



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RC 1465599

PERENCANAAN PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN SISI UDARA BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG

RAMA DWI PRATAMA PUTRA
NRP 3113041055

Dosen Pembimbing

Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus M. ST, MT
NIP. 19770218 200501 2 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR - RC 1465599

PERENCANAAN PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN SISI UDARA BANDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG

**RAMA DWI PRATAMA PUTRA
NRP 3113041055**

Dosen Pembimbing

**Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 198512 1 001**

**Amalia Firdaus M. ST, MT
NIP. 19770218 200501 2 002**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT - RC 1465599

MAINTENANCE AND REPAIR PLANNING OF AIRSIDE AHMAD YANI INTERNATIONAL AIRPORT IN SEMARANG.

RAMA DWI PRATAMA PUTRA
NRP 3113041055

Adviser

Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 198512 1 001

Amalia Firdaus M. ST, MT
NIP. 19770218 200501 2 002

DIPLOMA OF CIVIL ENGINEERING PROGRAM
DEPARTEMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATION FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



FINAL PROJECT - RC 1465599

MAINTENANCE AND REPAIR PLANNING OF AIRSIDE AHMAD YANI INTERNATIONAL AIRPORT IN SEMARANG.

**RAMA DWI PRATAMA PUTRA
NRP 3113041055**

Adviser

**Ir. Djoko Sulistiono, MT
NIP. 19541002 198512 1 001**

**Amalia Firdaus M. ST, MT
NIP. 19770218 200501 2 002**

**DIPLOMA OF CIVIL ENGINEERING PROGRAM
DEPARTEMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATION FACULTY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN PEMELIHARAAN DAN PERBAIKAN
SISI UDARA BANDARA INTERNASIONAL AHMAD
YANI SEMARANG, JAWA TENGAH

Mengetahui,

Surabaya, Juli 2017

Mahasiswa

RAMA DWI PRATAMA PUTRA

NRP. 3113 041 055

28 JUL 2017

Dosen Pembimbing

Ir. Djoko Sulistiono, MT.

NIP. 19541002 198512 1 001



Dosen Pembimbing

Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.

NIP. 19770218 200501 2 002



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7/5/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang, Jawa Tengah		
Nama Mahasiswa	Rama Dwi Pratama Putra	NRP	3113041055
Dosen Pembimbing 1	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Amalia Firdaus M, ST. MT. NIP 19770218 200501 2 002	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p>Perbaikan retak melintang menggunakan AC/ATB. tak sesuai, perhatikan volume tabel 5.4</p> <p>- Pengunaan material 1/2 perbaikan tumbukan, pelatukan Tabel 5.4 dan Tabel 5.5.</p>	<p></p> <p>Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP 19641114 198903 1 001</p>
<p>- cek periode pemeliharaan rutin selanjutnya agar keadaan perahu terjamin diibundukan HSPK setempat. Th 2016</p> <p>- Perbaiki RAB.</p>	<p></p> <p>Ir. Achmad Faiz Hadi P, MS. NIP 19630310 198903 1 004</p>
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP 19641114 198903 1 001	Ir. Achmad Faiz Hadi P, MS. NIP 19630310 198903 1 004	NIP -	NIP -	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001	Amalia Firdaus M, ST. MT. NIP 19770218 200501 2 002



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diploimasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Rama Rudi P. 2
 NRP : 1 3113 041 055 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Djoko Sulistiono, M.T. ; Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	16-3-2017	Pengelompokan Data (Bab IV).				
2.	21-4-2017	Penulisan Laporan Lanjutan (bab V dstnya).		B	C	K
3.	5-5-2017	Penghitungan produksi alat berat. dan tabel lain.		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	5-5-2017	Membuat kerangka Laporan		B	C	K
5.	24-5-2017	• Penulisan halaman di atas (inside - outside) • Produktivitas pekerjaan ? • Referensi lebih banyak.		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

ABSTRAK

Perencanaan Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang

Nama : Rama Dwi Pratama Putra
NRP : 3113 041 055
Departemen : D-IV Tek. Infrastruktur Sipil FV-ITS
Dosen Pembimbing 1: Ir. Djoko Sulistiono, MT.
Dosen Pembimbing 2: Amalia Firdaus M., ST., MT.

Bangunan Sipil yang terdiri dari Bangunan Transportasi, Bangunan Gedung, bahkan Bangunan Air, pasti akan melakukan Sistem Pemeliharaan dan Perbaikan Bangunan. Hal ini dimaksudkan agar bangunan tersebut dapat memiliki umur yang panjang. Pemeliharaan Bangunan sendiri meliputi perawatan preventif (pencegahan), perawatan harian atau berkala (periodik) agar kinerja fasilitas tidak berkurang. Dengan adanya proses perawatan korektif / perbaikan, hal ini dimaksudkan untuk menaikkan kinerja fasilitas yang telah turun akibat kerusakan-kerusakan saat pemakaian fasilitas tersebut pada kegiatan operasional. Oleh karena itu, akan direncanakan Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara dengan studi kasus di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang ini.

Dengan mempergunakan data-data yang telah diperoleh dari pihak PT. Angkasa Pura I Semarang Jawa Tengah, penulis akan lebih membahas tentang metode yang digunakan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan. Pemeliharaan dan perbaikan Sisi Udara Bandara ini mengacu pada SKEP 78-VI-2005 dan KP 94 tahun 2015.

Kerusakan yang terjadi di Sisi Udara Bandara ini banyak berupa kerusakan lapis permukaan kekerasan dan Rubber Deposit. Pekerjaan perbaikan ini menghabiskan waktu selama 9 hari kalender dengan peralatan berupa Roller, Hammer Jack, dan Water Compressor. Biaya perbaikan yang dibutuhkan sekitar Rp. 188.672.385,-

Kata Kunci : *Air Side Bandara, Kerusakan, Pemeliharaan, Perbaikan.*

ABSTRACT

Maintenance and Repair Planning of Air Side Ahmad Yani International Airport in Semarang

By : Rama Dwi Pratama Putra
NRP : 3113 041 055
Department : D-IV Tek. Infrastruktur Sipil FV-ITS
Supervisor 1 : Ir. Djoko Sulistiono, MT.
Supervisor 2 : Amalia Firdaus M., ST., MT.

Civil Building which consists of Transportation Building, Building Construction, and even Water Building Construction, will definitely do System Maintenance and Repair Building. This is mean that the building can have a long life. Building Maintenance itself includes preventive, daily or periodic maintenance for the performance of the facility is not reduced. With the corrective maintenance / repair process, this is intended to improve the performance of facilities that have been dropped due to damages during the operation of the facility. Therefore, it will be planned Maintenance and Repair with study case at Ahmad Yani International Airport Semarang.

By using the data that has been obtained from the PT. Angkasa Pura I Semarang Central Java, the author will explain about the methods used to perform maintenance and repair. Maintenance and repair of the Air Side The airport refers to SKEP 78-VI-2005 and KP 94 2015.

Airport Air Side Damage occurs mostly on the surface layer of hardness and Rubber Deposit. This repair work takes 9 calendar days with Roller, Hammer Jack, and Water

Compressor equipment. The cost of repair needed around Rp. Rp. 188.672.385,-.

Keywords : *Air Side Airport, Maintenance, Repair*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena hanya dengan rahmat dan hidayah Nya-lah kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir saya dengan judul “Perencanaan Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang”.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma IV Teknik Sipil ITS. Tujuan dari penulisan laporan ini, yaitu agar Mahasiswa dapat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang telah didapat semasa perkuliahan pada pekerjaan langsung di lapangan.

Terwujudnya Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, pada kesempatan kali ini saya mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Orang Tua saya yang telah membesarkan dan mendidik saya serta memberikan dukungan baik secara materiil dan non-materiil yang tak terhingga kepada saya.
2. Bapak Ir. Djoko Sulistiono, MT. dan Ibu Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir saya.
3. Segenap Bapak / Ibu Dosen dan Karyawan D-IV Teknik Sipil FTSP-ITS.
4. Rekan-rekan sesama mahasiswa Diploma IV Teknik Sipil ITS.
5. Ismi Maisaroh yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan laporan Tugas Akhir serta persiapan Sidang Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebut satu per-satu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

Surabaya, Juli 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ...	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I <u>P</u> ENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Asumsi Penelitian	4
1.5. Tujuan Penulisan	4
1.6. Manfaat	5
1.7. Peta Lokasi	6
BAB II <u>T</u> INJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Bandar Udara	7
2.2. Runway	9
2.3. Taxiway	13

2.4.	Apron.....	17
2.5.	Pemeliharaan Konstruksi di Bandar Udara.....	19
2.6.	Manajemen Konstruksi.....	49
BAB III METODOLOGI.....		51
3.1.	Penjelasan.....	51
3.2.	Bagan Alir.....	54
BAB IV PENGELOMPOKAN DATA.....		55
4.1.	Jenis Kerusakan.....	55
4.2.	Rekap Volume Kerusakan.....	61
BAB V PEMBAHASAN.....		63
5.1.	Produktivitas Pekerjaan.....	63
5.1.1.	Alokasi Pekerjaan.....	63
5.1.2.	Kapasitas Produksi Peralatan.....	66
5.1.3.	Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan.....	70
5.2.	Analisa kerusakan.....	71
5.3.	Perhitungan Durasi Pekerjaan.....	89
5.4.	Network Planning.....	95
BAB VI ANALISA BIAYA.....		97
6.1.	Daftar Harga Upah, Bahan, dan Alat.....	98
6.2.	Analisa Biaya Satuan Pekerjaan.....	99
6.3.	Rencana Anggaran Biaya.....	102
BAB VII PENUTUP.....		103
7.1.	Kesimpulan.....	103

7.2. Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	109
BIODATA PENULIS	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Satelit Bandara Ahmad Yani Semarang, Jawa Tengah.....	6
Gambar 2. 1 Runway	9
Gambar 2. 2 Runway Tunggal.....	10
Gambar 2. 3 Runway Sejajar	10
Gambar 2. 4 Runway Berpotongan.....	11
Gambar 2. 5 Runway V Terbuka	12
Gambar 2. 6 Taxiway.....	13
Gambar 2. 7 Apron	17
Gambar 4. 1. Rubber Deposit	55
Gambar 4. 2. Bleeding	55
Gambar 4. 3. Retak Kulit Buaya.....	56
Gambar 4. 4. Penurunan Setempat.....	56
Gambar 4. 5. Kotoran.....	57
Gambar 4. 6. Scalling.....	57
Gambar 4. 7. Retak Blok.....	58
Gambar 4. 8. Retak Melintang.....	58
Gambar 4. 9. Ravelling	59
Gambar 4. 10. Patching	59
Gambar 4. 11. Rutting.....	60
Gambar 5. 1. Pedestrian Roller.....	67
Gambar 5. 2. Hammer Jack	68
Gambar 5. 3. High Water Pressure	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Lebar Minimum Taxiway	14
Tabel 2. 2. Kelandaian dan Kemiringan Taxiway	15
Tabel 2. 3 Kerusakan Perkerasan berdasar jenis perkerasannya	20
Tabel 2. 4. Tingkat kerusakan Gelombang	46
Tabel 4. 1. Rekap Volume Kerusakan	61
Tabel 5. 1. Jadwal Pembersihan Rubber Deposit	72
Tabel 5. 2. Pekerjaan Perbaikan Bleeding	75
Tabel 5. 3. Pekerjaan Perbaikan Retak Kulit Buaya	76
Tabel 5. 4. Pekerjaan perbaikan penurunan setempat	78
Tabel 5. 5. Pekerjaan Perbaikan Retak Blok	81
Tabel 5. 6. Pekerjaan Perbaikan Retak Melintang	83
Tabel 5. 7. Pekerjaan Perbaikan Pelapukan dan Butiran Lepas	85
Tabel 5. 8. Pekerjaan Perbaikan Tambalan dan Galian Utilitas	87
Tabel 5. 9. Pekerjaan Perbaikan Lendutan di Jalur Roda.....	89
Tabel 5. 10. Kapasitas Pekerjaan Galian	90
Tabel 5. 11. Kapasitas Pekerjaan Pelapisan Prime Coat	91
Tabel 5. 12. Kapasitas Pekerjaan Penambalan (Hotmix)	92
Tabel 5. 13. Kapasitas Pekerjaan Pengisian Tack Coat	93
Tabel 5. 14. Kapasitas Pekerjaan Taburan Pasir Kasar	94
Tabel 5. 15. Predecessor Kegiatan	95
Tabel 6. 1. Daftar Harga Upah, Bahan, dan Alat	98
Tabel 6. 2. AHS Pekerjaan Patching	99
Tabel 6. 3. AHS Pekerjaan Penutupan Retak	100
Tabel 6. 4. Rekapitulasi Kebutuhan Bahan	101

Tabel 6. 5. RAB Total.....102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lay Out Bandara Internasional Ahmad Yani
Semarang

Lampiran 2. Lay Out Sisi AirSide (Runway) Bandara
Internasional Ahmad Yani Semarang

Lampiran 3. Detail Potongan Runway

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bandar udara (Bandara) sebagai fasilitas umum dalam transportasi udara merupakan investasi penting untuk menunjang kelancaran mobilisasi masyarakat dalam peningkatan perekonomian. Untuk mendukung kegiatan pelayanan transportasi, sebuah bandara harus memiliki lingkungan yang bersih, nyaman dan memadai dari segi daya tampung pengunjung. Oleh sebab itu, Negara berkembang saat ini banyak membangun bandara-bandara perintis untuk menunjang peningkatan perekonomian di tiap daerah, bahkan untuk daerah yang belum terjamah sekalipun.

Bandara Internasional Ahmad Yani terletak di Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Bandara ini sudah beroperasi sejak tahun 1995 dibawah PT. Angkasa Pura yang bekerja sama dalam pengoperasiannya dengan pihak TNI Angkatan Darat. Bandara Ahmad Yani melayani penerbangan Domestik hingga Internasional. Penerbangan Domestik melayani tujuan keberangkatan ke Surabaya, Jakarta Soe-Hatta, Jakarta Halim P., Denpasar, Pangkalan Bun hingga ke Karimun Jawa. Sedangkan untuk penerbangan Internasional yang dibuka pada tahun 2004 melayani tujuan keberangkatan ke Singapura, Malaysia, dan Xiamen China. Oleh karena keberagaman penerbangan ini, Bandara Udara Ahmad Yani menjadi Bandar Udara dengan tingkat kesibukan yang tinggi.

