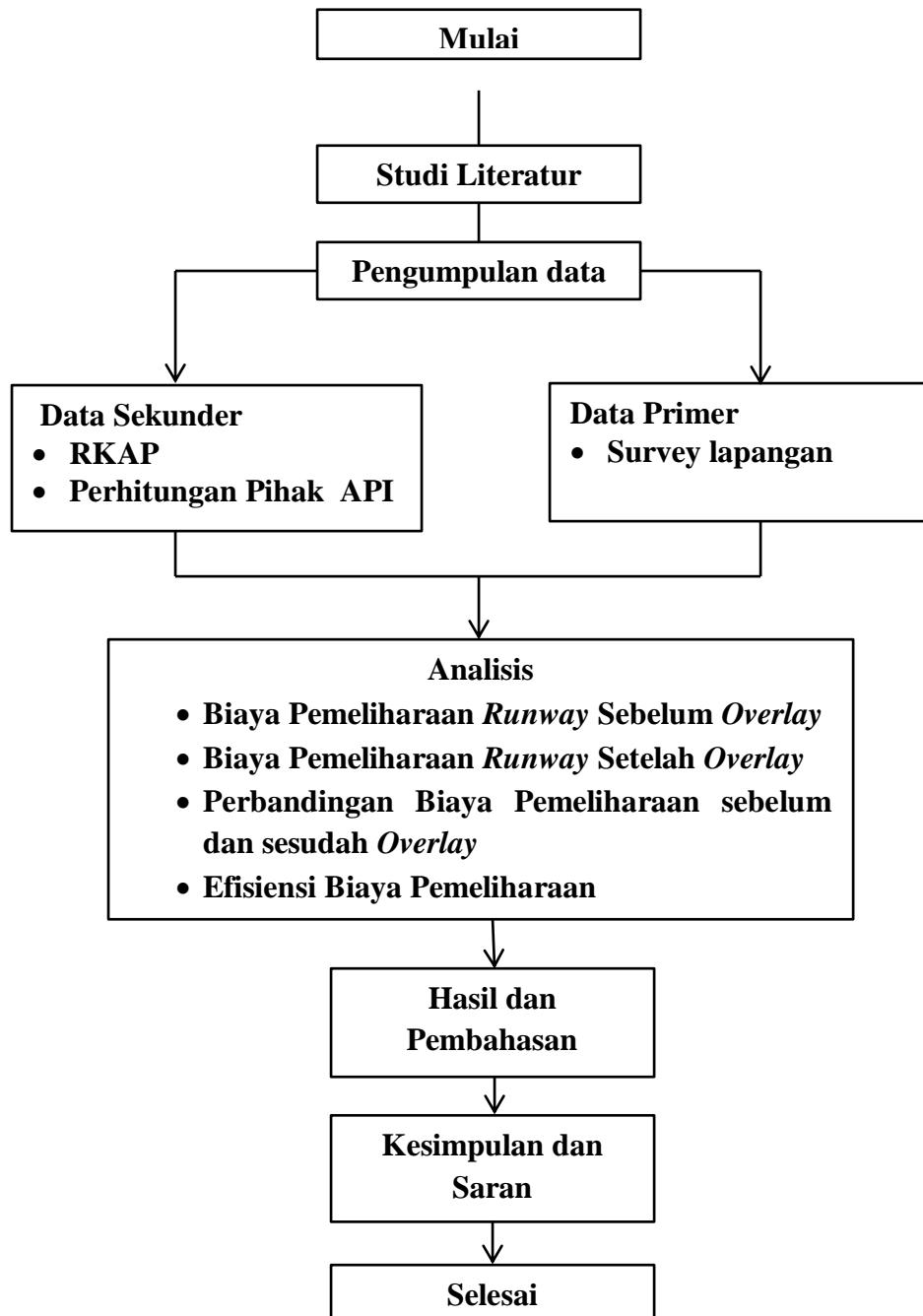
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Lokasi Studi	Fokus Penelitian	Temuan Utama	Implikasi
1	Siregar	2019	Runway Bandara Kualanamu	Efektivitas <i>overlay</i> pada <i>runway</i>	Biaya pemeliharaan menurun sebesar 35% dalam 6 bulan pasca- <i>overlay</i>	<i>Overlay</i> signifikan menekan biaya pemeliharaan jangka pendek
2	Rahmada ni & Yusuf	2021	Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II	Analisis kerusakan perkerasan pasca- <i>overlay</i>	Frekuensi pemeliharaan menurun secara signifikan setelah <i>overlay</i>	<i>Overlay</i> memperpanjang waktu pemeliharaan
3	Syahputra	2022	Kawasan pelabuhan	Analisis biaya pemeliharaan jalan aspal	Pentingnya membandingkan biaya sebelum dan sesudah perbaikan struktur jalan	Evaluasi ekonomi diperlukan dalam perbaikan jalan aspal
4	Djoko Widagdo & Thomas T. Bataona	2023	Runway Bandara Umbu Mehang Kunda Waingapu Sumba Timur	Analisis pemeliharaan daerah pergerakan (<i>runway</i>)	Pentingnya pemeliharaan <i>runway</i> untuk keselamatan penerbangan	Peningkatan sistem inspeksi dan pengadaan alat diperlukan dalam pemeliharaan <i>runway</i>

2.3 Kerangka Pikir

Penelitian ini bertujuan untuk menilai apakah pekerjaan *overlay* mampu memberikan efisiensi terhadap biaya pemeliharaan *runway*. Proses dimulai dari pengumpulan data biaya pemeliharaan sebelum *overlay* dan sesudah *overlay*, dilanjutkan dengan perbandingan dan analisis kuantitatif. Hasil dari perbandingan ini akan menunjukkan apakah terjadi penghematan biaya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang jelas mengenai strategi pemeliharaan *runway* yang lebih efisien dan berkelanjutan. Penelitian ini juga akan mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti kondisi cuaca dan penggunaan *runway* untuk mendapatkan hasil yang lebih lengkap. Analisis ini penting untuk memastikan bahwa investasi dalam pekerjaan *overlay* benar-benar menghasilkan manfaat jangka panjang bagi pengelolaan infrastruktur bandara. Pentingnya efisiensi biaya dalam pemeliharaan *runway* tidak dapat diabaikan, terutama mengingat peningkatan jumlah pesawat yang melintasi bandara. Selain itu, penelitian ini akan mengevaluasi dampak dari peningkatan jumlah pesawat terhadap kondisi perkerasan *runway*, mengingat beban yang semakin besar yang harus ditanggung oleh infrastruktur tersebut (Sari dkk, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih baik mengenai kebutuhan pengelolaan infrastruktur bandara yang efektif dan efisien.

Gambar 2.5 Bagan Kerangka pikir



2.4 Pertanyaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, maka pertanyaan penelitian difokuskan pada aspek yang dapat diukur dan dianalisis secara statistik:

1. Berapa total biaya pemeliharaan *runway* sebelum dilakukannya pekerjaan *overlay*?
2. Berapa total biaya pemeliharaan *runway* setelah dilakukan pekerjaan *overlay* selama empat bulan?
3. Seberapa besar efisiensi biaya pemeliharaan setelah dilakukan pekerjaan *overlay*?
4. Apakah pekerjaan *overlay* memberikan pengaruh signifikan terhadap penurunan biaya pemeliharaan *runway*?

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif deskriptif dengan tujuan untuk menjelaskan dan membandingkan biaya pemeliharaan *runway* sebelum dan sesudah pekerjaan *overlay* dilakukan. Metode ini dipilih karena penelitian fokus kepada analisis data angka yang berhubungan dengan biaya pemeliharaan yang diambil dari dokumen pengeluaran yang ada.

Desain penelitian mencakup pengumpulan data sekunder yang berasal dari lembaga terkait, seperti anggaran pemeliharaan *runway*, laporan kerusakan, dan dokumentasi teknis *overlay*. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis secara komparatif untuk mengetahui apakah ada perubahan pada nilai biaya pemeliharaan dalam periode tertentu.

Waktu pelaksanaan *overlay* juga menjadi pertimbangan dalam penelitian ini, yaitu sekitar empat bulan sebelum penelitian dilakukan, sehingga analisis fokus kepada perubahan biaya dalam rentang waktu yang setara sebelum dan sesudah *overlay*.

Dengan desain ini, diharapkan dapat diketahui seberapa efektif pekerjaan *overlay* dalam meningkatkan efisiensi biaya pemeliharaan *runway* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu.

3.2 Objek Penelitian

a. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Bandar Udara Fatmawati Soekarno (IATA: BKS, ICAO: WIGG), adalah Bandara domestik yang terletak di Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu. Sejak Januari 2020, Bandara ini dioperasikan oleh PT Angkasa Pura Indonesia KC Bandara Fatmawati Soekarno (Persero) yang sebelumnya dikelola oleh Ditjen Perhubungan Udara. Bandar Udara ini diberi nama sesuai dengan nama Ibu Negara Indonesia dan merupakan istri dari Presiden pertama Indonesia, Ir. Soekarno, yang lahir di Bengkulu dan dikenal juga akan jasanya dalam menjahit Bendera Pusaka Sang Saka Merah Putih.