Pada tahun 2011, data statistik menunjukkan angka keberangkatan dan kedatangan penumpang hingga

mencapai 3,2 juta penumpang per tahun (Angkasa Pura I, 2012). Pada sisi lain, kebutuhan masyarakat akan sarana dan prasarana transportasi udara semakin meningkat. Selain karena alasan kenyamanan dan efisiensi waktu, tuntutan era globalisasi, yang mana menuntut setiap orang untuk mempunyai mobilitas yang tinggi untuk dapat menyelesaikan beberapa pekerjaan dalam waktu yang hampir bersamaan membuat tren penggunaan moda transportasi udara meningkat dari tahun ke tahun. Kota Semarang dengan Bandara Ahmad Yani yang berada di pusat kota juga mengalami tren serupa, dari tahun ke tahun jumlah pengguna moda transportasi udara akan menjadi meningkat pesat. Penambahan jumlah penerbangan tersebut dapat mengakibatkan Sisi Udara Bandara Ahmad Yani mengalami keausan atau kerusakan-kerusakan tertentu, dari bagian *Apron, Taxiway, hingga Runway. Air Side* Bandara dapat dikatakan sebagai jantung Bandara, karena disinilah proses penerbangan dapat berjalan. Contohnya saja, apabila terdapat kerusakan pada *Runway* dengan bentuk terkelupasnya permukaan aspal. Tentu saja hal ini dapat mengganggu kegiatan penerbangan, bahkan dapat mengancam keselamatan para pengguna Sarana Prasarana ini. Kejadian ini pernah terjadi di Bandara Juanda Surabaya pada Selasa, 9 Februari 2016 lalu. Dimana aspal *Runway* mengelupas dan harus segera dilakukan penanganan yang maksimal, sehingga Bandara Juanda ditutup sementara sekitar 15 menit (Kelana Kota Suara-Surabaya,2016). Hal ini menjadikan kerugian materiil yang cukup besar bagi pihak PT. Angkasa Pura, sehingga diperlukan manajemen pemeliharaan dan perbaikan yang tepat serta tidak mengganggu jalannya penerbangan di tiap jamnya sehingga pihak PT. Angkasa

Pura tidak akan mengalami kerugian materiil yang cukup besar.

Dari data-data tersebut, peneliti ingin mengamati lebih lanjut mengenai pemeliharaan dan perbaikan yang bisa dilakukan semaksimal mungkin dengan metode yang tepat akan dituangkan di dalam laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang”. Di sini, peneliti akan menguraikan mengenai manajemen, perhitungan, dan metode yang dibutuhkan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan di sisi udara Bandara Ahmad Yani, Semarang.

1.2. Perumusan Masalah

Dengan berpedoman pada latar belakang tersebut di atas, penulis ingin meninjau kembali dalam segi teknis untuk hal-hal sebagai berikut :

1. Bagaimana bentuk kerusakan perkerasan sisi udara dan menentukan metode pelaksanaan pemeliharaan yang tepat dan sesuai dengan kondisi dilapangan.
2. Bagaimana menentukan jadwal pemeliharaan dan perbaikan dengan kebutuhan Sumber Daya Manusia, Sumber Daya Alat, Sumber Daya Material, dan tentunya Waktu yang optimal.
3. Berapa perhitungan biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap item pekerjaan dengan penggunaan dana yang ada.

1.3. Batasan Masalah

Batasan dari penelitian ini adalah :

1. Proses pemeliharaan dan perbaikan Bandar Udara Ahmad Yani yang akan di teliti adalah Runway, Taxiway, dan Apron.
2. Penelitian ini berpedoman pada KP 94 Tahun 2015 tentang 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)
3. Perhitungan biaya langsung setiap aktivitas proyek dengan menggunakan daftar satuan harga tahun 2016 di lokasi terkait (Semarang, Jawa Tengah).

1.4. Asumsi Penelitian

Asumsi dari penelitian ini adalah :

1. Daftar harga satuan yang diperoleh saat penelitian dianggap konstan.
2. Data primer dan sekunder yang diambil sudah dianggap benar.

1.5. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk :

1. Mengetahui bentuk kerusakan perkerasan sisi udara dan menentukan metode pelaksanaan pemeliharaan yang tepat dan sesuai dengan kondisi dilapangan.
2. Mengetahui kebutuhan tenaga kerja, alat berat, material, dan waktu dalam proses pemeliharaan dan perbaikan sisi udara Bandara Ahmad Yani Semarang.
3. Mendapatkan rencana anggaran biaya yang ekonomis dan bisa dipertanggungjawabkan.

1.6. Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari perencanaan dan pemeliharaan ini adalah untuk membantu pihak Angkasa Pura I dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan sisi Udara Bandara Ahmad Yani Semarang.

1.7. Peta Lokasi



**Gambar 1. 1 Peta Satelit Bandara Ahmad Yani
Semarang, Jawa Tengah
(Sumber : GoogleMaps, 2016)**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bandar Udara

Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya (Dirjen Perhubungan Udara, 2014).

Bandara memiliki 2 sisi Operasional, yaitu :

a. Sisi Udara (Air Side)

Landas pacu (runway) merupakan hal yang mutlak diperlukan pesawat. Panjangnya landas pacu biasanya tergantung dari besarnya pesawat yang dilayani. Untuk bandar udara perintis yang melayani pesawat kecil, landasan cukup dari rumput ataupun tanah diperkeras (stabilisasi). Panjang landasan perintis umumnya 1.200 meter dengan lebar 15 meter, misal melayani Twin Otter, Cessna, dll. pesawat kecil berbaling-baling dua (umumnya cukup 600-800 meter saja). Sedangkan untuk bandar udara yang agak ramai dipakai konstruksi aspal, dengan panjang 1.800 meter dan lebar 20 meter. Pesawat yang dilayani adalah jenis turbo-prop atau jet kecil seperti Fokker-27, Tetuko 234, Fokker-28, dlsb. Pada bandar udara yang ramai, umumnya dengan konstruksi beton dengan panjang 3.600 meter dan lebar 30 meter. Pesawat yang dilayani adalah jet sedang seperti Fokker-100, DC-10, B-747,

Hercules, dlsb. Bandar udara international terdapat lebih dari satu landasan untukantisipasi ramainya lalu lintas.

Apron adalah tempat parkir pesawat yang dekat dengan bangunan terminal, sedangkan taxiway menghubungkan apron dan run-way. Konstruksi apron umumnya beton bertulang, karena memikul beban besar yang statis dari pesawat

Untuk keamanan dan pengaturan, terdapat Air Traffic Controller, berupa menara khusus pemantau yang dilengkapi radio control dan radar.

Karena dalam bandar udara sering terjadi kecelakaan, maka disediakan unit penanggulangan kecelakaan (air rescue service) berupa peleton penolong dan pemadam kebakaran, mobil pemadam kebakaran, tabung pemadam kebakaran, ambulance, dll. peralatan penolong dan pemadam kebakaran, juga ada fuel service untuk mengisi bahan bakar avtur.

b. Sisi Darat (Land Side)

Terminal bandar udara atau concourse adalah pusat urusan penumpang yang datang atau pergi. Di dalamnya terdapat counter check-in, (CIQ, Carantine - Immigration - Custom) untuk bandar udara internasional, dan ruang tunggu serta berbagai fasilitas untuk kenyamanan penumpang. Di bandar udara besar, penumpang masuk ke pesawat melalui belalai. Di bandar udara kecil, penumpang naik ke pesawat melalui tangga yang bisa dipindah-pindah. Curb adalah tempat penumpang naik-turun dari kendaraan darat ke dalam bangunan terminal. Parkir kendaraan digunakan untuk parkir para penumpang dan pengantar/penjemput, termasuk taksi.

2.2. Runway

Runway adalah Area yang dipergunakan untuk *take-off* dan *landing* pesawat terbang yang sedang beroperasi, Jumlahnya tergantung dari volume lalu lintas yang dilayani oleh Lapangan terbang yang bersangkutan dan Orientasinya tergantung kepada antara lain oleh luas lahan yang tersedia untuk pengembangan lapangan terbang dan arah angin dominan yang bertiup.

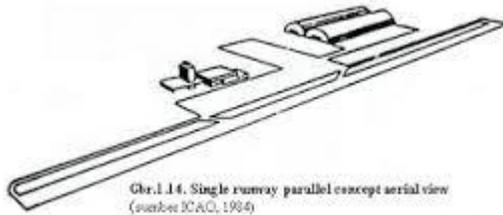
a. Konfigurasi Runway



Gambar 2. 1 Runway

- *Runway tunggal*

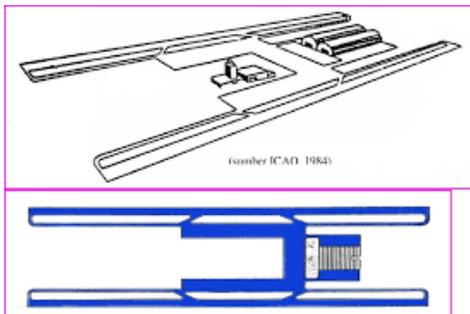
Merupakan konfigurasi yang paling sederhana dan mempunyai kapasitas berkisar antara 50 – 100 operasi perjam pada kondisi VFR dan 50 – 70 operasi perjam pada kondisi IFR. Kapasitasnya dipengaruhi oleh komposisi campuran pesawat terbang dan alat-alat bantu navigasi yang tersedia



Gambar 2. 2 Runway Tunggal
Sumber : Google.com

- *Runway sejajar*

Terdiri atas dua atau lebih Runway yang mempunyai orientasi sama, hanya sedikit lapangan terbang yang mempunyai tiga Runway sejajar di dunia, sedangkan untuk yang empat atau lima Runway sejajar belum ada.



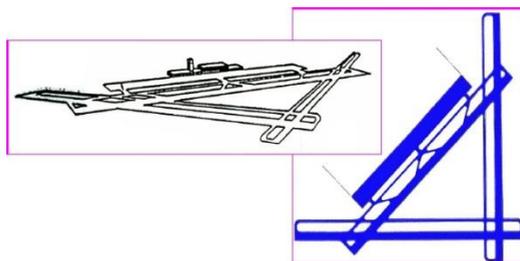
Gambar 2. 3 Runway Sejajar
Sumber : Google.com

Kapasitas Runway sejajar tergantung pada jumlah runway dan jarak diantaranya. Jarak antar dua Runway digolongkan dalam jarak yang rapat, menengah dan renggang.

Kapasitas Runway sejajar dapat bervariasi antara 100 hingga operasi per jam pada kondisi VFR, bergantung pada komposisi pesawat terbang. Pada kondisi IFR kapasitas Runway sejajar Dekat antara 50 – 60 operasi perjam, dan kapasitas Runway sejajar Renggang antara 100 – 125 operasi perjam bergantung pada komposisi campuran pesawat terbang. Kadangkadang posisi Runway sejajar dibuat tidak satu garis tetapi agak bergeser. (SKEP 77-VI-2005)

- *Runway* berpotongan

Runway berpotongan ini diperlukan apabila terdapat angin yang relative kuat (*prevalling Wind*) bertiup lebih dari satu arah, sehingga mengakibatkan angin sisi (*Cross Wind*) yang terjadi berlebihan dan lebih besar daripada *Presmissible Crosswind*, serta akan berbahaya apabila dibuat hanya satu *Runway* saja. Kapasitas dua *Runway* tergantung pada letak perpotongannya (misal ditengah atau dekat ujung), makin jauh letak titik potong dari ujung lepas landas *Runway* dan ambang pendaratan (*threshold*) kapasitasnya semakin rendah.



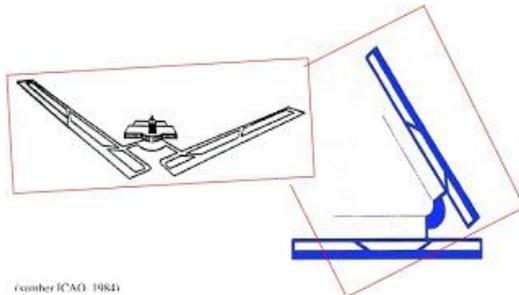
Gambar 2. 4 Runway Berpotongan

Sumber : Google.com

Bila angin yang bertiup sangat kuat maka ada kemungkinan hanya satu Runway yang dapat dioperasikan, sebaliknya bila tidak kuat maka kedua Runway dapat dipergunakan.

- *Runway – V* terbuka

Adalah *Runway* yang terbentuk dengan arah yang memencar (*divergen*) tetapi tidak berpotongan. Dioperasikan bila pada angin yang bertiup dari satu arah tertentu menghasilkan *Crosswind* pada salah satu *Runway* yang lebih besar daripada *Permissible Crosswind*, bila angin bertiup lemah maka kedua *Runway* dapat dipergunakan.



(sumber ICAO: 1984)

Gambar 2. 5 Runway V Terbuka
Sumber : Google.com

b. Karakteristik *Runway*

Karakteristik *Runway* pada dasarnya terdiri dari :

1. Struktur perkerasan, untuk menahan beban pesawat secara langsung.
2. Bahu disamping kiri-kanan perkerasan, untuk menahan erosi yang ditimbulkan oleh adanya *Jet-blast* , dan juga untuk mengakomodasikan lalu lintas peralatan bagi pesawat dan pengontrolan

3. *Strip Runway*, yang mencakup perkerasan, bahu dan daerah diluar itu yang diratakan dan diatur drainasenya. Areal ini harus mampu menahan jika ada pesawat yang tergelincir
4. *Blast pad*, yaitu untuk menahan erosi permukaan disekitar ujung *Runway* akibat adanya *Jet-blast*, bentuknya dapat dengan perkerasan atau dengan rumput biasa
5. *Runway end safety area* yaitu daerah yang sengaja dikosongkan untuk menghindari kecelakaan pada saat pesawat melakukan pendaratan *Over-shooting*
6. *Stopway*, yaitu daerah tambahan diujung *Runway* yang diperkeras dan harus mampu menahan beban pesawat yang berhenti
7. *Clearway*, adalah areal diujung Bandar udara yang tidak mempunyai struktur perkerasan dan dibawah pengawasan pengelola Bandar udara dan digunakan hanya apabila dalam keadaan darurat

2.3. Taxiway



Gambar 2. 6 Taxiway
Sumber : Google.com

Taxiway merupakan jalur yang menghubungkan antara *Runway* dan *Apron* dengan fungsi utama adalah sebagai jalan keluar masuk pesawat dari *Runway* ke bangunan terminal dan sebaliknya atau dari *Runway* ke Hanggar pemeliharaan yang dipersiapkan dimana pesawat terbang dapat bergerak dipermukaan bumi (*taxiing*) dari satu tempat ketempat lain dilapangan terbang *Taxiway* diatur sedemikian hingga pesawat yang baru mendarat tidak mengganggu pesawat lain yang siap menuju ujung lepas landas.

a. Geometri *Taxiway*

Lebar *Taxiway* dipengaruhi oleh *Code Letter*, dan untuk beberapa jenis pesawat terbang tertentu dipengaruhi oleh *Wheelbase* dan lebar *main gear*. Tujuan penentuan lebar minimum *Taxiway* dengan memperhatikan *Wheelbase* atau lebar *Main gear* dimaksudkan roda *Main gear* tidak keluar dari perkerasan di tikungan.

Tabel 2. 1. Lebar Minimum *Taxiway*

<i>Code Letter</i>	Lebar	Keterangan
A	7,5	-
B	10,5	-
C	15 18	Untuk pesawat terbang dengan $Wheelbase < 18\text{ m}$ Untuk pesawat terbang dengan $Wheelbase \geq 18\text{ m}$

D	18	Untuk pesawat terbang dengan Outer Main gear Wheelspan < 9 m Untuk pesawat terbang dengan w outer Main gear wheelspan \geq 9 m
	23	
E	23	-

Sumber : SKEP 77-VI-2005

Lebar minimum *Taxiway* lebih kecil dengan lebar minimum *Runway* dengan *Code Letter* yang sama, karena diatas *Taxiway* pesawat terbang bergerak dengan kecepatan yang lebih rendah sehingga pilot dapat lebih mudah untuk mengusahakan agar *Nose gear* tetap di sumbu *Runway*. *Taxiway* juga diberi kemiringan melintang agar dapat meninggalkan *Taxiway* tersebut.