Bandara ini telah memiliki landas pacu sepanjang 2.250 m x 45 m dengan permukaan aspal. Jenis pesawat terbesar yang bisa beroperasi di bandar udara ini adalah Boeing 737-900ER. Bandara ini dilengkapi dengan *Instrument Landing System* (ILS) yang dapat membantu pesawat mendarat dalam cuaca buruk.

Data Geografis Dan Data Admistrasi Bandar Udara Fatmawati Soekarno

1. Nama Bandara : Fatmawati Soekarno
2. Kota Lokasi Bandara : Bengkulu
3. Provinsi : Bengkulu
4. Koordinat ARP Aerodrome : $03^{\circ} 51' 40''$ S $102^{\circ} 20' 22''$ E
5. Arah dan Jarak ke Kota : SE / 7 NM (14 KM)
6. Magnetik Var/Tahun Perubahan : 0° / 4' EAST
7. Elevasi/Referensi Temperatur : 50 FT / 33° C

8. Rincian Rotating Beacon : Nil

9. Penyelenggara Bandar Udara : PT Angkasa Pura Indonesia

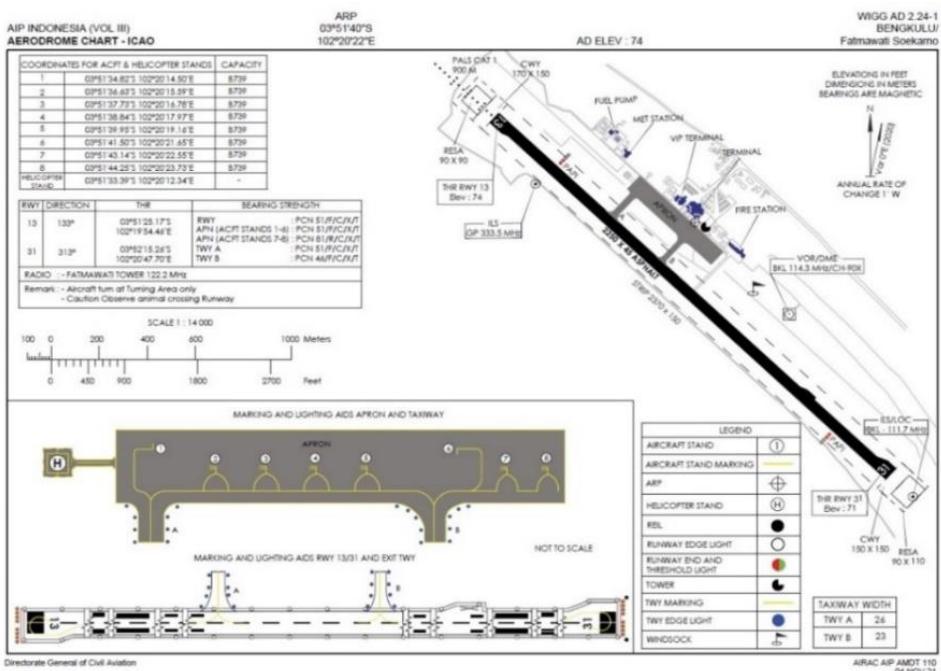
10. Alamat : Jl. Padang Kemiling Km 14
Bengkulu 38213

11. Tipe Runway : Instrument Precession Runway 13
and Non-Instrument Runway 31

12. Kode Referensi Bandar Udara : Domestik, 4C

13. Tipe Pesawat Udara Terkritis : B737-900ER

Gambar 3.1 Peta Bandara dari AIP Bandara Fatmawati Soekarno



Sumber. Data internal PT Angkasa Pura Indonesia KC Bandara Fatmawati Soekarno

Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu memiliki panjang *runway* 2.250 meter dan lebar 45 meter dengan jenis perkerasan fleksibel. *Taxiway* A memiliki panjang 132,5 meter dan lebar 26 meter, sementara *taxiway* B memiliki panjang 130 meter dan lebar 20 meter, keduanya menggunakan perkerasan fleksibel. *Apron* terdiri dari dua bagian, yaitu bagian pertama

dengan ukuran 375 meter x 80 meter dan bagian kedua berukuran 100 meter x 80 meter. *Apron* menggunakan kedua jenis perkerasan, yaitu fleksibel untuk bagian pertama dan rigit untuk bagian kedua.

Kondisi Eksisting (Sebelum *Overlay*), runway menunjukkan beberapa kerusakan seperti *alligator crack*, *longitudinal crack*, *reveling*, dan *block crack* yang memerlukan patching serta vegetasi di sekitar *shoulder* yang mengganggu operasional. Marka runway juga mengalami pemudaran, sehingga memerlukan pengecatan ulang. Perbaikan tersebut penting untuk memastikan keselamatan dan efisiensi operasional di bandar udara, terutama pada runway yang menjadi fasilitas vital.

b. Waktu Pelaksanaan *Overlay*

Pekerjaan *overlay* pada runway Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu merupakan bagian dari upaya pemeliharaan berkala untuk menjaga dan meningkatkan kualitas perkerasan landasan pacu agar tetap memenuhi standar keselamatan penerbangan sipil. Pekerjaan ini dilaksanakan dalam rentang waktu:

Tanggal Mulai Pelaksanaan: 9 Oktober 2024

Tanggal Selesai Pelaksanaan: 12 Februari 2025

Durasi Pelaksanaan: 127 hari kalender (4 bulan 3 hari)

c. Jenis Pekerjaan *Overlay*

Pekerjaan *overlay* yang dilakukan di runway Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu adalah jenis *debt overlay*, yaitu metode dimana lapisan aspal baru ditambahkan tanpa mengupas seluruh permukaan lama (*non-*

milling). Metode ini dipilih karena struktur perkerasan masih bisa dipertahankan meskipun terdapat berbagai kerusakan permukaan. *Debt overlay* merupakan solusi yang efektif dan praktis untuk memperpanjang umur *runway* serta meningkatkan kualitas permukaan perkerasan dari segi kekuatan dan ketahanan terhadap beban pesawat yang semakin meningkat. Selain itu, penerapan metode ini juga dapat mengurangi waktu dan biaya pemeliharaan *runway* secara keseluruhan.

Metode *debt overlay* diharapkan dapat meningkatkan daya dukung *runway*, sehingga dapat melayani pesawat dengan kapasitas lebih besar secara aman dan efisien. Penggunaan metode ini sejalan dengan evaluasi yang menunjukkan bahwa perkerasan *runway* Bandara Fatmawati masih layak dan aman untuk pesawat Boeing 737-900ER dan A320 *Twin opt* (Sari dkk, 2023). Dengan demikian, penerapan *debt overlay* akan berkontribusi pada keberlanjutan operasional bandara dan meningkatkan keselamatan penerbangan di masa depan. Kegiatan ini meliputi :

1. Pembersihan Permukaan Perkerasan Lama

Langkah pertama ini bertujuan untuk membersihkan debu, pasir, kerikil, dan material lepas lainnya yang bisa mengganggu ikatan antara permukaan yang sudah ada dan lapisan yang baru. Pembersihan dilakukan dengan menggunakan blower serta alat penyapu otomatis agar permukaan berada dalam keadaan bersih dan kering. Setelah pembersihan, langkah berikutnya adalah memastikan

bahwa semua permukaan siap untuk penerapan lapisan baru agar hasil akhir dapat optimal.

2. Penyemprotan *Tack Coat*

Tack coat merupakan lapisan pengikat antara permukaan lama dan lapisan *overlay* yang akan diterapkan. Bahan *tack coat* berbasis aspal emulsi disemprot secara merata. Hal ini bertujuan agar lapisan baru melekat dengan baik dan menghindari delaminasi atau pengelupasan lapisan aspal di kemudian hari.

Penggunaan *tack coat* yang benar sangat penting untuk mencegah kerusakan struktural seperti retak geser dan delaminasi, yang dapat menimbulkan biaya perbaikan yang tinggi (johnson 2022). Penggunaan *tack coat* yang tidak tepat dapat mengurangi kekuatan ikatan hingga 10%, dan bisa menyebabkan penurunan umur fatigue hingga 50%. Karena itu, perlu perhatian ekstra saat menerapkan *tack coat* untuk meningkatkan kinerja permukaan aspal. Kualitas *tack coat* yang baik dapat memperpanjang masa pakai jalan dan mengurangi kebutuhan perawatan di masa mendatang, sehingga penting untuk mengikuti prosedur yang benar saat mengaplikasikannya..

3. Penghamparan Lapisan AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)

Setelah lapisan *tack coat* kering dan terikat dengan baik, langkah selanjutnya adalah menghamparkan lapisan aspal beton jenis

AC-WC dengan ketebalan yang berkisar antara 4 - 5 cm. Lapisan *Asphalt Concrete – Wearing Course* dirancang khusus untuk menahan beban lalu lintas pesawat serta menyediakan permukaan yang halus dan tahan lama terhadap keausan.

Proses penghamparan dilakukan dengan menggunakan alat penghampar aspal, yang kemudian dilanjutkan dengan pemasatan menggunakan *roller vibratory* dan *roller tandem* hingga mendapatkan tingkat kepadatan sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku. Pentingnya proses pemasatan yang tepat tidak bisa diabaikan, karena ini berpengaruh langsung pada daya tahan dan kinerja lapisan AC-WC, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Bina Marga. Selanjutnya, proses ini juga berpengaruh pada sifat mekanis dan volumetrik dari campuran aspal, yang dapat mempengaruhi ketahanannya terhadap kerusakan seperti *rutting* dan penuaan (Wijayanti 2012).