Tabel 2. 2. Kelandaian dan Kemiringan Taxiway

Code Letter	Kelandaian	Kemiringan
A	3 %	2 %
B	3 %	2 %
C	1,5 %	1,5 %
D	1,5 %	1,5 %
E	1,5 %	1,5 %

Sumber : SKEP 77-VI-2005

b. Konfigurasi Taxiway

- *Entrance Taxiway*

Adalah *Taxiway* yang terletak diujung *Runway* sebagai jalan masuk pesawat terbang yang akan menuju *Runway*, disini juga dapat berfungsi sebagai *Exit Taxiway* terakhir untuk pendaratan yang berawal dari ujung *Runway* yang lain bila digunakan *Runway* operasi dua arah

- *Exit Taxiway*

Adalah *Taxiway* yang berfungsi untuk memperpendek masa penggunaan *Runway* pada saat pendaratan pesawat di *Runway*, sudut beliknya sekitar 30° – 45° . Penentuan letaknya tergantung pada komposisi pesawat yang dilayani, jumlah, kecepatan dan perlambatan pesawat, jumlahnya direncanakan mampu mengakomodasi lalu lintas pergerakan pesawat pada jam puncak.

- *Parallel Taxiway*

Adalah *Taxiway* yang sejajar dengan *Runway* dan menghubungkan *Taxiway* biasa dengan *Apron*, yang panjangnya sama maupun kurang dari panjang *Runway*.

- *Apron Taxiway*

Adalah *Taxiway* yang terletak didekat *Apron* yang dibedakan atas dua jenis yaitu : yang terletak dekat *Apron* sebagai jalan pintas pesawat dari *Apron* ketempat pesawat akan diparkir dan *Taxilane* yaitu bagian dari *Apron* yang diperuntukkan bagi jalan hubung ke areal parkir.

- *Cross Taxiway*

Adalah *Taxiway* yang berfungsi untuk menghubungkan 2 (dua) *Runway* yang berdekatan sehingga pemanfaatan kedua *Runway* dapat dilakukan secara optimal. Jenis *Taxiway* ini biasanya baru diadakan jika memang ada dua *Runway* sejajar

2.4. Apron

Apron adalah sarana parkir / menyimpan pesawat yang posisinya terletak diantara Bangunan terminal dan *Taxiway* yang dimaksudkan untuk menempatkan pesawat terbang agar cepat memuat dan menurunkan penumpang, angkutan surat, barang atau kargo, kegiatan pemeliharaan pesawat, melayani arus pesawat ke dan dari pintu dan arus peralatan yang melayani pesawat didarat. Sehubungan dengan efisiensi dari Bandara, adalah sangat penting untuk menempatkan *Apron* dengan bangunan terminal. Dibuat cukup luas sehingga bila pesawat yang tidak melakukan proses lepas landas pesawat lain dapat menyalipnya. Posisi parkir pesawat terbang di terminal disebut *Aircraft stand*.



Gambar 2. 7 Apron
Sumber : Google.com

Luas area Apron dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

- a. Ukuran dan karakteristik manuver pesawat terbang
- b. Volume lalu lintas di *Apron*
- c. Persyaratan ruang bebas
- d. Cara pengaturan *Aircraft stand*
- e. Bentuk (*lay out*)
- f. Persyaratan bagi aktivitas fasilitas pendukung (*Aircraft ground activity*)
- g. *Taxiway* dan jalan-jalan lain (*service road*)

Adapun tipe Apron yang sudah banyak terdapat di Bandara yaitu :

- a. *Apron Cargo*

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

- b. *Apron Terminal*

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

- c. *Apron Parkir*

Kadang suatu bandara memerlukan *Apron* parkir yang agak terpisah, disini pesawat dapat parkir dalam waktu yang lebih lama, digunakan selama

Crew pesawat beristirahat atau karena diperlukan perbaikan kecil terhadap pesawat.

d. *Apron Hanggar dan Apron Service*

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

e. *Isolated Apron*

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

2.5. Pemeliharaan Konstruksi di Bandar Udara

2.5.1. Kerusakan pada Bandar Udara

Pemeliharaan Konstruksi ini sudah menjadi suatu hal yang krusial dewasa ini. Mulai banyaknya dikembangkan berbagai jenis konstruksi yang mengharuskan para pengembang ataupun pemilik konstruksi (bangunan) untuk melakukan program pemeliharaan konstruksi (bangunan) dengan sebagaimana mestinya. Pemeliharaan ini dimaksudkan untuk merawat, memperpanjang, bahkan juga dapat meningkatkan daya operasional bangunan tersebut.

Mengenai hal ini, penulis akan memperdalam program pemeliharaan konstruksi pada Bangunan Bandara, terutama untuk Air Side Bandara dengan mengacu pada KP 94 Tahun 2015, mengenai “Pedoman Program Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara (Pavement Management System)”. Di dalam

Peraturan tersebut, dijelaskan bahwa pemeliharaan konstruksi Landas Pacu (Runway), Landas Hubung (Taxiway), dan Landas Parkir (Apron) yang dimaksud adalah perkerasan lentur maupun perkerasan kaku dan daya dukung/kekuatan dari konstruksi tersebut (Lampiran 1.1 Ruang Lingkup). Terdapat pula jenis kerusakan pada konstruksi perkerasan yang dapat membahayakan pelayanan operasi penerbangan (Point 4 KP 94 Tahun 2015), meliputi :

- Retakan (Cracking),
- Kerusakan pada sambungan (jointsealdamage)
- Kerontokan (Disintegration),
- Perubahan permukaan konstruksi (Distortion),
- Hilangnya kekesatan permukaan konstruksi (Loss of Skid Resistance).

Tabel 2. 3 Kerusakan Perkerasan berdasar jenis perkerasannya

Kode	Perkerasan lentur	Perkerasan kaku	Kode
11	Keretakan (<i>cracking</i>)	Keretakan	51
12	- retak memanjang (<i>longitudinal crack</i>) dan melintang (<i>transverse crack</i>);	- retak memanjang (<i>longitudinal crack</i>) dan melintang (<i>transverse crack</i>);	52
13	- Retak seperti kulit buaya (<i>aligator/ fatigue crack</i>);	- retak diagonal (<i>diagonal crack</i>)	53

			54
14	- retak setempat (<i>block cracking</i>);	- retak pada sudut (<i>corner crack</i>);	55
15	- retak melengkung (<i>slippage crack</i>) - retak cermin dari keretakan lapisan dibawahnya (<i>reflection crack</i>).	- retak melengkung (<i>durability *D* cracking</i>); - retak susut (<i>shrinkage crack</i>)	
		kerusakan pada joint sealant (joint seal damage)	61
21	Kerontokan (<i>Disintegration</i>) - lepas/ terurai (<i>raveling</i>);	Kerontokan (<i>Disintegration</i>) - <i>Scaling, MapCracking and Crazing</i>	71
22	- lubang (<i>potholest</i>);	- retak dan lepas pada sambungan (<i>joint spalling</i>);	72
23	- mengelupas (<i>asphalt stripping</i>);		73
24	- erosi akibat <i>jetblast</i> (<i>jetblasterosion</i>);	- retak dan lepas pada bagian sudut (<i>corner Spalling</i>);	74

25	- kerusakan pada tepi patching yang tidak sempurna	- retak kehancuran (blowups);	75
26	- retak rambut (<i>scalling</i>)	- kehancuran perkerasan kaku (shattered slab); - poputs; - kerusakan pada tepi patching yang tidak sempurna	76 77
31	Perubahan permukaan konstruksi (<i>Distortion</i>) - penurunan permukaan pada jalur roda (<i>rutting</i>);	Perubahan permukaan konstruksi (<i>Distortion</i>) - merembesnya air melalui joint (<i>pumping</i>);	81
32	- permukaan yang menggulung karena stabilitas aspal yang kurang baik (<i>corrugation and shoving</i>);	- penurunan (<i>settlement</i>).	82
33	- penurunan setempat (<i>depression</i>);		
34	- permukaan bergelombang dan retak akibat tanah		

	dasar yang kurang baik		
41	Hilangnya kekesatan permukaan konstruksi perkerasan <i>(Loss of Skid Resistance)</i> - Agregat yang aus <i>(polished aggregate);</i>	Hilangnya kekesatan permukaan konstruksi perkerasan <i>(Loss of Skid Resistance)</i> - Agregat yang aus <i>(polished agregate);</i>	91
42	- Kontaminasi minyak, oli dan rubber deposit <i>(contaminant);</i>	- Kontaminasi minyak, oli dan rubber deposit <i>(contaminant);</i>	92
43	- Keluarnya material aspal ke permukaan <i>(bleeding);</i>		

Sumber : KP 94 Tahun 2015

Secara umum, kerusakan perkerasan dapat diakibatkan oleh 2 hal sebagai berikut :

1. Kondisi perkerasan yang memburuk atau berkurangnya mutu kekuatan perkerasan. Berkurangnya kekuatan perkerasan dapat diakibatkan oleh material pembentuk yang tidak

awet, proses kembang susut, reaksi agregat alkali dan lain-lain.

2. Kerusakan yang diakibatkan oleh lemahnya konstruksi perkerasan, lapis permukaan, lapis pondasi atas (basecourse), lapis pondasi bawah (subbase), dan tanah dasar. Perkerasan rusak akibat beban yang melebihi kapasitas, merembesnya air ke dalam struktur (pumping), pecahnya bagian pojok pelat dan lain - lain.

2.5.2. Kerusakan pada konstruksi perkerasan kaku (rigid) beserta cara perbaikan (KP 94 Tahun 2015, Poin 4.3)

Jenis kerusakan fasilitas bandar udara dengan tipe konstruksi perkerasan kaku (Rigid) terdiri dari :

2.5.2.1. Retak Memanjang dan melintang (Long & Trans Cracking) [Kode 51]

Adalah retak individual atau tidak saling berhubungan satu sama lain yang memanjang disepanjang perkerasan. Retak ini bisa nampak sebagai individu maupun sekelompok retakan yang sejajar.

Faktor penyebabnya antara lain, beda penurunan pada tanah dasar, susut lateral karena pelat terlalu lebar, Sambungan memanjang terlalu dekat dengan jalur lintasan roda, Sambungan memanjang terlalu dangkal, Pelat kurang tebal.

Cara Perbaikan :

1. Retak Ringan (retak yang terjadi pada permukaan, tidak Bandar Udara menembus hingga tulangan beton) pada umumnya belum perlu perbaikan, namun perlu pengamatan secara

terus menerus dan record data guna penilaian lanjut;

2. Retak Sedang (lebar retak $> 3\text{mm}$, tidak menembus hingga tulangan beton), diperbaiki dengan membersihkan area retakan kemudian celah diisi dengan resin, untuk mencegah infiltrasi air ke dalam perkerasan;
3. Retak berat (lebar celah $> 3\text{ mm}$, umumnya menembus hingga tulangan beton atau hingga seluruh tebal plat) diperbaiki dengan membangun kembali pelat secara lokal, baik sebagian maupun seluruh tebal plat sesuai kedalaman retakan.

2.5.2.2. Retak Diagonal (Diagonal Cracks) [Kode52]

Retak diagonal adalah retak individual atau tidak saling berhubungan satu sama lain yang menyilang secara diagonal pada perkerasan beton. Penyebab kegagalan struktur semacam ini adalah kibat dari memadatnya tanah dasar pasir halus, sehingga mengurangi kekuatannya dalam mendukung pelat. kondisi ini mengakibatkan pecahnya pelat beton oleh akibat tegangan yang berlebihan dalam pelat.

Faktor penyebabnya antara lain, susutnya beton selama masa perawatan dan dimensi pelat yang terlalu besar, Penurunan tanah dasar, Pelat beton kurang tebal.

Cara Perbaikan :

1. Retak Ringan (retak yang terjadi pada permukaan, tidak menembus hingga tulangan beton) pada umumnya belum perlu perbaikan,

namun perlu pengamatan secara terus menerus dan record data guna penilaian lanjut;

2. Retak Sedang (lebar retak $> 3\text{mm}$, tidak menembus hingga tulangan beton), diperbaiki dengan membersihkan area retakan kemudian celah diisi dengan resin, untuk mencegah infiltrasi air ke dalam perkerasan;
3. Retak berat (lebar celah $> 3\text{ mm}$, umumnya menembus hingga tulangan beton atau hingga seluruh tebal plat) diperbaiki dengan membangun kembali pelat secara lokal, baik sebagian maupun seluruh tebal plat sesuai kedalaman retakan.

2.5.2.3. Pecah Sudut/Retak Sudut (Corner Breaks/Corner Cracks) [Kode53]

Pecah atau retak sudut adalah retakan atau pecahan yang terjadi di sudut pelat beton, dengan bentuk pecahan berupa segitiga. Pecahan beton memotong sambungan pada jarak kurang atau sama dengan setengah dari panjang pelat di ke dua sisi panjang dan lebarnya, diukur dari sudut pelat.

Faktor penyebabnya antara lain, lalu lintas yang berlebihan dan berulang dan diakibatkan kurangnya dukungan tanah dasar. Kurangnya dukungan tanah-dasar diakibatkan oleh pemompaan, atau hilangnya transfer beban pada sambungan memanjang dan melintang, Pelat beton kurang tebal.

Cara Perbaikan :

1. Retak Ringan (lebar retak $< 3\text{mm}$) pada umumnya belum perlu perbaikan, namun perlu

pengamatan secara terus menerus dan record data guna penilaian lanjut;

2. Retak Sedang ($3\text{mm} < \text{lebar retak} < 5\text{ mm}$), diperbaiki dengan membersihkan area retakan kemudian celah diisi dengan resin, untuk mencegah infiltrasi air ke dalam perkerasan;
3. Retak berat (lebar celah $>5\text{ mm}$) diperbaiki dengan membangun kembali pelat secara lokal hingga seluruh kedalaman plat.

2.5.2.4. Retakan Daya Tahan (Durability “D” Cracking) [Kode 54]

Retak daya tahan atau retak "D" disebabkan oleh ekspansi, yaitu akibat proses kembang susut agregat yang dengan berjalannya waktu secara berangsur-angsur memecahkan beton. Kerusakan ini nampak berupa retakan-retakan yang berada di dekat sambungan atau retakan. Oleh akibat beton retak-retak di dekat sambungan atau retakan, endapan berwarna gelap string dijumpai di sekitar retak "D" ini. Tipe kerusakan ini kadang-kadang dapat mengakibatkan disintegrasi pelat secara keseluruhan.

Faktor penyebabnya antara lain :

1. Ekspansi yang timbul akibat proses kembang susut agregat yang dengan berjalannya waktu secara berangsur-angsur memecahkan beton.
2. Akibat beda penurunan antara bahu konstruksi perkerasan dan konstruksi perkerasan.
3. Erosi pada bahu.
4. Tebal rencana bahu yang tidak tepat.
5. Pemadatan bahu atau drainase tidak baik.

Cara Perbaikan :

1. Jika retak "D" masih berupa retakan tanpa mengakibatkan beda tinggi pada sambungan, maka perbaikan dilakukan seperti pada retak sudut;
2. Jika retak "D" mengakibatkan beda tinggi pada sambungan dan membahayakan keselamatan operasi penerbangan, perbaikan dilaksanakan dengan memotong dan mengganti plat secara lokal, baik sebagian maupun keseluruhan kedalaman.
3. Jika retak "D" terjadi pada tepi konstruksi, maka perbaikan dapat dilaksanakan dengan beberapa alternatif sebagai berikut:
 - a. Jika beda tingginya relatif kecil dan bahu perkerasan berupa aspal, maka aspal campuran aspal panas (hotmix) dapat ditempatkan pada bagian yang elevasinya berbeda.
 - b. Jika beda tingginya besar, bahu perkerasan harus ditinggikan dengan pemadatan yang baik.
 - c. Jika penyebabnya adalah drainase yang dekat dengan konstruksi dan tidak cukup stabil, maka dibuatkan lagi drainase yang baik.
 - d. Jika bahu perkerasan tidak diperkeras, maka harus dibongkar dan material jelek diganti dengan material yang bagus dan dipadatkan.