Melakukan pemasatan secara optimal dapat meningkatkan nilai Indeks Kekuatan Sisa (IKS) dari campuran AC-WC, sehingga sangat penting untuk mematuhi pedoman yang telah ditentukan. Selain itu, pelaksanaan uji *marshall* diperlukan untuk menilai kinerja campuran aspal setelah proses pemasatan, guna memastikan bahwa semua spesifikasi yang ditetapkan telah dipenuhi.

4. Pekerjaan Marka dan Pelengkap Lainnya

Setelah menyelesaikan proses *overlay* dan memastikan permukaan sudah aman dari segi suhu, tahap berikutnya adalah melakukan pengecatan ulang pada marka landasan pacu dengan cat *thermoplastic reflective*. Marka tersebut disesuaikan agar sesuai dengan standar dari ICAO serta Direktorat Jenderal Perhubungan Udara. Selain itu, tambahan pekerjaan seperti pemasangan lampu ujung landasan, perbaikan saluran drainase, dan mengembalikan kondisi strip *runway* juga termasuk dalam tahap akhir *overlay*.

Proses ini sangat penting untuk menjamin keselamatan penerbangan dan mematuhi peraturan yang berlaku, sekaligus meningkatkan operasional Bandar Udara Fatmawati Soekarno Bengkulu dan mendukung rencana pengembangan yang lebih lanjut. Dengan demikian, proyek ini tidak hanya memperbaiki fasilitas yang sudah ada, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap pertumbuhan ekonomi lokal dan pariwisata di daerah Bengkulu.

Tujuan Pelaksanaan *Debt Overlay* Memperpanjang umur layanan *runway* secara ekonomis tanpa perbaikan struktural besar, Meningkatkan kenyamanan dan keselamatan operasional pesawat serta Menurunkan intensitas dan biaya pemeliharaan jangka pendek.

volume pekerjaan *overlay* adalah 10.125 m^2 ($2.250 \text{ m} \times 45 \text{ m}$), dengan biaya satuan Rp2.000.000/m², sehingga total biaya *overlay* adalah :

$$\text{Total biaya overlay} = \text{volume pekerjaan} \times \text{biaya satuan}$$

$$\text{Total Biaya overlay} = 10.125 \text{ m}^2 \times \text{Rp}2.000.000/\text{m}^2$$

$$= \text{Rp}20.250.000.000$$

3.3 Definisi Operasional Variabel Penelitian

Definisi operasional variabel bertujuan untuk menjelaskan dengan rinci cara setiap variabel dalam penelitian ini didefinisikan dan diukur secara kuantitatif.

Dalam penelitian ini terdapat tiga variabel utama:

a. Biaya Pemeliharaan *Runway* Sebelum *Overlay*

Biaya pemeliharaan *runway* sebelum *overlay* adalah total pengeluaran yang dikeluarkan oleh pihak bandara untuk pemeliharaan *runway* sebelum *overlay* dilakukan. Pengeluaran ini dihitung dalam satu tahun sebelum *overlay* dan mencakup perbaikan retakan, tambalan, pengecatan marka, serta pembersihan secara rutin.

b. Biaya Pemeliharaan *Runway* Setelah *Overlay*

Biaya Pemeliharaan *Runway* Setelah *Overlay* adalah total biaya untuk pemeliharaan *runway* yang terjadi setelah pekerjaan *overlay* selesai, dihitung dalam periode empat bulan setelah *overlay*. Kegiatan pemeliharaan biasanya lebih ringan, sehingga diharapkan ada penurunan pada nilai biaya.

c. Perbandingan Biaya Pemeliharaan

Perbandingan biaya adalah selisih nominal antara total biaya pemeliharaan sebelum dan sesudah *overlay*. Perbandingan biaya membantu melihat seberapa besar penghematan dana yang terjadi secara langsung.

d. Efisiensi Biaya Pemeliharaan

Efisiensi biaya dihitung dengan cara membandingkan total biaya pemeliharaan sebelum dan setelah *overlay*. Efisiensi ini menunjukkan apakah

overlay berhasil mengurangi biaya pemeliharaan. Efisiensi dinyatakan dalam persen (%) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Efisiensi Biaya}(\%) = \left(\frac{B_1 - B_2}{B_2} \right) \times 100\%$$

Keterangan :

- a) B_1 = Total biaya pemeliharaan sebelum *overlay*
- b) B_2 = Total biaya pemeliharaan sesudah *overlay*

Tabel 3. 1 Tabel Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Satuan
Biaya pemeliharaan sebelum <i>overlay</i>	Jumlah biaya yang digunakan untuk kegiatan pemeliharaan <i>runway</i> sebelum pekerjaan <i>overlay</i> dilakukan selama tiga tahun terakhir	Rupiah (Rp) per tahun
Biaya pemeliharaan setelah <i>overlay</i>	Jumlah biaya yang digunakan untuk kegiatan pemeliharaan <i>runway</i> setelah pekerjaan <i>overlay</i> dilakukan, dihitung selama empat bulan terakhir	Rupiah (Rp) per bulan, diekstrapolasi ke tahunan
Perbandingan Biaya Pemeliharaan	Selisih antara biaya sebelum dan sesudah <i>overlay</i>	Rupiah (Rp)
Efisiensi Biaya	Perbandingan antara biaya sebelum dan sesudah <i>overlay</i> untuk mengetahui tingkat penghematan	Persentase (%)

3.4 Populasi Dan Sampel Penelitian

a. Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data pekerjaan pemeliharaan *runway* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu yang mencakup periode waktu sebelum hingga sesudah pelaksanaan pekerjaan

overlay. Populasi ini meliputi berbagai jenis pekerjaan pemeliharaan rutin maupun berkala yang dilakukan pada seluruh bagian *runway*, baik sebelum *overlay* maupun setelah *overlay* dilakukan. Data yang termasuk dalam populasi ini mencakup jenis pekerjaan, volume pekerjaan, frekuensi pelaksanaan, biaya (material, tenaga kerja, dan alat), jenis kerusakan yang ditangani, hingga dokumentasi teknis seperti laporan kondisi perkerasan dan inspeksi berkala.

Penggunaan populasi secara keseluruhan bertujuan untuk memberikan gambaran yang utuh mengenai pola pemeliharaan *runway* dalam periode waktu yang relevan, serta untuk melihat bagaimana perubahan strategi pemeliharaan dan kondisi perkerasan mempengaruhi efisiensi biaya dan kinerja perkerasan secara umum.

b. Sampel Penelitian

Sampel dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel secara sengaja berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Dalam hal ini, sampel yang dipilih adalah data pekerjaan pemeliharaan *runway* yang dilakukan dalam periode:

1. Satu tahun sebelum pelaksanaan *overlay*, yaitu data pemeliharaan yang menunjukkan kondisi eksisting dan biaya yang dikeluarkan secara rutin untuk menjaga fungsi dan keselamatan *runway*.
2. Empat bulan setelah pelaksanaan *overlay*, yaitu data pemeliharaan pasca *overlay* yang mencerminkan kondisi perkerasan baru dan kebutuhan

pemeliharaan yang lebih ringan sebagai hasil dari peningkatan struktural dan fungsional perkerasan melalui *overlay*.

Pemilihan periode satu tahun sebelum *overlay* diambil untuk mendapatkan gambaran lengkap dan konsisten mengenai pola dan besaran biaya pemeliharaan pada kondisi sebelum dilakukan perbaikan besar. Sementara itu, periode empat bulan setelah *overlay* dipilih karena mencerminkan fase awal masa layanan perkerasan baru, di mana pemeliharaan lebih difokuskan pada tindakan monitoring dan perawatan ringan. Meskipun hanya empat bulan, data ini kemudian diproyeksikan secara tahunan agar dapat dibandingkan secara adil dengan biaya pemeliharaan tahunan sebelum *overlay*.

Dengan menggunakan pendekatan ini, peneliti dapat membandingkan efisiensi biaya pemeliharaan sebelum dan setelah *overlay* secara kuantitatif, sekaligus memahami efektivitas *overlay* dalam menurunkan intensitas dan volume pekerjaan pemeliharaan

Tabel 3.2 Kriteria Sampel

No	Kriteria Sampel	Keterangan
1	Lokasi	<i>Runway</i> Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu
2	Waktu sebelum <i>overlay</i>	Tahun 2023 sehingga awal <i>overlay</i>
3	waktu setelah <i>overlay</i>	± empat bulan setelah <i>overlay</i>
4	Jenis Data	RAB dan realisasi anggaran

3.5 Intrumensi dan Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Format Tabel Rekap Data Biaya Pemeliharaan Format ini digunakan untuk merekap data-data seperti jenis pekerjaan, volume pekerjaan, frekuensi, serta komponen biaya (material, tenaga kerja, alat). Tabel ini mempermudah analisis perbandingan antarperiode.
2. Dokumen RKAP Dokumen ini mencakup rincian pekerjaan pemeliharaan maupun *overlay*, anggaran yang dialokasikan, serta laporan teknis pelaksanaan dan inspeksi kondisi *runway*.
3. Lembar Observasi dan Panduan Wawancara Informal Disiapkan untuk memperoleh data lapangan tambahan atau klarifikasi informasi dari teknisi.

3.4.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Dokumentasi, Teknik ini dilakukan dengan menelaah dan mengumpulkan data dari dokumen RAB, laporan pemeliharaan harian/bulanan, laporan proyek *overlay*, serta laporan inspeksi kondisi perkerasan *runway*. Dokumen tersebut diperoleh dari instansi pengelola bandara dan pihak pelaksana proyek.
2. Wawancara, Wawancara dilakukan secara informal kepada pihak teknisi yang terlibat dalam pekerjaan *overlay* dan pemeliharaan, kepala departemen fasilitas, peralatan dan teknologi bandara dan teknisi

lapangan Tujuannya untuk mengklarifikasi data teknis, alasan pelaksanaan pemeliharaan, serta kondisi aktual di lapangan.

3. Observasi Lapangan, Observasi dilakukan untuk mencatat kondisi visual *runway pasca overlay*, mencermati indikasi awal kerusakan atau kelainan pada perkerasan, serta mendokumentasikan aktivitas pemeliharaan secara langsung jika tersedia akses.

Melalui kombinasi teknik dokumentasi, wawancara, dan observasi, peneliti memperoleh data yang akurat dan menyeluruh untuk mendukung proses analisis efisiensi biaya pemeliharaan *runway* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu.

Tabel 3.3 Instrumen Teknik Pengumpulan data

No	Jenis Instrumen	Fungsi	Bentuk Data	Sumber Data
1	Format tabel rekap data biaya pemeliharaan	Mencatat dan mengorganisasi data volume pekerjaan dan biaya	Kuantitatif (angka)	Data teknis dari laporan pemeliharaan & <i>overlay</i>
2	Dokumen RKAP	Mendapatkan data resmi dan aktual mengenai pekerjaan dan pembiayaan	Kuantitatif & deskriptif	Instansi pengelola bandara
3	Kontrak proyek & jadwal inspeksi	Mengetahui lingkup pekerjaan, waktu pelaksanaan, dan kegiatan inspeksi	Deskriptif	Arsip infrastruktur bandara
4	Lembar observasi lapangan	Mencatat kondisi visual <i>runway</i> dan kegiatan pasca <i>overlay</i>	Kualitatif (catatan visual)	Observasi langsung ke lapangan
5	Wawancara informal	Mengklarifikasi informasi teknis, frekuensi atau alasan pekerjaan	Kualitatif (narasi)	Teknisi lapangan

No	Jenis Instrumen	Fungsi	Bentuk Data	Sumber Data
6	Dokumentasi foto dan gambar denah <i>runway</i>	Melihat kondisi dan lokasi pekerjaan <i>overlay</i> dan pemeliharaan	Visual (gambar)	Arsip infrastruktur bandara

3.6 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini, data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mengolah dan menyajikan data numerik secara sistematis untuk menggambarkan efisiensi biaya pemeliharaan *runway* sebelum dan sesudah pelaksanaan *overlay*. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui apakah terdapat penurunan biaya yang signifikan setelah *overlay*, serta seberapa besar efisiensi yang dicapai berdasarkan data aktual di lapangan.

Adapun tahapan analisis yang dilakukan meliputi:

1. Menghitung Total Biaya Pemeliharaan Sebelum *Overlay*

Langkah pertama dalam analisis adalah mengidentifikasi dan menjumlahkan seluruh komponen biaya pemeliharaan yang dikeluarkan dalam kurun waktu satu tahun terakhir sebelum pelaksanaan pekerjaan *overlay*. Data ini diperoleh dari dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan laporan pekerjaan harian/bulanan. Komponen biaya meliputi:

- a. Biaya material (aspal, bahan pengisi retak, dll)
- b. Biaya alat berat dan operasional
- c. Biaya tenaga kerja

Seluruh jenis pekerjaan seperti tambal sulam (*patching*), perbaikan retak (*crack sealing*), pengelupasan (*raveling repair*), serta pekerjaan

lainnya dihitung berdasarkan volume dan frekuensinya. Hasil perhitungan akan menunjukkan total biaya tahunan sebelum *overlay*.

2. Menghitung Total Biaya Pemeliharaan Setelah *Overlay*

Langkah kedua adalah menghitung total biaya pemeliharaan yang dilakukan setelah pekerjaan *overlay* dalam periode empat bulan. Data ini mencakup jenis pekerjaan pemeliharaan ringan yang dilakukan pasca *overlay* seperti pembersihan retak kecil, pemeliharaan perkerasan minor, dan inspeksi. Sama seperti sebelumnya, biaya dihitung berdasarkan volume, frekuensi, dan komponen biaya (material, alat, tenaga kerja).

Meskipun periode pengamatan hanya mencakup empat bulan, data biaya ini kemudian diproyeksikan secara linier ke dalam periode satu tahun agar dapat dibandingkan secara sebanding dengan data sebelum *overlay*. Proyeksi ini dilakukan dengan asumsi bahwa pola kerusakan dan pemeliharaan pasca *overlay* tetap konsisten hingga satu tahun.

3. Membandingkan Biaya Sebelum dan Sesudah *Overlay*

Setelah kedua total biaya diperoleh (sebelum dan sesudah *overlay*), tahap selanjutnya adalah membandingkan keduanya untuk menghitung efisiensi biaya. Perbandingan dilakukan dalam dua bentuk:

- a. Selisih nilai biaya (rupiah): Total biaya sebelum *overlay* dikurangi dengan total biaya setelah *overlay* (hasil proyeksi tahunan).

Hasil analisis ini akan memberikan gambaran kuantitatif mengenai efektivitas *overlay* dalam menekan biaya pemeliharaan *runway*. Jika persentase efisiensi menunjukkan angka positif dan signifikan, maka dapat disimpulkan bahwa

overlay memberikan dampak yang baik terhadap efisiensi anggaran pemeliharaan *runway* di bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu.

BAB IV

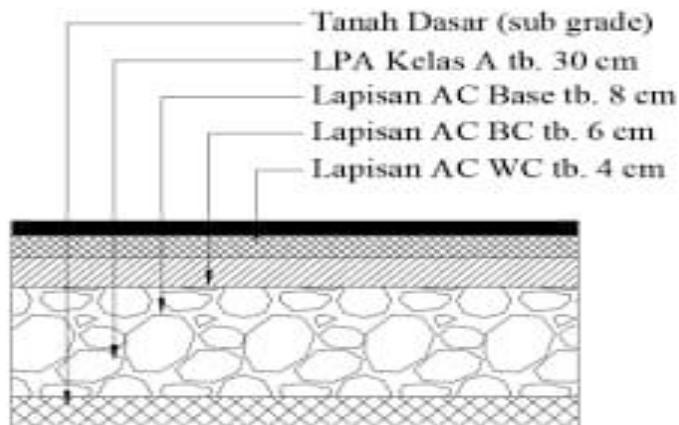
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Pemeliharaan Sebelum *Overlay*

a. Jenis – Jenis Pekerjaan Pemeliharaan

Sebelum proses *overlay* dimulai, *runway* di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu mengalami berbagai kerusakan yang perlu dilakukan pemeliharaan rutin. Pemeliharaan ini dilakukan intensif setiap hari, sesuai dengan tingkat kerusakan yang ditemukan dari pemeriksaan lapangan. Untuk menjaga keselamatan penerbangan, penting untuk melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kondisi permukaan *runway* baik sebelum maupun setelah *overlay* dilaksanakan.

Gambar 4.1 Potongan lapisan *Runway*



Sumber: Google

Kegiatan pemeliharaan memiliki tujuan utama untuk menjaga kelancaran operasional penerbangan, memastikan keselamatan, dan mempertahankan kualitas permukaan hingga saat *overlay* dilakukan. Jenis-jenis pemeliharaan yang dilakukan sebelum *overlay* meliputi:

1. Pengisian Retakan (*Crack Seal*)

Retakan kecil pada permukaan aspal diisi dengan bahan *sealant* khusus guna mencegah air masuk yang dapat mempercepat kerusakan struktur dibawahnya. Kegiatan ini sangat penting untuk memperpanjang masa pakai *runway* serta memastikan kualitas perkerasan tetap sesuai standar keselamatan penerbangan. Di samping itu, pekerjaan ini berfungsi mencegah kerusakan lebih jauh dan menekan biaya pemeliharaan jangka panjang bagi operasional bandara yang lebih efisien.

Proses ini sangat penting untuk menghindari perkembangan retakan menjadi lebih besar.

Gambar 4.2 Pengisian Retakan



Sumber. Doc Infra, Juli 2024

2. Penambalan Lubang atau Area Rusak (*Patching*)

Dilakukan pada bagian yang mengalami kerusakan parah seperti lubang atau deformasi. Tujuannya adalah untuk mengembalikan kekuatan struktural dan memastikan permukaan *runway* aman digunakan. Selain itu, pemeliharaan ini juga mencakup pemeriksaan secara rutin untuk deteksi kerusakan lebih awal. Pemeliharaan yang tepat sebelum *overlay* dapat memperpanjang usia *runway* dan meningkatkan keselamatan penerbangan dengan signifikan.

Patching melibatkan pemotongan bagian yang rusak, pembersihan, dan penambalan menggunakan campuran aspal panas. Setelah semua proses pemeliharaan selesai, *runway* seharusnya dapat beroperasi dengan lebih baik dan memenuhi standar keselamatan yang berlaku.