2.5.2.5. Retak susut (Shrinkage Cracks) [Kode 55]

Retak susut adalah retak rambut yang biasanya tidak berkembang memotong seluruh pelat. Retak ini terjadi pada saat perawatan beton dan biasanya tidak sampai memotong ke seluruh kedalaman tebal pelat.

Faktor penyebabnya yaitu penyusutan beton pada masa perawatan beton. Cara perbaikannya adalah dengan mengisi pasta semen untuk menghindari infiltrasi air permukaan, dikarenakan lebar celah pada retak susut pada umumnya sangat kecil dan tidak memotong keseluruhan tebal plat.

2.5.2.6. Kerusakan Penutup Sambungan (Joint Seal Damage) [Kode 61]

Kerusakan penutup sambungan adalah sembarang kondisi yang memungkinkan tanah atau batuan berkumpul pada sambungan, atau sembarang kondisi yang memungkinkan infiltrasi air yang berlebihan masuk ke dalam sambungan. Hilangnya penutup sambungan menimbulkan tanggul- tanggul kecil pada sambungan.

Kerusakan bahan pengisi sambungan juga dapat menyebabkan masuknya material keras ke dalamnya, sehingga dapat menghalangi pemuaiian arah horisontal. Kondisi ini mengakibatkan tegangan berlebihan pada sambungan, sehingga dapat mengakibatkan gompal. Selain itu, masuknya air dapat mengakibatkan pemompaan.

Faktor penyebab kerusakan :

1. Aus dan lapuknya bahan penutup sambungan / sealant.
2. Persiapan pemasangan penutup sambungan buruk.
3. Kualitas bahan penutup sambungan rendah.
4. Kurangnya adhesi bahan penutup terhadap dinding sambungan.

5. Balm penutup sambungan kurang, atau terlalu banyak di dalam sambungan.
6. Bentuk penutup sambungan tidak bagus.
7. Pemompaan dan rocking pada pelat.

Cara perbaikannya adalah pada setiap kondisi, ringan sedang dan berat perlu dilakukan penggantian bahan penutup sambungan / sealant dengan sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu bila terdapat rumput atau material lain yang ada diantara plat beton.

2.5.2.7. Scalling/ Map Crack/ Crazing [Kode 71]

Map cracking atau crazing menunjukkan suatu bentuk jaringan retak dangkal, halus atau retak rambut yang berkembang hanya di permukaan perkerasan beton. Retakan cenderung bersudut 120° . Map cracking atau crazing biasanya disebabkan oleh pekerjaan akhir beton yang berlebihan (overfinishing) dan mungkin berakibat scaling yang memecahkan permukaan beton pada kedalaman sampai 1/4-1/2 in. (6--13 mm)

Scaling merupakan pengelupasan permukaan beton semen portland secara berangsur-angsur akibat hilangnya mortar yang diikuti dengan hilangnya agregat, atau hilangnya agregat oleh akibat gangguan, yang diikuti dengan hilangnya mortar. Dalam kerusakan yang sudah parah, pengelupasan permukaan beton bisa berlanjut sampai kedalaman yang dalam. Scaling mudah sekali dikenali, dan merupakan kerusakan yang umum terjadi pada beton. Ditinjau dari

kekuatan struktur, kerusakan semacam ini tidak berakibat serius.

Faktor penyebab kerusakan ini antara lain, pencampuran adukan beton buruk, Agregat kotor yang menyebabkan lumpur/lanau dan lempung mengalir ke permukaan saat proses penyelesaian, Nilai slump campuran semen beton tidak sesuai Job Mix Formula (JMF), dan Perawatan/pengeringan beton kurang baik.

Cara Perbaikan :

1. Rusak berat (lebar celah > 3 mm dan meliputi sebagian besar permukaan plat) maka perbaikan dengan penggantian plat secara keseluruhan atau secara lokal sesuai area retakan.
2. Rusak sedang (lebar celah > 3 mm dan meliputi area yang kecil) maka perbaikan dengan penggantian plat secara lokal sesuai area retakan. Penambalan lokal dapatdi seluruh kedalaman maupun sebagian kedalaman sesuai kedalaman retakan.
3. Rusak ringan (lebar celah < 3 mm) maka perbaikan sementara dengan mengisi celah dengan pasta semen.

2.5.2.8. Retak Kehancuran (Blow Up) [Kode 74]

Blow-up/bucklings adalah rusaknya perkerasan beton akibat tekuk (buckling) lokal dari perkerasan beton. Biasanya terjadi pada retakan atau sambungan melintang yang mengalami tegangan tekan yang tinggi, yaitu jika material keras mengisi sambungan, sehingga menghambat pemuaian pelat beton, akibatnya

ujung pelat beton terangkat secara lokal dan tekuk terjadi di dekat sambungannya.

Blow-up sering terjadi ketika ada perbedaan suhu yang signifikan antara siang dan malam, di mana pelat memuai secara berlebihan. Cara mencegah blow-up adalah dengan merawat sambungan secara reguler, agar ruang ekspansi tersedia saat beton memuai. Untuk hal ini, sambungan harus selalu dibersihkan.

Faktor penyebabnya yaitu sambungan pelat terisi dengan material keras (material tidak mudah mampat: pasir, kerikil), sehingga menghambat pemuaian pelat beton. Perbaikan dapat dilakukan dengan memotong plat kemudian mengganti dengan material yang sesuai, penggantian dapat meliputi seluruh plat maupun secara lokal sesuai area kerusakan.

2.5.2.9. Retak bersilangan pelat pecah (Shattered Slab Intersecting Cracks) [Kode75]

Retak bersilangan adalah retak yang memecahkan pelat beton menjadi 4 atau lebih kepingan, oleh akibat beban berlebihan dan/atau dukungan yang buruk. Faktor-faktor penyebabnya adalah beban berlebihan dan kurangnya dukungan lapis pondasi bawah dan tanah-dasar, kelelahan pelat beton, atau pecahnya pelat beton merupakan kelanjutan dari beberapa macam tipe retakan, pelat beton kurang tebal.

Cara Perbaikan :

1. Pembangunan kembali pelat beton di area yang pecah.

2. Jika kerusakan terus terjadi dan meluas, pembangunan kembali perkerasan dengan lapis tambahan (overlay) atau rekonstruksi dengan tebal sesuai beban pesawat yang beroperasi.

2.5.2.10. Popouts [Kode76]

Popouts adalah lubang / pecahan kecil-kecil di permukaan perkerasan oleh aksi kombinasi kembang susut agregat yang menyebabkan material perkerasan lepas dan menyebar dipermukaan. Faktor penyebab kerusakan ini adalah aksi kombinasi kembang susut agregat yang menyebabkan material lepas dan menyebar dipermukaan. Perbaikan dapat dilakukan dengan menambal lubang-lubang tersebut dengan bahan pengisi yang berkualitas baik.

2.5.2.11. Tambalan Tidak sempurna (Patching) [Kode 77]

Tambalan adalah area perkerasan asli yang telah dibongkar dan diganti dengan material pengisi. Penambalan sering dilakukan dalam area perkerasan guna perbaikan perkerasan, di mana di bawah perkerasan ada parit atau lubang yang harus diperbaiki. Oleh kurangnya pemadatan, maka di area tambalan ini terjadi penurunan dan/atau retak yang merusakkan tambalan.

Pemadatan tambalan/material pengganti kurang dan metode pelaksanaan tidak tepat tidak benar. Cara perbaikannya adalah dengan memotong / membongkar tambalan, lalu diganti dengan material baru sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan. Apabila pembongkaran sampai tanah dasar, maka tanah dasar harus

dipadatkan terlebih dahulu. Perbaikan sementara dapat dilakukan dengan menambal perkerasan yang rusak di permukaan.

2.5.2.12. Pemompaan (Pumping) [Kode 81]

Pemompaan adalah peristiwa terpompanya /terangkatnya campuran air, pasir, lempung dan/atau lanau di sepanjang sambungan transversal atau longitudinal, dan pinggir perkerasan oleh gerakan berulang-ulang pelat beton akibat beban lalu lintas. Beberapa material pondasi (base) sangat dipengaruhi oleh aksi pemompaan, seperti halnya pada tanah-dasar (subgrade) yang drastis.

Faktor penyebabnya adalah terpompanya material berbutir halus dari tanah dasar dan/atau lapis pondasi, ketika retakan atau sambungan terisi air dan menerima bebanpesawat secara berulang-ulang, sehingga mengurangi dukungan tanah dasar pada pelat beton. Kemudian dilakukan perbaikan dengan menutup retakan atau celah sambungan dengan material pengisi (joint sealing), dan menyuntikkan (grouting) material pengisi ke dalam rongga di bawah pelat yang retak (under seat).

2.5.2.13. Penurunan / Patahan (Settlement/Faulting) [Kode 71]

Penurunan atau patahan adalah beda elevasi dua pelat beton pada sambungan atau retakan. Patahan biasanya terjadi akibat tidak adanya transfer beban di antara dua pelat, yang diikuti dengan pemadatan atau penyusutan volume lapisan tanah di bawah pelat tersebut.

Faktor Penyebab :

1. Beban kejut lalu lintas yang bergerak di atas sambungan.
2. Dukungan tanahdasar dan lapis pondasi tidak memadai.
3. Pelat tertekuk atau bergelombang akibat perubahan temperatur atau beda kelembaban.
4. Hilangnya butiran halus material lapis pondasi akibat pemompaan.
5. Perubahan volume tanahdasar

Cara Perbaikan :

1. Patahan diasah.
2. Mengembalikan pelat keposisinya semula dengan cara pengisian bagian dasar plat beton (Pengisian rongga bawah pelat (undersealing).
3. Untuk beda elevasi kurang dari 25 mm, diberikan lapis perata.dan pengisi retakan.
4. Bila beda elevasi lebih dari 25 mm, perbaikan di lakukan dengan menambal, atau dengan mengganjil pelat dengan pasak yang diikuti dengan lapis tambahan aspal (Overlay).

2.5.3. Kerusakan pada konstruksi perkerasan lentur (flexible) (KP 94 Tahun 2015 poin 4.2)

Jenis kerusakan fasilitas bandar udara dengan tipe konstruksi perkerasan lentur (flexible) terdiri dari :

2.5.3.1. Retak memanjang dan melintang (Long & Trans Cracking) [Kode 11]

Adalah retak individual atau tidak saling berhubungan satu sama lain yang memanjang disepanjang perkerasan. Retak ini bisa nampak sebagai individu maupun sekelompok retakan

yang sejajar. Faktor penyebabnya antara lain, beda penurunan pada tanah dasar, Kembang susut lateral pada lapis permukaan akibat perbedaan temperatur, sambungan memanjang terlalu dekat dengan jalur lintasan, Sambungan memanjang dan/atau melintang terlalu dangkal.

Cara Perbaikan :

1. Retak ringan (kurang dari 3 mm), maka dilakukan pengisian celah dengan aspal. Retakan dibersihkan dan ditutup untuk mencegah infiltrasi air ke dalam perkerasan;
2. Rusak sedang ($3\text{mm} < \text{lebar celah} < 2\text{cm}$), maka dilakukan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan;
3. Rusak berat (lebar celah $> 2\text{ cm}$), maka dilakukan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.2. Retak kulit buaya (Alligator Cracks) [Kode 12]

Lebar celah retak $> 3\text{ mm}$ dan saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya atau kawat untuk kandang ayam. Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah terjadi retak kulit buaya luas, hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang tidak dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut.

Faktor penyebabnya yaitu Repetisi beban lalu lintas yang melampaui kapasitas konstruksi, Bahan perkerasan/ kualitas material kurang baik, Pelapukan permukaan, Air tanah pada konstruksi perkerasan, Tanah dasar/ lapisan dibawah permukaan kurang stabil. Dimana dikhawatirkan akan berlanjut menjadi kerusakan setempat/ menyeluruh pada perkerasan, dan berkembang menjadi lubang akibat dari pelepasan butir-butir.

Teknik perbaikan retak kulit buaya ini Untuk pemeliharaan temporary/ Emergency dapat ditutup dengan aspal emulsi jika lebar celah < 3mm (kondisi ringan). Pada kondisi sedang, sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya akibat rembesan air ke lapis pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dipotong dan dibuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan material yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

Kerusakan berat yang disebabkan oleh repetisi beban/ overload, maka bagian yang mengalami retak harus dilakukan pemotongan secara lokal /patching secara tegak lurus sesuai tebal lapis permukaan dan dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan, kemudian perlu ditingkatkan daya dukungnya dengan memberi lapisan tambahan. Seluruh teknik perbaikan baik ringan, sedang maupun berat yang dipengaruhi oleh air harus disertai dengan perbaikan drainase disekitarnya.

2.5.3.3. Retak blok (Block Cracking) [Kode13]

Retak blok ini berbentuk blok-blok besar yang saling bersambungan, dengan ukuran sisi blok 0,20 sampai 3 meter, dan dapat membentuk sudut atau pojok yang tajam. Kerusakan ini bukan karena beban lalu-lintas. Kesulitan sering terjadi untuk membedakan apakah retak blok disebabkan oleh perubahan volume di dalam campuran aspal atau di dalam lapis pondasi (base) atau tanah-dasar.

Penyebabnya perubahan volume campuran aspal yang mempunyai kadar agregat halus tinggi dari aspal penetrasi rendah dan agregat yang mudah menyerap (absorbitive aggregate). Pengaruh siklus temperatur harian dan pengerasan aspal. Retak akibat kelelahan (fatigue) pada lapis permukaan / lapis aspal. Dimana sangat beresiko mengganggu kenyamanan dan keselamatan operasi penerbangan, retak meluas ke seluruh area perkerasan.

Sebelum menentukan langkah perbaikan, sebaiknya kenali terlebih dahulu jenis kerusakan dengan mengumpulkan data antara lain mengenai :

- 1) Lebar retak yang dominan.
- 2) Lebar sel yang dominan.
- 3) Luas daerah kerusakan.

Untuk kondisi ringan(kurang dari 3 mm), perbaikan dapat dilakukan dengan menutup retakan dengan bahan pengisi, retakan dibersihkan dan ditutup untuk mencegah infiltrasi

air ke dalam perkerasan. Pada kondisi sedang ($3\text{mm} <$, lebar celah $< 2\text{cm}$) retakan dapat diisi dengan aspal emulsi dengan sebelumnya dilakukan pengkasaran dengan alat pemanas (heater) dan diisi dengan lapis pengganti dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan. Pada kondisi berat (lebar celah $> 2\text{cm}$), maka dilakukan pemotongan secara lokal/patching secara tegak lurus sesuai tebal lapis permukaan dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.4. Retak Slip (Slippage Crack) [Kode 14]

Kerusakan ini sering disebut dengan parabolic cracks, shear cracks, atau crescent shaped cracks. Bentuk retak lengkung menyerupai bulan sabit atau berbentuk seperti jejak roda disertai dengan beberapa retak. Kadang-kadang terjadi bersama dengan terdapatnya sungkur (shoving).

Kemungkinan penyebab:

1. Ikatan antar lapisan aspal dengan lapisan bawahnya tidak baik yang disebabkan kurangnya aspal/ permukaan agregat berdebu;
2. Penggunaan agregat halus terlalu banyak;
3. Lapis permukaan kurang padat/ kurang tebal; atau
4. Penghamparan pada temperature aspal rendah atau tertarik roda penggerak oleh mesin penghampar aspal/ mesin lainnya.

Akibat lanjutan:

- a. Kerusakan setempat atau menyeluruh pada permukaan konstruksi;
- b. Lepasnya butir pada tepi retak sehingga timbul lubang (potholes).

Perbaikan dapat dilakukan dengan dilakukan pemotongan secara lokal/patching secara tegak lurus sesuai tebal lapis permukaan dan diisi dengan campuran aspal panas/ hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.5. Retak reflektif sambungan (Joint reflection crack) [Kode 15]

Kerusakan ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang telah dihamparkan di atas perkerasan beton semen (Cement Concrete). Retak terjadi pada lapis tambahan (overlay) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton semen yang berada di bawahnya. Jadi, retakan ini terjadi pada lapis tambahan / oyer/ayaspal beton, di mana retak pada lapisan beton semen belum sempurna diperbaiki. Pola retak dapat ke arah memanjang, melintang, diagonal atau membentuk blok. Retakan ini dapat disebabkan oleh perubahan suhu atau kelembaban yang mengakibatkan pelat beton di bawah lapisan aspal bergerak.

Cara Perbaikan :

1. Retak reflektif ringan (lebar celah < 3mm dan tidak mengakibatkan beda tinggi) diperbaiki dengan cara menutup retakan dengan bahan

pengisi, retakan dibersihkan dan ditutup untuk mencegah infiltrasi air ke dalam perkerasan

2. Retak sedang ($3\text{mm} < \text{lebar celah} < 2\text{cm}$ dan/atau terdapat beda tinggi $< 0,8\text{ cm}$), retakan dapat diisi dengan aspal emulsi dengan sebelumnya dilakukan pengkasaran dengan alat pemanas (heater) dan diisi dengan lapis pengganti dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.
3. Retak berat (lebar celah $> 2\text{cm}$ dan/atau terdapat beda tinggi $> 0,8\text{ cm}$), maka dilakukan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.6. Pelapukan dan butiran lepas [Kode 21]

Dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan. Kerusakan konstruksi perkerasan berbentuk lubang (potholes) memiliki ukuran yang bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air sampai ke dalam lapis permukaan yang dapat menyebabkan semakin parahnya kerusakan konstruksi perkerasan.

Sebab kerusakan :

1. Campuran lapis permukaan yang buruk.

2. Lapis permukaan tipis sehingga lapisan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
3. Sistem drainase jelek sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
4. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.

Cara perbaikannya adalah pada kondisi ringan (tidak mengakibatkan retakan dan terdapat pada area non kritis) cukup dilakukan pembersihan dan pengamatan secara terjadwal. Pada kondisi sedang sampai berat pada area tidak luas, maka dilakukan pemotongan secara lokal/patching secara tegak lurus sesuai tebal lapis permukaandan dan diisi dengan campuran aspal panas/ hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan. Apabila pelapukan dan butir lepas meliputi area luas maka dapat dilakukan pelapisan/ overlay dengan terlebih dahulu melakukan treatment pada lapis eksisting.

2.5.3.7. Lubang (Pothole) [Kode 22]

Lubang merupakan akibat lanjut dari kerusakan sebelumnya, pada umumnya berawal dari retak yang tidak segera ditangani. Lubang/pothole diperbaiki dengan cara melakukan pemotongan lokal (patching) secara tegak lurus yang meliputi seluruh area yang terdapat lubang hingga membentuk segi empat, kemudian diisi dengan campuran aspal panas/hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.8. Mengelupas (Asphalt Stripping) [Kode 23]

Asphalt stripping (mengelupas) dapat terjadi karena tidak sempurnanya pekerjaan lapis tack coat, sehingga lapis tambahan / overlay mengelupas baik dipicu oleh beban pesawat maupun pelapukan.

Pengelupasan (asphalt stripping) diperbaiki dengan cara melakukan pemotongan secara lokal (patching) meliputi seluruh area yang terkelupas dan area sekitarnya yang berpotensi mengelupas (biasanya dipukul berbunyi nyaring seperti ada rongga / kopong) hingga membentuk segi empat, kemudian diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.9. Erosi Semburan (Jet Blast Erosion) [Kode 24]

Erosi jet blast adalah kerusakan perkerasan beton aspal pada bandar udara. Kerusakan ini menyebabkan area permukaan aspal menjadi gelap, ketika pengikat aspal telah terbakar atau terkarbonisasi. Area terbakar lokal mempunyai kedalaman yang bervariasi sampai sekitar 0,5 in (12,7 mm).

Erosi semburan ringan (tidak berpotensi menyebabkan material lepas lebih lanjut dan beda tinggi $< 0,8$ cm) dilakukan pembersihan area permukaan dan pengamatan terjadwal secara intensif. Erosi semburan sedang hingga berat (berpotensi menyebabkan material lepas lebih lanjut dan / atau beda tinggi $> 0,8$ cm), perbaikan dilakukan dengan melakukan pemotongan secara lokal (patching) meliputi

seluruh area yang tererosi oleh jet blast hingga membentuk segi empat, kemudian diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan

2.5.3.10. Tambalan dan Galian utilitas [Kode 25]

Tambalan adalah area perkerasan asli yang telah dibongkar dan diganti dengan material pengisi. Penambalan sering dilakukan dalam area perkerasan guna perbaikan konstruksi perkerasan maupun fasilitas di bawah perkerasan. Oleh kurangnya pemadatan, maka di area tambalan ini terjadi penurunan yang pada akhirnya merusakkan tambalan.

Faktor penyebabnya adalah pemadatan tambalan kurang dan metode penambalan tidak tepat. Dilakukan perbaikan dengan membongkar dan lapis pondasi bawah dipadatkan lagi, lalu diganti material baru yang sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.11. Lendutan di jalur roda (Rutting) [Kode 31]

Terjadi pada lintasan roda sejajar dengan arah pergerakan pesawat, dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan perkerasan, mengurangi tingkat kenyamanan dan akhirnya timbul retak-retak. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, stabilitas rendah, dengan demikian terjadi penambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda, campuran aspal stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis

Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan yang sesuai. Lendut secara signifikan menandakan kegagalan struktur utama dari perkerasan.

Kriteria Lendut dalam skala ringan, sedang dan berat adalah antara lain :

Ringan < 8 mm, tanpa retakan;

Sedang 8 - 25 mm, dengan atau tanpa retakan

Berat > 25 mm, dengan atau tanpa retakan

Pada kondisi ringan perlu dilakukan pengamatan terjadwal secara intensif terutama setelah hujan untuk mengeluarkan air hujan dari area yang mengalami rutting. Pada kondisi sedang sampai dengan berat dilakukan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode

2.5.3.12. Gelombang (corrugation) [Kode 32]

Kemungkinan penyebab :

1. Rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal
2. Banyak menggunakan agregat halus, agregat bulat dan licin
3. Aspal yang dipakai mempunyai penetrasi yang tinggi
4. Perkerasan melayani lalu lintas /pergerakan sebelum perkerasan mencapai masanya.

Tabel 2. 4. Tingkat kerusakan Gelombang

Tingkat Kerusakan	Landas pacu	Landas hubung dan landas parkir
Ringan	Tidak lebih dari 6,4 mm	Tidak lebih dari 12,7 mm
Sedang	Antara 6,4 mm s.d 12,7 mm	12,7 s.d 25,4 mm
Berat	Lebih dari 12,7 mm	Lebih dari 25,4 mm

Cara Perbaikan :

Keriting pada perkerasan lentur dapat diperbaiki dengan cara:

1. Pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas/ hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.
2. Jika lapis pondasi ikut bergelombang, perbaikan harus meliputi seluruh area lapis pondasi yang bergelombang.

2.5.3.13. Penurunan Setempat (Depression) [Kode 33]

Terjadi setempat / tertentu dengan atau tanpa retak, terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Kemungkinan penyebab Ambblas disebabkan oleh beban yang melebihi kapasitas yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami Pedoman Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara penurunan/settlement.

Cara Perbaikan :

1. Penurunan yang disebabkan oleh pelaksanaan kurang baik, perbaikan dilakukan dengan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmixasphalt

(AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2. Penurunan yang disebabkan tanah dasar yang mengalami penurunan/settlement, bagian konstruksi yang amblas dibongkar dan diganti dengan lapis konstruksi baru yang sesuai.
3. Penurunan yang disebabkan oleh beban yang melebihi kapasitas, bagian konstruksi yang amblas dibongkar dan diganti dengan lapis konstruksi baru yang sesuai, kemudian dilanjutkan dengan peningkatan daya dukung.

2.5.3.14. Mengembang (Swelling) [Kode 34]

Mengembang adalah gerakan ke atas lokal dari perkerasan akibat pengembangan (atau pembekuan air) dari tanah-dasar atau dari bagian struktur perkerasan. Perkerasan yang naik akibat tanah-dasar yang mengembang ini dapat menyebabkan retaknya permukaan aspal. Pengembangan dapat dikarakteristikan dengan gerakan perkerasan aspal, dengan panjang gelombang > 3 m.

Faktor Penyebab :

1. Mengembangnya material lapisan di bawah perkerasan atau tanah-dasar.
2. Tanah-dasar perkerasan mengembang bila kadar air naik, umumnya hal ini terjadi bila tanah pondasi berupa lempung (lempung montmordlonite) oleh kenaikan kadar air.

Resiko lanjutan yang dialami adalah mengurangi kenyamanan dan membahayakan keselamatan operasi penerbangan dan memicu terjadinya retakan.

Cara Perbaikan :

1. Rekonstruksi sampai dengan kedalaman dimana sumber penyebab terjadi, kemudian diganti dengan material baru sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.
2. Semua cara yang dilakukan untuk perbaikan permanen, pada prinsipnya harus ditujukan untuk menstabilkan kadar air dalam struktur perkerasan.

2.5.3.15. Agregat Licin [Kode 41]

Agregat licin adalah tergosoknya partikel agregat di perkerasan, sehingga permukaannya menjadi licin karena aus. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap gesekan roda. Perbaikan area yang tidak luas dapat dilakukan dengan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan. Apabila agregat licin meliputi area yang cukup luas dapat diperbaiki dengan pelapisan / overlay secara menyeluruh.

2.5.3.16. Tumpahan Minyak (Oil Spillage) [Kode 42]

Tumpahan minyak adalah kerusakan atau pelunakan permukaan perkerasan aspal di bandar udara yang disebabkan oleh tumpahan minyak, pelumas, atau cairan yang lain. Tipe kerusakan seperti ini, terutama terjadi pada perkerasan beton aspal di bandar udara. Perbaikan dilakukan dengan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix

asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.5.3.17. Keluarnya Material Aspal ke permukaan (Bleeding/fushing) [Kode 43]

Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak, dan akan terjadi jejak roda, dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pengerjaan prime coat / tack coat. Perbaikan dilakukan dengan pemotongan secara lokal (patching) dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

2.6. Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi adalah cara supaya sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat diaplikasikan oleh manajer proyek secara tepat. Sumber daya dalam proyek ini yaitu man power, material, machines, money, method.

- Manajemen waktu

Secara garis besar kegiatan pengendalian jadwal (waktu) adalah dengan cara :

- a. Memonitor dan evaluasi Master Schedule secara periodik.
- b. Perbandingan antara kinerja Schedule dengan Actual sebagai alat detector untuk mengetahui bila terjadi keterlambatan dan ada upaya untuk mengejar keterlambatan tersebut.

- c. Menyiapkan progress report berdasarkan kemajuan actual sebagaimana diperlihatkan pada Master Schedule.
- d. Master Schedule sebagai dasar untuk pembayaran periodik angsuran/termin kepada kontraktor.

BAB III METODOLOGI

3.1. Penjelasan

3.1.1. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah yang terjadi berdasarkan isu global dan juga melalui data kredibel untuk menguatkan keberadaan permasalahan yang terjadi. Dalam hal ini dilandasi dengan pentingnya Manajemen Pemeliharaan dan Perbaikan pada Bandar Udara.

3.1.2. Studi Literatur

Dalam penelitian ini dilakukan studi literatur terhadap permasalahan yang ada sehingga dapat menentukan judul untuk mengatasi permasalahan yang sedang terjadi. Studi literatur juga diperlukan untuk mendapatkan dasar teori dan juga kajian pustaka dengan tujuan mendapatkan pemikiran dan landasan yang kuat untuk mendukung penelitian. Pada tahap ini penulis melakukan pencarian jurnal serta teori yang berkaitan dengan penelitian.

3.1.3. Pengumpulan Data

Menggunakan data primer dan data sekunder. Data-data tersebut diperoleh dari Instansi-instansi terkait (Owner: PT.Angkasa Pura I) yang berupa data kerusakan-kerusakan yang terjadi pada Runway, Taxiway, dan Apron, Peta lokasi Bandara, Peningkatan jumlah penumpang tiap tahun selaku data Sekunder. Sedangkan data Primer, dilakukan survey lokasi terlebih dahulu di Air Side Bandara Ahmad Yani Semarang dengan menggunakan beberapa *checklist* yang dilampirkan.

3.1.4. Penentuan Metode Pemeliharaan dan Perbaikan

Dari data-data tersebut, semua jenis pekerjaan dapat dikelompokkan sedemikian rupa untuk memudahkan dalam menyusun laporan. Adapun pembagiannya adalah sebagai berikut :

- a. Pengelompokan per jenis kerusakan
- b. Penentuan metode pemeliharaan
- c. Penentuan metode perbaikan
- d. Penjadwalan material, tenaga kerja, alat, dan keuangan

Penentuan metode tersebut sangat bergantung pada data sekunder dan data primer. Oleh karenanya, pengumpulan data-data tersebut sangat penting kaitannya dengan metode pemeliharaan dan perbaikan yang akan dilakukan. Metode-metode tersebut telah tertuang juga di dalam Bab Tinjauan Pustaka point 2.5.

3.1.5. Penentuan Jadwal Pelaksanaan Perbaikan

Proses penjadwalan perbaikan ini dapat kita tentukan setelah menemukan metode yang tepat untuk digunakan. Mengingat waktu untuk melakukan perbaikan di dalam sisi udara ini sangatlah pendek atau bahkan dilakukan saat malam hari dimana semua operasi penerbangan sudah dihentikan. Disinilah peranan penting untuk pemilihan metode yang tepat beserta penjadwalan yang tepat. Disamping penjadwalan untuk waktu pelaksanaan, juga akan diperhitungkan mengenai beberapa sumber daya, seperti sumber daya manusia, alat dan material. Semua proses penjadwalan ini dilakukan secara manual, dikarenakan banyaknya item pekerjaan minor yang waktunya tidak seragam atau bahkan tidak dapat dipastikan.