Gambar 4.3 Patching



Sumber. Doc Rika, Agustus 2024

3. Pemangkasan Rumput di Sekitar Bahu Landasan

Pemangkasan dilakukan di sisi kiri dan kanan *runway* untuk menjaga visibilitas serta menghindari gangguan dari objek asing

(*Foreign Object Debris/FOD*). Kegiatan ini penting untuk mengurangi pertumbuhan tanaman yang dapat menghalangi jalur penerbangan dan meningkatkan risiko kerusakan karena FOD. Selain itu, pemeliharaan yang baik di area sekitar *runway* juga menyokong keselamatan penerbangan dengan meminimalisir potensi bahaya dari benda-benda asing.

Kegiatan ini juga berkontribusi terhadap keamanan penerbangan dengan mengurangi kemungkinan kemunculan satwa liar. Pemeliharaan yang rutin dan menyeluruh terbukti sangat penting agar *runway* tetap aman, efisien, serta menurunkan risiko kecelakaan yang disebabkan gangguan dari luar.

4. Pengecatan Ulang Tanda di *Runway*

Marka yang ada di permukaan *runway*, seperti garis tengah, ambang, dan nomor landasan, dicat ulang secara berkala untuk tetap terlihat jelas oleh para pilot. Proses pengecatan ini penting untuk memastikan semua tanda di *runway* dapat dengan mudah dikenali, sehingga berkontribusi terhadap keselamatan penerbangan secara umum. Pengecatan ulang juga membantu memperbarui informasi visual yang diperlukan untuk navigasi yang aman, meningkatkan keandalan operasional *runway*.

Kegiatan ini penting untuk mendukung navigasi visual sekaligus memenuhi standar ICAO.

Gambar 4.4 Pengecatan Marka Runway Side



Sumber : Doc Rika, Agustus 2024

Setiap jenis pekerjaan dilakukan dengan satuan volume meter persegi per hari (m^2/hari). Data yang dikumpulkan meliputi luas area yang diperbaiki, jenis kerusakan, jumlah tenaga kerja, serta kebutuhan material dan peralatan. Informasi ini digunakan sebagai dasar dalam menghitung total biaya pemeliharaan *runway* selama periode satu tahun sebelum *overlay* dilaksanakan.

Tabel 4. 1 Frekuensi dan Volume Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Frekuensi (Per Tahun)	Volume Pekerjaan (M^2 / Tahun)
1	Crack Seal	30 kali	450
2	Patching	15 kali	300
3	Pemotongan Rumput	24 kali	1.200
4	Pengecatan ulang marka	4 Kali	500

b. Biaya Perjenis Pekerjaan

Biaya perjenis pekerjaan mencakup material, alat, dan tenaga kerja, dihitung berdasarkan satuan meter persegi (kecuali pemotongan rumput yang dihitung per luas area *shoulder*):

Berikut adalah contoh perhitungan biaya satuan perjenis pekerjaan :

$$\text{Biaya satuan} = \text{Biaya material} + \text{Biaya Alat} + \text{Biaya tenaga kerja}$$

$$\text{Biaya satuan} = 600.000 + 200.000 + 300.000$$

$$\text{Biaya satuan} = 1.100.000$$

Untuk Perhitungan Lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran 2 yang telah dilampirkan.

Tabel 4. 2 Biaya Perjenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Material (Rp/m ²)	Biaya Alat (Rp/m ²)	Biaya Tenaga Kerja (Rp/m ²)	Total Biaya Satuan (Rp/m ²)
1	Crack Seal	600.000	200.000	300.000	1.100.000
2	Patching	750.000	350.000	400.000	1.500.000
3	Pemotongan Rumput	110.000	150.000	50.000	310.000
4	Pengecatan ulang marka	400.000	150.000	250.000	800.000

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat rincian biaya satuan untuk masing – masing jenis pekerjaan pemeliharaan pada *runway* bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu, yang terdapat tiga komponen utama. Total biaya satuan dihitung per meter persegi (Rp/M²), yang kemudian menjadi dasar untuk menghitung total pengeluaran pemeliharaan berdasarkan volume pekerjaan di lapangan.

Berdasarkan biaya satuan di atas, total biaya perjenis pekerjaan dapat dihitung dengan cara mengalikan biaya satuan dengan volume pekerjaan dari masing – masing jenis pekerjaan. Perhitungan ini menggunakan rumus

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya satuan} \times \text{Volume pekerjaan}$$

$$\text{Total Biaya} = 1.100.000 \times 450$$

$$\text{Total Biaya} = 495.000.000$$

Untuk Perhitungan Lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran 3 yang telah dilampirkan.

Tabel 4. 3 Total Biaya Per jenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Volume (m ² /tahun)	Biaya Satuan (Rp/m ²)	Total Biaya (Rp/tahun)
1	Crack Seal	450	1.100.000	495.000.000
2	Patching	300	1.500.000	450.000.000
3	Pemotongan Rumput	1.200	310.000	372.000.000
4	Pengecatan ulang marka	500	800.000	400.000.000
Total				1.717.000.000

Berdasarkan Tabel di atas, diketahui bahwa total biaya pemeliharaan runway sebelum dilakukannya pekerjaan overlay di Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu mencapai Rp1.717.000.000 per tahun. Nilai tersebut merupakan hasil akumulasi dari empat jenis pekerjaan utama pemeliharaan yang rutin dilakukan oleh pihak pengelola, yaitu crack seal, patching, pemotongan rumput, dan pengecatan ulang marka.

Pekerjaan tersebut mencerminkan kondisi eksisting perkerasan yang sudah mengalami berbagai jenis kerusakan baik struktural maupun

fungsional, sehingga memerlukan penanganan secara berkala dan berulang. Biaya yang cukup tinggi ini menggambarkan tingginya beban anggaran tahunan yang harus disediakan, terutama untuk menangani kerusakan yang sifatnya berulang dan memengaruhi keselamatan operasional penerbangan.

Selain itu, frekuensi pemeliharaan yang tinggi juga menandakan bahwa kondisi perkerasan sudah tidak optimal, sehingga efisiensi biaya sulit dicapai tanpa adanya intervensi struktural yang lebih besar seperti *overlay*. Oleh karena itu, angka ini menjadi dasar penting untuk dibandingkan dengan biaya sesudah *overlay* guna mengevaluasi keberhasilan peningkatan kondisi *runway* melalui pendekatan teknis dan ekonomis secara bersamaan.

c. Total Biaya Pemeliharaan *Runway* (3 tahun sebelum *overlay*)

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari UPBU Bandara Fatmawati Soekarno, berikut adalah rekapitulasi biaya pemeliharaan *runway* selama tiga tahun sebelum *overlay*:

Tabel 4. 4 Total Biaya Pemeliharaan

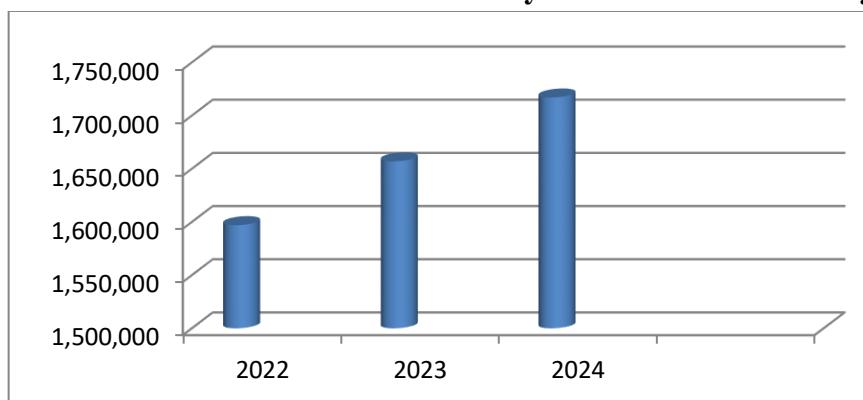
No	Tahun	Biaya Pemeliharaan
1	2022	1.597.000.000
2	2023	1.657.000.000
3	2024	1.717.000.000
Rata-rata		1.657.000.000

Berdasarkan tabel diatas, bahwasannya biaya yang dikeluarkan mengalami kenaikan rata – rata sebesar 3,69% setiap tahun seiring dengan

bertambahnya kerusakan pada perkerasan *runway* Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu.

Berikut adalah grafik kenaikan biaya pemeliharaan *runway* selama tiga tahun sebelum dilakukannya *overlay* di bandara Fatmawati Soekarno bengkulu.

Gambar 4.5 Grafik Kenaikan Biaya Pemeliharaan Runway



4.2 Data Pemeliharaan Setelah *Overlay*

a. Jenis – Jenis Pekerjaan Pemeliharaan

Setelah pekerjaan *overlay* selesai pada 12 Februari 2025, kegiatan pemeliharaan *runway* masih dilanjutkan untuk memastikan kualitas dan kinerja dari perkerasan yang baru saja diperbaharui. Sesuai dengan kesepakatan dalam kontrak proyek, pemeliharaan selama enam bulan setelah *overlay* akan menjadi tanggung jawab kontraktor yang melakukan pekerjaan tersebut.