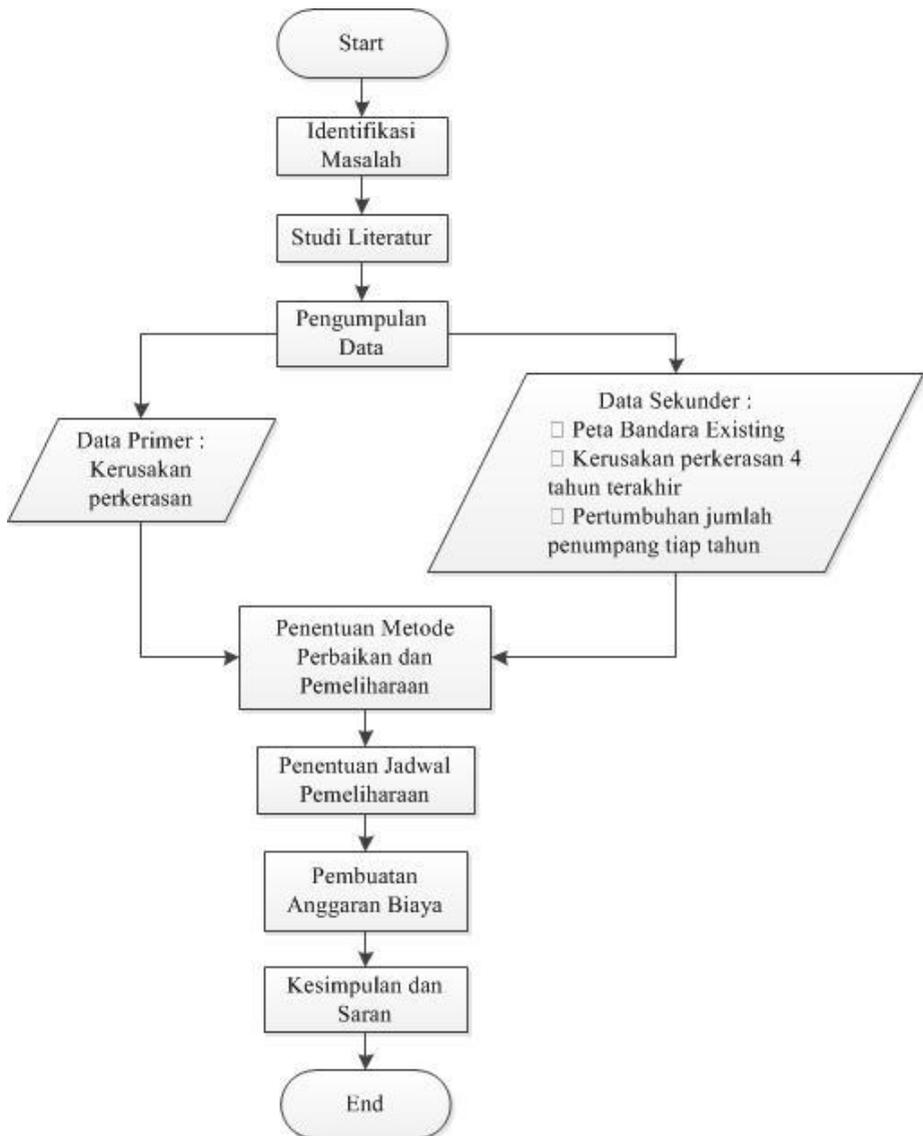
3.1.6. Penentuan Anggaran Biaya

Perhitungan biaya juga dilakukan dengan menggunakan data hasil analisa waktu, sumber daya (tenaga kerja), material, alat pada tiap-tiap pekerjaan yang berdasarkan buku-buku penunjang, baik dari Dinas PU, SKEP / KP, serta buku peraturan-peraturan lainnya yang menunjang.

3.1.7. Kesimpulan dan Saran

Dari uraian-uraian tersebut, akhirnya dapat diketahui metode pelaksanaan yang tepat, penyusunan jadwal yang tepat dikarenakan waktu yang terbatas, dan biaya untuk masing-masing item pekerjaan dalam Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara Bandara Ahmad Yani, Semarang. Selanjutnya akan diberikan saran untuk peneliti selanjutnya mengenai hasil dari laporan ini.

3.2. Bagan Alir



BAB IV

PENGELOMPOKAN DATA

4.1. Jenis Kerusakan

4.1.1. Rubber Deposit



Gambar 4. 1. Rubber Deposit
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : 186 m dari Treshold Runway 13 ;
150 m dari Treshold Runway 31
- Volume : 413 m x 12 m x 0,002 m
402 m x 11 m x 0,002 m

4.1.2. Bleeding



Gambar 4. 2. Bleeding
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : 250 m dari Treshold Runway 31
- Volume : 0,6 m x 0,4 m x 0,015 m

4.1.3. Retak Kulit Buaya



Sumber : Dokumen Peneliti
Gambar 4. 3. Retak Kulit Buaya

Data :

- Tempat : Batas bahu runway kanan-kiri
- Luas : 2560 m x 0,8 m

4.1.4. Penurunan Setempat



Gambar 4. 4. Penurunan Setempat
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : Runway 31 sisi timur
- Luas : 97 m x 9 m

4.1.5. Kotoran



Gambar 4. 5. Kotoran
Sumber : Dokumen Peneliti

Data

- Tempat : 600 m dari Tresshold Runway 13
- Volume : Kotoran berupa Burung

4.1.6. Scalling



Gambar 4. 6. Scalling
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : Apron line 3
- Luas : 2 m x 5 m

4.1.7. Retak Blok



Gambar 4. 7. Retak Blok
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : Taxiway – Apron
- Luas : 10 m x 9 m

4.1.8. Retak Melintang



Gambar 4. 8. Retak Melintang
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : Tresshold Runway 13
- Luas : 0,8 m x 0,2 m

4.1.9. Pelapukan dan Butiran Lepas (*Weathering and Ravelling*)



Gambar 4. 9. Ravelling
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : 600 m dari Tresshold Runway 31
- Volume : 0,3 m x 0,3 m x 0,02 m

4.1.10. Tambalan dan Galian Utilitas (*Patching and Utility Cuts*)

Data :



Gambar 4. 10. Patching
Sumber : Dokumen Peneliti

- Tempat : Apron sisi Utara
- Luas : 3,5 m x 0,8 m

4.1.11. Lendutan di Jalur Roda (*Rutting*)



Gambar 4. 11. Rutting
Sumber : Dokumen Peneliti

Data :

- Tempat : Apron Line 1
- Luas : 14 m x 14 m

4.2. Rekap Volume Kerusakan

Perkerasan	Kode	Kerusakan	Volume / Luas						Lokasi	
			Unit	P	L	D	A	V		
Lentur	42	Rubber Deposit (Contaminant)	m ³	413	12	0,002		4956	9,912	186 m dari Tresshold Runway
			m ³	402	11	0,002		4422	8,844	150 m dari Tresshold Runway
									18,76	
Lentur	43	Keluarnya material aspal ke permukaan (Bleeding)	m ³	0,6	0,4	0,015		0,24	0,004	250 m dari Tresshold Runway
Lentur	12	Retak Kulit Buaya (Alligator / Fatigue Crack)	m ²	2560	0,8	2E-04		2048	0,41	Batas bahu runway kanan-kiri
Lentur	33	Penurunan setempat (depression)	m ²	67,5	4	0,2		270	54	Runway 31 sisi timur
Lentur	-	Kotoran	-	-	-	-			1	600 m dari Tresshold Runway
										Burung

Tabel 4. 1. Rekap Volume Kerusakan

Kaku	71	Scalloping	m ²	2	5	0,002	10	0,02	Apron Line 3
Lentur	13	Retak Setempat (Block Cracking)	m ²	10	9	IE-04	90	0,009	Jalur Taxiway - Apron
Lentur	11	Retak Melintang (Transverse Crack)	m ²	0,8	0,2	0,015	0,16	0,002	Threshold Runway 13
Lentur	21	Pelapukan dan Butiran Lepas (Weathering and Ravelling)	m ³	0,3	0,3	0,02	0,09	0,002	600 m dari Threshold Runway 31
Lentur	25	Tambalan dan Galian Utilitas (Patching and Utility Cuts)	m ²	3,5	0,8	0,15	2,8	0,42	Apron sisi utara
Lentur	31	Penurunan Permukaan pada jalur roda (Rutting)	m ²	14	14	0,1	196	19,6	Apron Line 1

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Produktivitas Pekerjaan

5.1.1. Alokasi Pekerjaan

Pekerjaan perbaikan ini dapat langsung dibagi menjadi 5 bagian (5M), antara lain *Man*, *Machine*, *Material*, *Method*, dan *Money*. Dimana untuk *Man* adalah berupa tenaga kerja yaitu manusia. Tenaga kerja manusia sangat dibutuhkan untuk menunjang berlangsungnya suatu pekerjaan yang tidak bisa dilakukan oleh alat (*Machine*).

Pekerjaan-pekerjaan perbaikan sisi udara Bandara Ahmad Yani ini tidak terlalu banyak dan juga tidak luas, sehingga pada perencanaan ini akan digunakan pekerjaan Padat Karya dimana tenaga kerja lebih banyak daripada alat yang digunakan, serta tentunya untuk meminimalisir biaya nantinya.

Digunakan acuan HSPK Kota Semarang Tahun 2016 untuk menghitung biaya Tenaga kerja, sewa alat, maupun material. Dalam menetapkan bagian-bagian pekerjaan yang memenuhi syarat untuk dikerjakan dengan bantuan peralatan, maka perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Macam pekerjaan yang sesuai dan memenuhi syarat
2. Volume pekerjaan untuk memperkirakan pekerjaan dengan peralatan memerlukan waktu penyelesaian beberapa lama dalam masa proyek berlangsung.
3. Tempat atau lokasi pekerjaan
Pada umumnya lokasi pekerjaan yang terpusat lebih menguntungkan daripada lokasi yang terpencar, sebab

adanya dipertimbangan yang antara lain angkutan pemindahan peralatan dari lokasi ke lokasi lain

4. Jumlah tenaga kerja

Jika tenaga manusia dalam daerah kerja proyek cukup banyak, maka pekerjaan dilaksanakan dengan bantuan peralatan yang relative kecil, dan sebaliknya sehingga diperlukan alat yang cukup.

5. Keadaan prasarana daerah untuk sampai ke lokasi proyek

6. Fasilitas penunjang operasi peralatan.

7. Jadwal penyelesaian proyek terlebih dahulu ditetapkan supaya dapat ditentukan jumlah peralatan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek tepat pada waktunya.

Dalam pemilihan peralatan perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Jenis peralatan dan perlengkapan sesuai dengan tiap jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan.
2. Tipe alat yang diperlukan sesuai dengan keadaan medan dan jenis material.
3. Jumlah dan ukuran alat menurut volume dan rencana pekerjaan pada saat pelaksanaan.

Dalam penentuan jumlah dan ukuran alat perlu juga diperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

1. Produksi alat yang paling menguntungkan sesuai dengan keadaan medan, jenis material dan jarak operasi alat.
2. Jumlah peralatan yang paling minimum dan fleksibel dari kombinasi peralatan
3. Kombinasi peralatan yang terdiri dari alat-alat yang sederhana dalam operasi maupun pemeliharaan.

Dari ketentuan-ketentuan di atas, maka pengaturan pemakaian peralatan dan alokasi pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan perbaikan pada Runway
 - a. Penanganan *rubber deposit*
 - *High Water Pressure*
 - b. Penanganan *Bleeding*
 - *Hammer Jack*
 - *Baby roller*
 - c. Penanganan Retak Kulit Buaya
 - *Hammer Jack*
 - *Baby roller*
 - d. Penanganan penurunan setempat
 - *Hammer Jack*
 - *Baby roller*
 - e. Penanganan pada kotoran-kotoran
 - Mobil Inspeksi
2. Pekerjaan perbaikan pada Taxiway
 - a. Penanganan Retak setempat
 - Alat untuk memasukkan bahan pengisi
3. Pekerjaan perbaikan pada Apron
 - a. Penanganan *scalling*
 - Alat untuk memasukkan bahan pengisi
 - b. Penanganan tambalan dan galian yang tidak sempurna
 - *Hammer Jack*
 - *Stamper*
 - *Baby roller*
 - c. Penanganan penurunan permukaan di jalur roda
 - *Hammer Jack*
 - *Stamper*

- *Baby Roller*

5.1.2. Kapasitas Produksi Peralatan

Untuk mencapai target waktu dan target volume dalam pelaksanaan suatu pekerjaan maka salah satu sarana dan prasarana adalah dengan bantuan peralatan. Peralatan yang digunakan harus mempertimbangkan segi ekonomis, maka perlu diperhatikan ketentuan sebagai berikut:

- a. Harga satuan produksi persatuan waktu lebih murah dibandingkan pekerjaan yang sama yang dikerjakan secara konvensional.
- b. Dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut tidak bisa dikerjakan oleh manusia/hewan.
- c. Tersedia suku cadang.
- d. Terjaminnya pekerjaan tersebut

Selain faktor peralatan, maka yang perlu dipertimbangkan faktor-faktor lain yaitu harga bahan, harga upah kerja, keamanan ditempat kerja dan transportasi material ke tempat kerja. Dengan mempertimbangkan faktor tersebut maka diharapkan dalam menyusun analisa harga satuan pekerjaan mendapatkan suatu rencana anggaran biaya yang mendekati rasional.

Pada kapasitas produksi peralatan ini, pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan menggunakan alat yang tidak besar, seperti *Baby Roller (Pedestrian roller)* dan *Hammer Jack*.

5.1.2.1. *Baby Roller (Pedestrian Roller)*



Gambar 5. 1. Pedestrian Roller
Sumber : Google.com

Data sesuai dengan spesifikasi teknis, contoh

- Berat : 830 kg
- Lebar roda drum, b : 710 mm,
- Kapasitas mesin, Pw : 6,8 HP,
- Kecepatan, V : (0 – 3,5) km/h

Kapasitas Produksi / Jam:

$$Q = \frac{be \times V \times 1000 \times Fa \times 60}{n}$$

KETERANGAN:

be adalah lebar efektif pemadatan = b-b₀ (overlap); m

b adalah lebar efektif pemadatan; (1,680 m); m

b₀ adalah lebar overlap; (0,20 m); m

t adalah tebal pemadatan; m,

v adalah kecepatan rata-rata pemadatan; (diambil 1,5 km/jam); km /h

n adalah jumlah lintasan; (diambil 6 lintasan); lintasan

F_a adalah faktor efisiensi alat; diambil 0,83 (kondisi baik),

1000 adalah perkalian dari km ke m.

5.1.2.2. *Hammer Jack*



Gambar 5. 2. Hammer Jack

Sumber : Google.com

Data sesuai dengan spesifikasi teknis alat, contoh:

- Kapasitas udara, $V = C_p = 180 \text{ CFM} = 5000 \text{ liter/menit}$
- Tenaga penggerak, $P_w = 75 \text{ HP}$.

Alat ini digunakan sebagai sumber tenaga berbentuk udara bertekanan tinggi untuk Jack Hammer (E26), Rock Drill, atau Concrete Breaker untuk penghancuran. Digunakan pula untuk membersihkan area yang akan dikerjakan.

Untuk Jack Hammer (E26), kebutuhan udara/jam:

$$Q = \frac{V \times 60}{Fa} ; m^3$$

KETERANGAN:

V adalah kapasitas konsumsi udara Jack Hammer; asumsi 1,33 m³/menit.

5.1.2.3. High Water Pressure



Gambar 5. 3. High Water Pressure
Sumber : Google.com

Kapasitas produksi udara; liter/menit: $C_p = 5000$ lt/menit

Air Compressor: $Q = (1,00 \times Fa \times 60)/5$, m²

KETERANGAN:

Fa adalah faktor efisiensi alat,

5 adalah asumsi kapasitas produksi pemecahan per 1 m² luas permukaan; 5 menit/m²,

1,00 adalah asumsi luas 1 m²diperlukan pemecahan selama 5 menit,

60 adalah perkalian 1 jam ke menit.