Saat ini, pemeliharaan setelah *overlay* sudah berjalan sekitar empat bulan, yang berarti ada dua bulan lagi yang merupakan kewajiban kontraktor. Selama sisa waktu dua bulan ini, kontraktor berkewajiban

untuk melakukan pemeriksaan rutin, pemeliharaan ringan, dan perbaikan awal jika ada tanda-tanda kerusakan.

Jenis-jenis pekerjaan pemeliharaan yang menjadi tanggung jawab kontraktor terdiri dari:

1. Pemeriksaan rutin kondisi permukaan perkerasan.
2. Penanganan cepat terhadap retakan kecil yang mungkin muncul.
3. Perawatan marka dan perbaikan cat jika mengalami penurunan visibilitas atau keausan.

Namun, ada satu jenis pekerjaan yang tidak menjadi tanggung jawab kontraktor, yaitu: Pemotongan Rumput di Area *Shoulder* (Bahu landasan): Tanggung jawab ini tetap dipegang oleh pihak bandara, karena merupakan kegiatan rutin yang tidak langsung berhubungan dengan struktur *overlay*.

Selama empat bulan setelah *overlay*, belum terdapat kerusakan baru di permukaan *runway*. Ini menunjukkan bahwa pekerjaan *overlay* berhasil meningkatkan kondisi struktural perkerasan dengan baik dan memberikan hasil optimal dalam jangka pendek.

Menurut laporan dari kontraktor dan dokumen pemeliharaan pasca *overlay*, total biaya pemeliharaan yang dikeluarkan selama empat bulan adalah Rp48.000.000 (sekitar Rp12.000.000 per bulan). Biaya ini mencakup biaya tenaga kerja, peralatan ringan, dan material tambahan jika diperlukan, namun tidak termasuk biaya pemotongan rumput yang menjadi tanggung jawab bandara.

Tabel 4. 5 Frekuensi dan Volume Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Frekuensi (4 bulan)	Volume Pekerjaan (M ² / 4 bulan)
1	Pemotongan Rumput	8 kali	400
2	Pemeliharaan lainnya	4 kali	4

b. Biaya Perjenis Pekerjaan

Biaya perjenis pekerjaan mencakup material, alat, dan tenaga kerja, serta pemeliharaan lainnya yang tidak dirincikan secara spesifik. Biaya satuan bisa dihitung menggunakan rumus berikut :

$$Biaya satuan = Biaya material + Biaya Alat + Biaya tenaga kerja$$

$$Biaya satuan = 110.000 + 150.000 + 50.000$$

$$Biaya satuan = 310.000$$

Untuk Perhitungan Lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran 4 yang telah dilampirkan.

Tabel 4. 6 Biaya Perjenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Biaya Material (Rp/m ²)	Biaya Alat (Rp/m ²)	Biaya Tenaga Kerja (Rp/m ²)	Total Biaya Satuan (Rp/m ²)
1	Pemotongan Rumput	110.000	150.000	50.000	310.000
2	Pemeliharaan lainnya				1.250.000

Berdasarkan tabel di atas, ada dua jenis pekerjaan yang tercatat selama empat bulan setelah overlay yaitu pemotongan rumput dan pemeliharaan lainnya. Total biaya satuan untuk pemotongan rumput adalah sebesar Rp310.000/m² dan pekerjaan pemeliharaan lainnya memiliki biaya satuan sebesar Rp1.250.000/m², yang menunjukkan adanya

kegiatan pemeliharaan ringan atau korektif pasca-*overlay*, meskipun tidak dirinci secara spesifik.

Data ini merupakan data sementara yang mencakup periode empat bulan setelah *overlay* selesai, sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan biaya tahunan. Namun demikian, rendahnya jumlah jenis pekerjaan dan nilai biaya satuan yang relatif terbatas menunjukkan bahwa kondisi perkerasan *runway* pasca-*overlay* masih baik dan belum memerlukan intervensi besar. Hal ini menjadi indikasi awal bahwa pekerjaan *overlay* telah memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan efektivitas pemeliharaan.

Berdasarkan biaya satuan di atas, total biaya perjenis pekerjaan dapat dihitung dengan cara mengalikan biaya satuan dengan volume pekerjaan dari masing – masing jenis pekerjaan. Perhitungan ini menggunakan rumus

$$\text{Total Biaya} = \text{Biaya satuan} \times \text{Volume pekerjaan}$$

$$\text{Total Biaya} = 310.000 \times 400$$

$$\text{Total Biaya} = 124.000.000$$

Untuk Perhitungan Lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran 4 yang telah dilampirkan.

Tabel 4. 7 Total Biaya Perjenis Pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Volume (m ² /4 bulan)	Biaya Satuan (Rp/m ²)	Total Biaya (Rp/4 bulan)
1	Pemotongan Rumput	400	310.000	124.000.000
2	Pemeliharaan lainnya	4	1.250.000	5.000.000
Total				129.000.000

c. Total Biaya Pemeliharaan *Runway* (4 bulan setelah *overlay*)

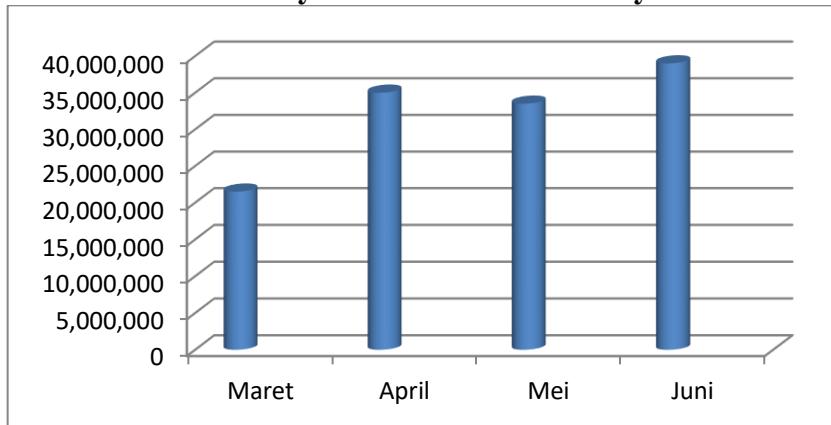
Berdasarkan data yang telah didapatkan dari UPBU Bandara Fatmawati Soekarno, berikut adalah rekapitulasi biaya pemeliharaan *runway* selama empat bulan sebelum *overlay*:

Tabel 4. 8 Total Biaya Pemeliharaan

No	Bulan	Biaya Pemeliharaan (Rp)
1	Maret	21.500.000
2	April	35.000.000
3	Mei	33.500.000
4	Juni	39.000.000
	Total (4 bulan)	129.000.000
	Rata - rata Per bulan	32.250.000
	Proyeksi 1 tahun	387.000.000

Berdasarkan tabel diatas, terlihat bahwa biaya pemeliharaan yang di keluarkan setiap bulannya mengalami naik turun. Perbedaan biaya ini disebabkan oleh variasi intensitas pekerjaan pemeliharaan, terutama pada pekerjaan pemetongan rumput dan pekerjaan lainnya yang tidak dijelaskan secara rinci.

Berikut adalah grafik naik turunnya biaya pemeliharaan *runway* selama empat bulan setelah dilakukannya *overlay* di bandara Fatmawati Soekarno bengkulu.

Gambar 4.6 Grafik Biaya Pemeliharaan Runway setelah Overlay

4.3 Perbandingan Biaya Pemeliharaan

Untuk mengetahui dampak pekerjaan *overlay* terhadap pengeluaran pemeliharaan, dilakukan perbandingan antara biaya rata-rata pemeliharaan sebelum dan sesudah *overlay*. Perbandingan ini bertujuan untuk mengidentifikasi besarnya penghematan biaya yang terjadi setelah *overlay* dilakukan. Data biaya setelah *overlay* didasarkan pada rata-rata biaya bulanan selama empat bulan terakhir dan kemudian diproyeksikan ke dalam periode tahunan. Hasil selengkapnya ditampilkan pada Tabel 4.9 berikut:

Tabel 4. 9 Perbandingan Biaya Pemeliharaan

Keterangan	Nilai (Rp)
Rata -rata biaya sebelum <i>overlay</i>	1.657.000.000 /tahun
Rata -rata biaya setelah <i>overlay</i>	32.250.000 /bulan
Proyeksi biaya setelah <i>overlay</i>	387.000.000 /tahun

Contoh perhitungan untuk mencari rata –rata biaya,

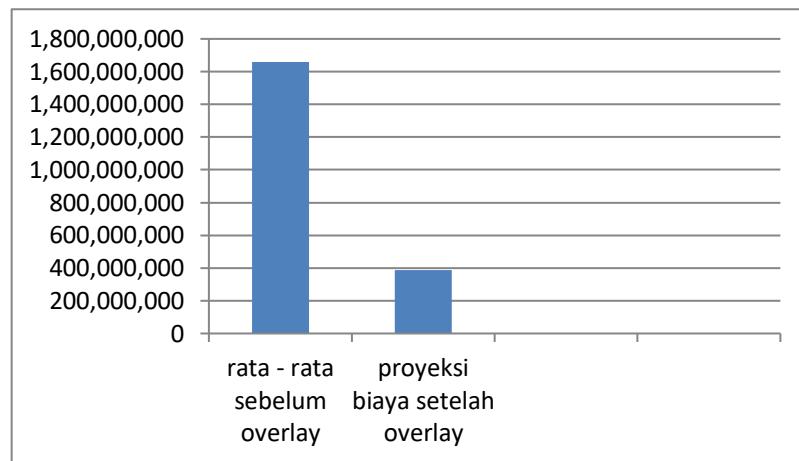
$$Rata - rata = \frac{\sum x}{n}$$

$$Rata - rata = \frac{1.597.000.000 + 1.657.000.000 + 1.717.000.000}{3}$$

$$Rata - rata = 1.657.000.000$$

Untuk Perhitungan Lebih lengkap bisa dilihat pada lampiran 4 yang telah dilampirkan.

Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Biaya Pemeliharaan



4.4 Analisis Efisiensi Biaya

Setelah dilakukan perbandingan antara rata-rata biaya pemeliharaan sebelum dan sesudah overlay, langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat efisiensi biaya. Efisiensi ini menggambarkan seberapa besar penghematan yang diperoleh akibat pelaksanaan pekerjaan overlay pada runway. Untuk mengetahui besar efisiensi tersebut, digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi Biaya}(\%) = \left(\frac{B_1 - B_2}{B_2} \right) \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Biaya}(\%) = \left(\frac{1.657.000.000 - 387.000.000}{1.657.000.000} \right) \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Biaya}(\%) = \left(\frac{1.270.000.000}{1.657.000.000} \right) \times 100\% = 76,65\%$$

Hasil menunjukkan bahwa efisiensi mencapai 76,65% setelah pekerjaan *overlay* dilaksanakan. Persentase ini menunjukkan adanya penurunan biaya pemeliharaan yang sangat besar setelah pelaksanaan *overlay* di *runway* Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu. Sebelum *overlay* dilakukan, biaya pemeliharaan tahunan rata-rata adalah Rp1.657.000.000. Setelah proses *overlay*, biaya pemeliharaan dalam empat bulan pertama hanya sebesar Rp32.250.000 per bulan, yang jika dihitung dalam setahun sekitar Rp387.000.000. Penurunan ini menunjukkan bahwa *overlay* efektif dalam mengurangi intensitas pekerjaan pemeliharaan yang diperlukan dalam waktu dekat.

Angka efisiensi yang mencapai 76,65% menunjukkan bahwa biaya pemeliharaan turun hampir sepertiga dari jumlah sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa *overlay* tidak hanya memberikan perbaikan struktural pada lapisan perkasan, tetapi juga secara langsung mengurangi biaya operasional untuk perawatan rutin dan berkala. Pada periode empat bulan setelah *overlay*, jenis kerusakan yang muncul sangat sedikit dan tidak memerlukan perbaikan besar, membuat jumlah pekerjaan dan frekuensi pemeliharaan berkurang secara signifikan.

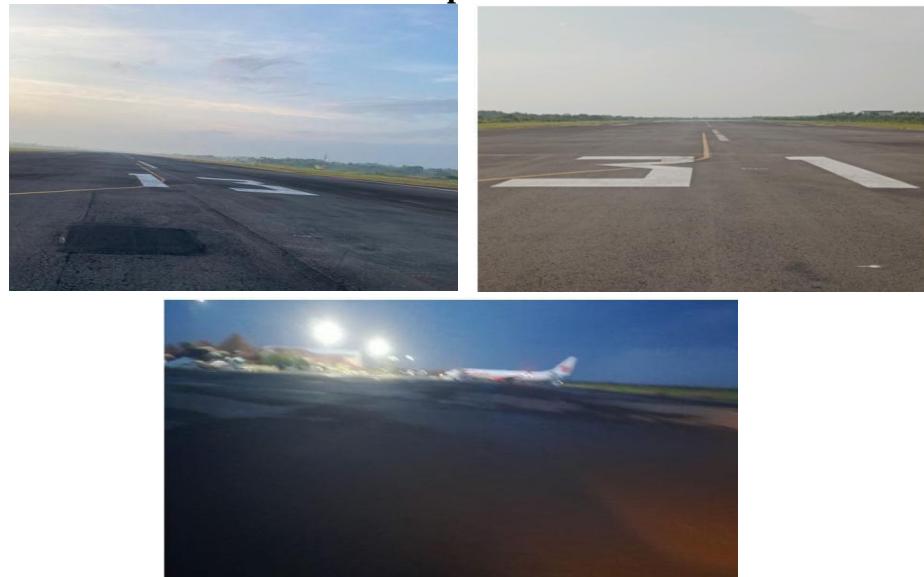
Oleh karena itu, pekerjaan *overlay* dapat dianggap berhasil baik dari segi teknis maupun ekonomi. Penurunan biaya pemeliharaan ini juga memberikan dampak positif terhadap efisiensi anggaran dan penggunaan sumber daya di masa depan. Jika pola ini terus berlanjut dalam jangka panjang, maka disimpulkan bahwa pekerjaan *overlay* memberikan

keuntungan yang besar dalam menjaga kinerja perkerasan sambil mengoptimalkan anggaran.

Berdasarkan dokumentasi kegiatan di lapangan, *overlay* dikerjakan secara menyeluruh di sepanjang *runway* dengan menjalankan *debt overlay* menggunakan campuran aspal modifikasi, yang dilaksanakan pada 9 Oktober 2024 sampai 12 Februari 2025. Proses *overlay* dilakukan secara bertahap sesuai dengan rancangan *layout runway* yang tertera pada lampiran 5.

Setelah *overlay* selesai, sistem pemeliharaan dilakukan melalui inspeksi bandara. Jadwal inspeksi ini dibuat untuk mendeteksi potensi kerusakan secara dini, serta sebagai bagian dari sistem monitoring kualitas perkerasan setelah *overlay*.

Gambar 4.8 Inspeksi Sisi Udara



Sumber : Doc Rika, Mei 2025

Berdasarkan laporan di lapangan selama empat bulan pertama setelah *overlay*, tidak ditemukan kerusakan berat. Jenis kerusakan yang terdeteksi bersifat minor, seperti perubahan warna pada permukaan, sedikit goresan

akibat ban pesawat, dan retakan halus yang belum membahayakan struktur utama perkerasan. Ini menunjukkan bahwa *overlay* tidak hanya memperbaiki permukaan yang rusak, tetapi juga secara signifikan meningkatkan umur pakai (*service life*) *runway*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pekerjaan *overlay* pada *runway* Bandara Fatmawati Soekarno Bengkulu terbukti sangat efektif dalam meningkatkan kualitas perkerasan dan mengurangi biaya pemeliharaan. Sebelum *overlay*, biaya pemeliharaan tahunan mencapai Rp1.657.000.000 akibat kerusakan parah seperti *alligator crack* dan *raveling*, yang memerlukan perbaikan rutin. Setelah *overlay* (Oktober 2024–Februari 2025), biaya turun drastis menjadi Rp387.000.000 per tahun, dengan efisiensi 76,65%, karena berkurangnya frekuensi dan tingkat keparahan kerusakan.

Overlay tidak hanya memberikan efisiensi biaya, tetapi juga memperpanjang umur layanan perkerasan dan meningkatkan keselamatan penerbangan melalui permukaan *runway* yang lebih tahan beban dan kondisi lingkungan. Dengan inspeksi rutin tiga kali sehari, kualitas perkerasan dapat terjaga, menjadikan *overlay* solusi strategis untuk pengelolaan infrastruktur bandara yang berkelanjutan.

5.2 Saran

1. Jadikan *overlay* sebagai bagian dari rencana pemeliharaan jangka panjang untuk mencegah peningkatan biaya akibat kerusakan berulang.
2. Terapkan pemantauan rutin melalui inspeksi visual dan pengujian non-destruktif, dengan pengelolaan data digital untuk deteksi dini kerusakan.

3. Integrasikan *overlay* dalam siklus anggaran tahunan untuk kesiapan finansial dan efisiensi penggunaan dana.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmawati, S. (2018). *Studi Kapasitas dan Perencanaan penambahan Runway di Bandara I Gusti Ngurah Rai Bali.*
- Angakasa Pura II (2010), Sejarah PT Angkasa Pura Indonesia, Angkasa Pura Indonesia. <https://www.angkasapura2.co.id/id/about>
- Babashamsi, P., Khahro, S. H., Omar, H. A., Al-Sabaei, A. M., Memon, A. M., Milad, A., Khan, M. I., Sutanto, M. H., & Md. Yusoff, N. I. (2022). Perspective of Life-Cycle Cost Analysis and Risk Assessment for Airport Pavement in Delaying Preventive Maintenance. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su1405290>
- Baker, M., Megersa, D., & Panlilio, A. (2013, April 26). Runway operational quality assurance. *Systems and Information Engineering Design Symposium*. <https://doi.org/10.1109/SIEDS.2013.6549484>
- Indera, E. (2022). Desain tebal perkerasan lentur (flexible pavement) jalan sawah indah – tande daek lingga - kabupaten lingga. *Sigma Teknika*. <https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v5i2.4670>
- Jassal, K. S. (1998). *Development of potholes from cracks in flexible pavements.*
- Johnson, D. R. (2015). *Tack Coat's Vital Role in Assuring Optimal Flexible Pavement Performance*. <https://doi.org/10.1061/9780784479285.005>
- Linek, M., & Nita, P. (2016). Maintenance of airfield pavements made of cement concrete with respect to their durability. *Journal of KONES. Powertrain and Transport*. <https://doi.org/10.5604/12314005.1213570>
- Mustaman, S., & F, F. (2020). *Analysis of factors that affect to infrastructure improvement of syukuran aminuddin amir airport in banggai district.* <https://doi.org/10.22225/PD.9.2.1856.161-171>
- Prayoga, R. E., & Kardiman, K. (2022). Analisis efektivitas mesin seal cutting pada proses produksi plastik (studi kasus di pt. plastik karawang flexindo). *Jurnal SIGMAT Teknik Mesin UNSIKA*. <https://doi.org/10.35261/sigmat.v2i1.6692>
- Rahmadani, A., & Yusuf, I. (2021). Analisis kerusakan perkerasan pasca overlay di Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II.
- Ramadhani, D. A., & Rachmawati, D. (2022). Analisis implementasi manajemen risiko operasional runway pt angkasa pura i bandar udara internasional