5.1.3. Penjadwalan Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam pembuatan jadwal kegiatan proyek harus diperhatikan kondisi dan aspek-aspek yang berpengaruh pada kegiatan tersebut. Maka selain merencanakan kegiatan apa saja yang akan dilakukan bersama waktunya, dilakukan juga perencanaan hambatan-hambatan dan kendala selama proses konstruksi dan juga kriteria penanganan masalah tersebut sehingga proyek dapat berjalan sesuai harapan.

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam kegiatan pemeliharaan Airside Bandara maka diperlukan perencanaan sebelum dilakukan pekerjaan di lapangan karena mengingat arus lalu lintas Pesawat yang harus tetap dapat berjalan selama proses konstruksi dan untuk menghindari kejadian yang tidak diinginkan serta pertimbangan pekerjaan yang berbeda dan tersebar di sepanjang Airside Bandara. Perencanaan dimuat dalam bentuk asumsi-asumsi dan ketentuan-ketentuan sebagai pertimbangan terhadap situasi yang akan dihadapi dalam proses pekerjaan di lapangan nantinya. Selain itu direncanakan juga proses pekerjaan yang akan dilakukan agar tidak terjadi tumpang tindih pekerjaan dan agar pekerjaan tersebut dapat diselesaikan sesuai jadwal yang direncanakan.

5.1.3.1. Gambaran Proses Pekerjaan

Pekerjaan pemeliharaan dimulai dari kegiatan persiapan, mulai dari pembuatan tempat / gudang untuk material dan alat, hingga direksi keet. Hingga semua item perlengkapan telah siap dan terpenuhi maka kegiatan pemeliharaan akan dapat dikerjakan. Pekerjaan dimulai dari item kerusakan yang membutuhkan penanganan

segera, kemudian menuju ke item kerusakan yang membutuhkan penanganan lanjutan.

A. Pekerjaan perbaikan pada runway

Pekerjaan pemeliharaan pada runway ini dibagi menjadi tiap 500 m dimana dimulai dari ujung Runway 31 (STA 2 + 560) hingga ke ujung Runway 13 (STA 0 + 0). Semua pekerjaan dilakukan pada saat Bandara Off, yakni pada pukul 22.00 WIB – 04.00 WIB. Beberapa item pekerjaan tersebut antara lain :

- *Rubber Deposit*
- *Bleeding*
- Retak kulit buaya
- Penurunan setempat
- Pembersihan kotoran
- Retak Melintang
- Pelapukan dan butiran lepas

B. Pekerjaan perbaikan pada Taxiway

- *Block Cracking*

C. Pekerjaan perbaikan pada Apron

- *Scalling*
- Tambalan dan galian yang tidak sempurna
- Penurunan permukaan pada jalur roda

5.2. Analisa kerusakan

5.2.1. *Rubber Deposit*

Menurut KP 94 Tahun 2015 penyebab terjadinya *Rubber Deposit* adalah gesekan antara roda pesawat dengan permukaan perkerasan yang dikarenakan volume lalu lintas penerbangan yang tinggi. Bekas gesekan ini akan memperlicin

permukaan perkerasan dan mengakibatkan penambahan jarak pengereman dan resiko tergelincirnya pesawat.

Rubber Deposit memiliki efek *Hydroplaning* berupa efek yang sama dengan genangan air dan memungkinkan roda pesawat untuk mengapung di atasnya dan mengakibatkan rem pesawat tidak bisa bekerja secara efektif. Sementara itu, Kekesatan (skid resistance) pada perkerasan lentur adalah penurunan kemampuan dari permukaan perkerasan untuk memberikan kekesatan yang baik (good friction) pada semua kondisi cuaca terutama saat cuaca hujan (basah), dengan bentuk meliputi:

- Permukaan yang licin karena material tergerus oleh lalu lintas pesawat (polished aggregate);
- Permukaan yang licin karena karet ban pesawat (contaminants);
- Permukaan licin karena kebanyakan penggunaan aspal (bleeding);
- Permukaan aspal yang melunak akibat tumpahan minyak (fuel spillage).

Untuk itu, mengacu pada FAA AC No 150/5320-12C Measurement, Construction, and Maintenance of Skid-Resistant Airport Pavement Surfaces, maka Kementerian Perhubungan merekomendasikan jadwal pembersihan endapan karet (rubber removal) tersebut sebagaimana tersaji dalam tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 1. Jadwal Pembersihan Rubber Deposit

Frekuensi Pendaratan Per Hari	Pembersihan Rutin
≤ 15	Setiap 2 Tahun

16 – 30	Setiap 1 Tahun
31 – 90	6 Bulan Sekali
91 – 150	4 Bulan Sekali
151 – 210	3 Bulan Sekali
≥ 210	2 Bulan Sekali

Sumber : KP 94 Tahun 2015

Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa frekuensi pendaratan per hari di Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang adalah ± 120 pendaratan, maka jadwal pembersihan rubber depositnya setiap 4 Bulan sekali. Sedang untuk metode pembersihannya, dapat digunakan metode-metode sebagai berikut :

- a. Menggunakan air bertekanan tinggi
 Dengan menggunakan alat bernama *High Water Pressure* yang memiliki prinsip untuk memecah endapan karet yang menempel di permukaan perkerasan.
- b. Menggunakan bahan kimia
 Digunakan bahan kimia yang bersifat alkaline dengan menggunakan alat pembersih yang berputar dan disikatkan ke permukaan perkerasan untuk kemudian dicuci bersih dengan air.
- c. Menghapus dengan partikel kecepatan tinggi
 Digunakan material abrasif yang keras dan tajam dengan kecepatan tinggi untuk mengikis bagian yang lunak di permukaan perkerasan.
- d. Pembersihan secara mekanis

Digunakan dengan menggunakan alat berupa gilingan kasar yang dapat menghilangkan endapan karet di permukaan perkerasan.

5.2.2. *Bleeding*

Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak, dan akan terjadi jejak roda, dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pengerjaan prime coat / tack coat.

Metode Pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Baby Roller

Tabel 5. 2. Pekerjaan Perbaikan Bleeding

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Galian				
Total luas penggalian	A		0,24	m ²
Penggalian dg kedalaman 75 mm (0,075 m)	B	= 0,075 x (A)	0,018	m ³
Pelapisan prime coat	C			
Kuantitas total kerusakan	D		0,24	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	E	= 0,5 * (D)	0,12	Liter
-faktor kehilangan 10%	F	=(E) * 1,1	0,1320	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	G	= 0,77 x (F)	0,1016	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	H	= 0,27 x (F)	0,0356	Liter
Penambalan (Hotmix)				
Total luas penambalan	I		0,24	m ²
-campuran aspal ketebalan 75 mm (0,075 m)	J	= 0,075 x(I)	0,018	m ³
-faktor kehilangan 10%, faktor swell 20%	K	= 1,1 x 1,2 x(J)	0,02376	m ³
berat jenis campuran	L		1,8	ton/m ³
-berat material campuran	M	= (K) x (L)	0,04277	ton
-kebutuhan aspal 6%	N	= 0,06 x(M)	0,00257	ton
-kebutuhan agregat 94%	O	= 0,94 x (M)	0,0402	ton
Kebutuhan agregat	P			
-agregat kasar (CA) 50%	Q	= 0,5 x (O)	0,0201	ton
-agregat halus (FA) 38%	R	= 0,38 x (O)	0,01528	ton
-bahan pengisi (FF) 6%	S	= 0,06 x (O)	0,00241	ton

b. Pelaksanaan pekerjaan

Perbaikan dilakukan dengan pemotongan secara lokal (patching), atau dapat juga dengan cara penggelaran kerikil aspal panas sesuai spesifikasi teknis dan diratakan menggunakan Baby Roller.

5.2.3. Retak Kulit Buaya

Lebar celah retak > 3 mm dan saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya atau kawat untuk kandang ayam. Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah terjadi retak kulit buaya luas, hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang tidak dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut.

Faktor penyebabnya yaitu Repetisi beban lalu lintas yang melampaui kapasitas konstruksi, Bahan perkerasan/ kualitas material kurang baik, Pelapukan permukaan, Air tanah pada konstruksi perkerasan, Tanah dasar/ lapisan dibawah permukaan kurang stabil. Dimana dikhawatirkan akan berlanjut menjadi kerusakan setempat/ menyeluruh pada perkerasan, dan berkembang menjadi lubang akibat dari pelepasan butir-butir.

Metode Pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Jack Hammer

Tabel 5. 3. Pekerjaan Perbaikan Retak Kulit Buaya

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Pengisian tack coat	A			
Kuantitas total kerusakan	B		2048	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	C	= 0,5 * (B)	1024	Liter
-faktor kehilangan 10%	D	=(C) * 1,1	1126,4	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	E	= 0,77 x (D)	867,328	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	F	= 0,27 x (D)	304,128	Liter
Kebutuhan material pasir kasar	G			
- tebal taburan pasir kasar adalah 0,01 m	H	= 0,01 x (A)	20,480	m ³
- faktor kehilangan 10%	I	= 1,1 x (H)	22,528	m ³

b. Pelaksanaan pekerjaan

Berhubung kerusakan ini termasuk kondisi sedang, sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya akibat rembesan air ke lapis pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dipotong dengan Jack Hammer dan dibuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan material yang sesuai dengan spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan.

5.2.4. Penurunan Setempat

Terjadi setempat / tertentu dengan atau tanpa retak, terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Kemungkinan penyebab Amblas disebabkan oleh beban yang melebihi kapasitas yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami Pedoman Pemeliharaan Konstruksi Perkerasan Bandar Udara penurunan/settlement.

Metode pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Jack Hammer
- Baby Roller
- Sprayer Aspal manual
- Aspal panas
- Kerikil Aspal

b. Rekap Material

Tabel 5. 4. Pekerjaan perbaikan penurunan setempat

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Galian				
Total luas penggalian	A		270	m ²
Penggalian dg kedalaman 75 mm (0,075 m)	B	= 0,075 x (A)	20,25	m ³
Pelapisan prime coat				
Kuantitas total kerusakan	D		270	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	E	= 0,5 * (D)	135	Liter
-faktor kehilangan 10%	F	=(E) * 1,1	148,5000	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	G	= 0,77 x (F)	114,3450	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	H	= 0,27 x (F)	40,0950	Liter
Penambalan (Hotmix)				
Total luas penambalan	I		270	m ²
-campuran aspal ketebalan 75 mm (0,075 m)	J	= 0,075 x(I)	20,25	m ³
-faktor kehilangan 10%, faktor swell 20%	K	= 1,1 x 1,2 x(J)	26,73	m ³
berat jenis campuran	L		1,8	ton/m ³
-berat material campuran	M	= (K) x (L)	48,114	ton
-kebutuhan aspal 6%	N	= 0,06 x(M)	2,88684	ton
-kebutuhan agregat 94%	O	= 0,94 x (M)	45,2272	ton
Kebutuhan agregat	P			
-agregat kasar (CA) 50%	Q	= 0,5 x (O)	22,6136	ton
-agregat halus (FA) 38%	R	= 0,38 x (O)	17,1863	ton
-bahan pengisi (FF) 6%	S	= 0,06 x (O)	2,71363	ton

Sumber : Dokumen Peneliti

c. Pelaksanaan pekerjaan

Penurunan yang disebabkan oleh pelaksanaan kurang baik, perbaikan dilakukan dengan pemotongan secara lokal (patching) menggunakan Jack Hammer dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) menggunakan Sprayer Aspal manual sesuai spesifikasi teknis, kemudian digelar kerikil aspal panas, kemudian diratakan menggunakan baby roller.

5.2.5. Kotoran

Kotoran yang dimaksud disini adalah berbagai macam benda yang seharusnya tidak ada dalam ruang *AirSide* Bandara, seperti kerikil di atas permukaan perkerasan, genangan air di atas permukaan, bahkan makhluk hidup kecil yang berada di permukaan perkerasan, dan lain sebagainya. Dalam kasus ini, saat dilakukan inspeksi rutin untuk *AirSide* oleh AMC, ditemukan bangkai burung yang dimungkinkan tertabrak pesawat saat lepas landas ataupun mendarat.

Oleh karenanya dalam penanganan kasus ini, dilakukan inspeksi rutin 3 kali dalam sehari dengan cara penyisiran secara manual oleh petugas Bandara di sekitar Airside, yaitu Apron, Taxiway, dan Runway.

5.2.6. *Scaling*

Scaling merupakan pengelupasan permukaan beton semen portland secara berangsur-angsur akibat hilangnya mortar yang diikuti dengan hilangnya agregat, atau hilangnya agregat oleh akibat gangguan, yang diikuti dengan hilangnya mortar. Dalam kerusakan yang sudah parah, pengelupasan permukaan beton bisa berlanjut sampai kedalaman yang dalam. *Scaling* mudah sekali dikenali, dan merupakan kerusakan yang umum terjadi pada beton. Ditinjau dari kekuatan struktur, kerusakan semacam ini tidak berakibat serius.

Faktor penyebab kerusakan ini antara lain, pencampuran adukan beton buruk, Agregat kotor

yang menyebabkan lumpur/lanau dan lempung mengalir ke permukaan saat proses penyelesaian, Nilai slump campuran semen beton tidak sesuai Job Mix Formula (JMF), dan Perawatan/pengeringan beton kurang baik.

Metode Pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Semen
- Pasir Beton

b. Pelaksanaan pekerjaan

Dalam kasus ini, retak blok yang dialami oleh Taxiway ini masih merupakan kerusakan ringan dimana lebar celah $< 3\text{mm}$. Maka perbaikan sementara dilakukan dengan mengisi celah dengan pasta semen.

5.2.7. Retak Blok

Retak blok ini berbentuk blok-blok besar yang saling bersambungan, dengan ukuran sisi blok 0,20 sampai 3 meter, dan dapat membentuk sudut atau pojok yang tajam. Kerusakan ini bukan karena beban lalu-lintas. Kesulitan sering terjadi untuk membedakan apakah retak blok disebabkan oleh perubahan volume di dalam campuran aspal atau di dalam lapis pondasi (base) atau tanah-dasar.

Penyebabnya perubahan volume campuran aspal yang mempunyai kadar agregat halus tinggi dari aspal penetrasi rendah dan agregat yang mudah menyerap (absorbtive aggregate). Pengaruh siklus temperatur harian dan pengerasan aspal. Retak

akibat kelelahan (fatigue) pada lapis permukaan / lapis aspal. Dimana sangat beresiko mengganggu kenyamanan dan keselamatan operasi penerbangan, retak meluas ke seluruh area perkerasan.

Sebelum menentukan langkah perbaikan, sebaiknya kenali terlebih dahulu jenis kerusakan dengan mengumpulkan data antara lain mengenai :

- 1) Lebar retak yang dominan.
- 2) Lebar sel yang dominan.
- 3) Luas daerah kerusakan.