- juanda surabaya jawa timur. *Flight Attendant Kedirgantaraan Jurnal Public Relation Pelayanan Pariwisata.* <https://doi.org/10.56521/attendant-dirgantara.v4i1.544>
- Santoso, D. A., Purba, A., & Septiana, T. (2024). Rekonstruksi runway 14-32 di bandar udara radin inten ii. *Prosiding Seminar Nasional Insinyur Profesional.* <https://doi.org/10.23960/snip.v4i1.579>
- Sari, A. N., Amanah, T., Pratama, M. A. S., Suryan, V., & Amalia, K. R. (2023). Evaluasi Runway Bandara Fatmawati dengan Menggunakan Software Comfaa. *CIVED.* <https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.371112>
- Siregar. (2019). Efektivitas overlay pada runway Bandara Kualanamu.
- Syalputra. (2022). Analisis biaya pemeliharaan jalan aspal di kawasan pelabuhan.
- Wahyudi, A., & Ahyudanari, E. (2017). Analisis Perkerasan Lentur Landa Pacu Bandar Udara Juanda dengan Membandingkan Aspal Shell dengan Aspal Pertamina. *Jurnal Teknik ITS.* <https://doi.org/10.12962/J23373539.V6I2.25154>
- Widagdo, D. (2023). *Analisis Pemeliharaan Daerah Pergerakan (Runway) Bandar Udara Umbu Mehang Kunda Waingapu Sumba Timur.* <https://doi.org/10.55606/sscj-amik.v1i4.1621>
- Wijayanti, E. (2012). *Pengaruh Penuaan Perkerasan Terhadap Karakteristik Asphalt Concrete Wearing Course (AC – WC) Menggunakan Spesifikasi Bina Marga.*

LAMPIRAN
Lampiran 1 Dokumentasi Kegiatan





Kegiatan Pekerjaan *Overlay*

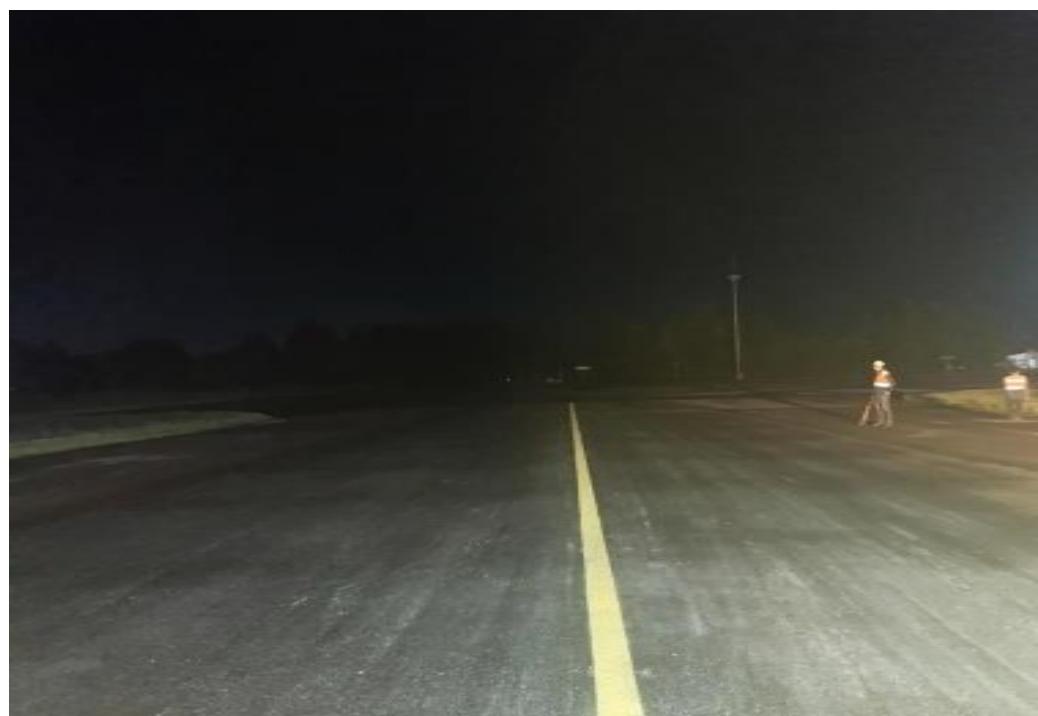














Lampiran 2 Perhitungan biaya satuan

Biaya Satuan Perjenis Pekerjaan

Biaya Satuan : Biaya ~~satuan~~ material + biaya alat + biaya tenaga kerja

1. Crack seal

$$\begin{aligned} &= 600.000 + 200.000 + 300.000 \\ &= 1.100.000 \end{aligned}$$

2. Patching :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Satuan} &= 750.000 + 350 + 400.000 \\ &= 1.500.000 \end{aligned}$$

3. Pemotongan Rumput

$$\begin{aligned} \text{Biaya Satuan} &= 110.000 + 150.000 + 50.000 \\ &= 310.000 \end{aligned}$$

4. Cat ulang marka

$$\begin{aligned} \text{Biaya Satuan} &= 400.000 + 150.000 + 250.000 \\ &= 800.000 \end{aligned}$$

Lampiran 3 Total Biaya Perjenis Pekerjaan

* Total biaya per jenis pekerjaan

Rumus :

$$\text{Total biaya} = \text{Biaya satuan} \times \text{Volume pekerjaan}$$

* Erat

* Crack seal

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &: 1.100.000 \times 450 \\ &= 495.000.000\end{aligned}$$

* Patching

$$\begin{aligned}\text{total biaya} &: 1.500.000 \times 300 \\ &= 450.000.000\end{aligned}$$

* Potong rumput

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &: 310.000 \times 1.200 \\ &= 372.000.000\end{aligned}$$

* Cat ulang marka

$$\text{Total biaya} : 800.000 \times 500$$

Total :

$$: \cancel{400} 400.000.000$$

$$\begin{aligned}\text{Total} &: 495.000.000 + 450.000 + 372.000.000 + 400.000.000 \\ &= 1.717.000.000\end{aligned}$$

Rumus persentase kenaikan :

$$\text{Persentase kenaikan} : \left(\frac{\text{Biaya tahun } N - \text{Biaya tahun } N-1}{\text{Biaya tahun } N-1} \right)$$

da 2022 -> 2023

$$\frac{1.657.000 - 1.597.000.000}{1.597.000.000} \times 100\%$$

$$\therefore \frac{60.000.000}{1.597.000.000} \times 100\%$$

: 3,76 %

2023 - 2024

$$\% \text{ kenaikan} = \frac{1.717.000.000 - 1.657.000.000}{1.657.000.000} \times 100\%$$

$$\therefore \frac{60.000.000}{1.597.000.000}$$

: 3,62 %

Rata-rata kenaikan

$$\text{Rata-rata kenaikan} = \frac{3,76\% + 3,62\%}{2}$$

= 3,69 %

Lampiran 4 Perhitungan Setelah *Overlay*

* Biaya Satuan
Pemotongan Rumput

$$\begin{aligned} \text{Biaya Satuan} &= 110.000 + 150.000 + 50.000 \\ &= 310.000 \end{aligned}$$

* Total Biaya Persenis Pekerjaan.
Potong Rumput

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= 310.000 \times 400 \\ &= 124.000.000 \end{aligned}$$

Biaya lainnya

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= 1.250.000 \times 9 \\ &= 5.000.000 \end{aligned}$$

Biaya Pemeliharaan (9 bulan)

Total Selama 9 bulan 129.000.000

Rata-rata Perbulan

$$\frac{129.000.000}{9} = 32.250.000$$

Proyeksi 1 tahun

$$32.250.000 \times 12 = 387.000.000$$

~~Perbandingan biaya~~

+ rata-rata

- sebelum

$$\text{Rata-rata} = \frac{\sum x}{n}$$

$$\text{rata-rata} : \frac{1.597.000.000 + 1.657.000.000 + 1.717.000.000}{3}$$

$$= 1.657.000.000 / \text{tahun}$$

+ Setelah

$$\text{Rata-rata} : \frac{21.500.000 + 35.000.000 + 33.500.000 + 39.000.000}{4}$$

$$= 32.250.000 / \text{bulan} \rightarrow \dots \text{tahun}$$

$$32.250.000 \times 12 = 387.000.000 / \text{tahun}$$

Lampiran 5 Layout *Runway*