Metode Pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Aspal
- Pasir

Tabel 5. 5. Pekerjaan Perbaikan Retak Blok

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Pengisian tack coat	A			
Kuantitas total kerusakan	B		90	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	C	= 0,5 * (B)	45	Liter
-faktor kehilangan 10%	D	= (C) * 1,1	49,5	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	E	= 0,77 x (D)	38,115	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	F	= 0,27 x (D)	13,365	Liter
Kebutuhan material pasir kasar	G			
- tebal taburan pasir kasar adalah 0,01 m	H	= 0,01 x (A)	0,900	m ³
- faktor kehilangan 10%	I	= 1,1 x (H)	0,990	m ³

Sumber : Dokumen Peneliti

b. Pelaksanaan pekerjaan

Pada kasus ini, kondisi kerusakan masih dalam kategori ringan (kurang dari 3 mm), perbaikan dapat dilakukan dengan menutup retakan dengan bahan pengisi (Latasir), retakan dibersihkan dan ditutup untuk mencegah infiltrasi air ke dalam perkerasan.

5.2.8. Retak Melintang

Jenis kerusakan ini adalah retak individual atau tidak saling berhubungan satu sama lain yang melintang di sepanjang perkerasan. Retak ini bisa nampak sebagai individu maupun sekelompok retakan yang sejajar. Faktor penyebabnya antara lain, beda penurunan pada tanah dasar, Kembang susut lateral pada lapis permukaan akibat perbedaan temperatur, sambungan memanjang terlalu dekat dengan jalur lintasan, Sambungan memanjang dan/atau melintang terlalu dangkal.

Metode Pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Jack Hammer
- Baby Roller
- Sprayer Aspal manual
- Aspal panas
- Kerikil Aspal

b. Rekap Material

Tabel 5. 6. Pekerjaan Perbaikan Retak Melintang

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Galian				
Total luas penggalian	A		0,16	m ²
Penggalian dg kedalaman 75 mm (0,075 m)	B	= 0,075 x (A)	0,012	m ³
Pelapisan prime coat				
Kuantitas total kerusakan	D		0,16	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	E	= 0,5 * (D)	0,08	Liter
-faktor kehilangan 10%	F	=(E) * 1,1	0,0880	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	G	= 0,77 x (F)	0,0678	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	H	= 0,27 x (F)	0,0238	Liter
Penambalan (Hotmix)				
Total luas penambalan	I		0,16	m ²
-campuran aspal ketebalan 75 mm (0,075 m)	J	= 0,075 x(I)	0,012	m ³
-faktor kehilangan 10%, faktor swell 20%	K	= 1,1 x 1,2 x(J)	0,01584	m ³
berat jenis campuran	L		1,8	ton/m ³
-berat material campuran	M	= (K) x (L)	0,02851	ton
-kebutuhan aspal 6%	N	= 0,06 x(M)	0,00171	ton
-kebutuhan agregat 94%	O	= 0,94 x (M)	0,0268	ton
Kebutuhan agregat	P			
-agregat kasar (CA) 50%	Q	= 0,5 x (O)	0,0134	ton
-agregat halus (FA) 38%	R	= 0,38 x (O)	0,01018	ton
-bahan pengisi (FF) 6%	S	= 0,06 x (O)	0,00161	ton

Sumber : Dokumen Peneliti

c. Pelaksanaan pekerjaan

Retak melintang ini termasuk dalam kategori rusak sedang ($3\text{mm} < \text{lebar celah} < 2\text{cm}$), maka dilakukan pemotongan secara lokal (patching) menggunakan Jack Hammer dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis kemudian digelar kerikil aspal panas dan diratakan dengan menggunakan Baby Roller.

5.2.9. Pelapukan dan Butiran Lepas (*Weathering and Ravelling*)

Kerusakan ini dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan. Kerusakan konstruksi perkerasan berbentuk lubang (potholes) memiliki ukuran yang bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air sampai ke dalam lapis permukaan yang dapat menyebabkan semakin parahnya kerusakan konstruksi perkerasan.

Sebab kerusakan :

1. Campuran lapis permukaan yang buruk.
2. Lapis permukaan tipis sehingga lapisan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
3. Sistem drainase jelek sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
4. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.

Metode Pelaksanaan :

- a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Jack Hammer
- Baby Roller
- Sprayer Aspal manual
- Aspal panas
- Kerikil Aspal

b. Rekap Material

Tabel 5. 7. Pekerjaan Perbaikan Pelapukan dan Butiran Lepas

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Galian				
Total luas penggalian	A		0,09	m ²
Penggalian dg kedalaman 75 mm (0,075 m)	B	= 0,075 x (A)	0,00675	m ³
Pelapisan prime coat				
Kuantitas total kerusakan	D		0,09	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	E	= 0,5 * (D)	0,045	Liter
-faktor kehilangan 10%	F	=(E) * 1,1	0,0495	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	G	= 0,77 x (F)	0,0381	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	H	= 0,27 x (F)	0,0134	Liter
Penambalan (Hotmix)				
Total luas penambalan	I		0,09	m ²
-campuran aspal ketebalan 75 mm (0,075 m)	J	= 0,075 x(I)	0,00675	m ³
-faktor kehilangan 10% , faktor swell 20%	K	= 1,1 x 1,2 x(J)	0,00891	m ³
berat jenis campuran	L		1,8	ton/m ³
-berat material campuran	M	= (K) x (L)	0,01604	ton
-kebutuhan aspal 6%	N	= 0,06 x(M)	0,00096	ton
-kebutuhan agregat 94%	O	= 0,94 x (M)	0,01508	ton
Kebutuhan agregat				
-agregat kasar (CA) 50%	Q	= 0,5 x (O)	0,00754	ton
-agregat halus (FA) 38%	R	= 0,38 x (O)	0,00573	ton
-bahan pengisi (FF) 6%	S	= 0,06 x (O)	0,0009	ton

Sumber : Dokumen Peneliti

c. Pelaksanaan pekerjaan

Jenis kerusakan ini merupakan kerusakan dengan tingkat sedang sampai berat pada area tidak luas, maka dilakukan pemotongan secara lokal/patching secara tegak lurus sesuai tebal lapis permukaan menggunakan Jack Hammer dan diisi dengan campuran aspal panas/ hotmix asphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis, kemudian digelar kerikil aspal panas dan diratakan dengan Baby Roller.

5.2.10. Tambalan dan Galian Utilitas (*Patching and Utility Cuts*)

Tambalan adalah area perkerasan asli yang telah dibongkar dan diganti dengan material pengisi. Penambalan sering dilakukan dalam area perkerasan guna perbaikan konstruksi perkerasan maupun fasilitas di bawah perkerasan. Oleh kurangnya pemadatan, maka di area tambalan ini terjadi penurunan yang pada akhirnya merusakkan tambalan. Faktor penyebabnya adalah pemadatan tambalan kurang dan metode penambalan tidak tepat.

Metode pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Jack Hammer
- Baby Roller
- Sprayer Aspal manual
- Aspal panas
- Kerikil Aspal

b. Rekap Material

Tabel 5. 8. Pekerjaan Perbaikan Tambalan dan Galian Utilitas

Ke butuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Galian				
Total luas penggalian	A		2,8	m ²
Penggalian dg kedalaman 75 mm (0,075 m)	B	= 0,075 x (A)	0,21	m ³
Pelapisan prime coat				
Kuantitas total kerusakan	D		2,8	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	E	= 0,5 * (D)	1,4	Liter
-faktor kehilangan 10%	F	=(E) * 1,1	1,5400	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	G	= 0,77 x (F)	1,1858	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	H	= 0,27 x (F)	0,4158	Liter
Penambalan (Hotmix)				
Total luas penambalan	I		2,8	m ²
-campuran aspal ketebalan 75 mm (0,075 m)	J	= 0,075 x(I)	0,21	m ³
-faktor kehilangan 10% , faktor swell 20%	K	= 1,1 x 1,2 x(J)	0,2772	m ³
berat jenis campuran	L		1,8	ton/m ³
-berat material campuran	M	= (K) x (L)	0,49896	ton
-kebutuhan aspal 6%	N	= 0,06 x(M)	0,02994	ton
-kebutuhan agregat 94%	O	= 0,94 x (M)	0,46902	ton
Kebutuhan agregat	P			
-agregat kasar (CA) 50%	Q	= 0,5 x (O)	0,23451	ton
-agregat halus (FA) 38%	R	= 0,38 x (O)	0,17823	ton
-bahan pengisi (FF) 6%	S	= 0,06 x (O)	0,02814	ton

Sumber : Dokumen Peneliti

c. Pelaksanaan pekerjaan

Dilakukan perbaikan dengan membongkar permukaan aspal menggunakan Jack Hammer dan lapis pondasi bawah dipadatkan lagi menggunakan Baby Roller, lalu diisi dengan campuran aspal panas/ hotmixasphalt (AC/ATB) sesuai spesifikasi teknis, kemudian digelar kerikil aspal panas dan diratakan dengan Baby Roller.

5.2.11. Lendutan di Jalur Roda (*Rutting*)

Terjadi pada lintasan roda sejajar dengan arah pergerakan pesawat, dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan perkerasan, mengurangi tingkat

kenyamanan dan akhirnya timbul retak-retak. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, stabilitas rendah, dengan demikian terjadi penambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda, campuran aspal stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis

Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan yang sesuai. Lendut secara signifikan menandakan kegagalan struktur utama dari perkerasan.

Kriteria Lendut dalam skala ringan, sedang dan berat adalah antara lain :

Ringan < 8 mm, tanpa retakan;

Sedang 8 - 25 mm, dengan atau tanpa retakan

Berat > 25 mm, dengan atau tanpa retakan

Metode Pelaksanaan :

a. Pekerjaan persiapan

Sebelum pekerjaan dimulai, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan material yang dibutuhkan.

- Jack Hammer
- Baby Roller
- Sprayer Aspal manual
- Aspal panas
- Kerikil Aspal

b. Rekap material

Tabel 5. 9. Pekerjaan Perbaikan Lentutan di Jalur Roda

Kebutuhan material	Kode	Sumber	Volume	Satuan
Galian				
Total luas penggalian	A		196	m ²
Penggalian dg kedalaman 75 mm (0,075 m)	B	= 0,075 x (A)	14,7	m ³
Pelapisan prime coat				
Kuantitas total kerusakan	D		196,0	m ²
- 0,5 L/m ² aspal tack coat	E	= 0,5 * (D)	98	Liter
-faktor kehilangan 10%	F	=(E) * 1,1	107,8000	Liter
-kebutuhan aspal (kadar aspal 77%)	G	= 0,77 x (F)	83,0060	Liter
-kebutuhan minyak (kadar minyak 23%)	H	= 0,27 x (F)	29,1060	Liter
Penambalan (Hotmix)				
Total luas penambalan	I		196	m ²
-campuran aspal ketebalan 75 mm (0,075 m)	J	= 0,075 x(I)	14,7	m ³
-faktor kehilangan 10%, faktor swell 20%	K	= 1,1 x 1,2 x(J)	19,404	m ³
berat jenis campuran	L		1,8	ton/m ³
-berat material campuran	M	= (K) x (L)	34,9272	ton
-kebutuhan aspal 6%	N	= 0,06 x(M)	2,09563	ton
-kebutuhan agregat 94%	O	= 0,94 x (M)	32,8316	ton
Kebutuhan agregat	P			
-agregat kasar (CA) 50%	Q	= 0,5 x (O)	16,4158	ton
-agregat halus (FA) 38%	R	= 0,38 x (O)	12,476	ton
-bahan pengisi (FF) 6%	S	= 0,06 x (O)	1,96989	ton

Sumber : Dokumen Peneliti

c. Pelaksanaan pekerjaan

Pada kasus di lapangan, dapat dikategorikan sebagai kerusakan dengan tingkat sedang dan harus dilakukan pemotongan secara lokal (patching) menggunakan Jack Hammer dan diisi dengan campuran aspal panas / hotmix asphalt (AC/ATB) kemudian diratakan dengan menggunakan Baby Roller sesuai spesifikasi teknis.

5.3. Perhitungan Durasi Pekerjaan

Tabel 5. 10. Kapasitas Pekerjaan Galian

Jenis pekerjaan : Galian
 Satuan pembayaran : m³

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Koef	Satuan	Ket
1	2	3	4	5	6
I. ASUMSI					
1	Menggunakan alat berat (cara mekanik)				
2	Lokasi pekerjaan : perkerasan jalan				
3	Jam kerja efektif per hari	Tk	6	jam	
4	Kedalaman maksimal galian	D	0,075	m	
II. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA					
1 Bahan					
	Tidak ada yang diperlukan				
2 Alat					
Jack hammer					
	Kapasitas produksi	Q2	5	m ³ /jam	
	jumlah alat = keterangan	Q3	10	m ³ /jam	2
	Koefisien alat/m ³	E02	0,2		
3 Tenaga					
	Produksi yang menentukan :	Q2	5	m ³ /jam	
	Produksi/hari = Tk x Q	Qt	30	m ³	
	Kebutuhan tenaga :				
	-Mandor	M	1	orang	
	-Operator	O	2	orang	
	-Pekerja	P	4	orang	
	Koef tenaga/m ³				
	-Mandor = Tk x M / Qt		0,2		
	-Operator = Tk x O / Qt		0,4		
	-Pekerja = Tk x P / Qt		0,8		

Sumber : Dokumen Peneliti

Tabel 5. 11. Kapasitas Pekerjaan Pelapisan Prime Coat

Jenis pekerjaan : Lapisan AC-Base
 Satuan pembayaran : liter

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Koef	Satuan	Ket
1	2	3	4	5	6
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat dan tenaga manusia				
2	Lokasi pekerjaan : perkerasan jalan				
3	Jam kerja efektif per hari	Tk	6	jam	
4	Komposisi material				
	-Aspal AC-Base	As			
5	Faktor kehilangan material	Fh	1,1		
6	Berat jenis material				
	-Aspal	D1	1,03	kg/liter	
II.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA				
1	Bahan				
	1 liter aspal = 1 liter x Fh	Pe	1,1	liter	
	Aspal = As x TC x D1		1,133	kg	
2	Alat				
	Asphalt sprayer				
	-kapasitas alat	V	800	Liter	
	-faktor efisiensi alat	Fa	0,78	-	
	-waktu siklus (termasuk proses pemanasan)	Ts	2	jam	
	-kapasitas pompa aspal	pa	0,55	Liter/menit	
	-pemakaian aspal	lt	1,5	Liter/m ²	
	-kapasitas produksi	Q1	25,7	Liter/jam	
	-keterangan = jumlah alat	Q1	102,96	Liter/jam	4
	koef alat/liter	E01	0,03885		
3	Tenaga				
	Produksi yang menentukan :	Qt	25,7	Liter/jam	
	Produksi/hari = Tk x Q	Qt	154,44	Liter/hari	
	Kebutuhan tenaga :				
	-Mandor	M	1	orang	
	-Operator	O	2	orang	
	-Pekerja	P	4	orang	
	Koef tenaga/m ³				
	-Mandor = Tk x M / Qt		0,04		
	-Operator = Tk x O / Qt		0,08		
	-Pekerja = Tk x P / Qt		0,16		

Sumber : Dokumen Peneliti

Tabel 5. 12. Kapasitas Pekerjaan Penambalan (Hotmix)

Jenis pekerjaan : Penambalan
 Satuan pembayaran : m³

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Koef	Satuan	Ket
1	2	3	4	5	6
I.	ASUMSI				
1	Menggunakan alat berat dan tenaga manusia				
2	Lokasi pekerjaan : perkerasan jalan				
3	Jam kerja efektif per hari	Tk	6	jam	
6	Komposisi material				
	-aspal	As	6	%	
	-agregat kasar (CA) 50%	CA	50	%	
	-agregat halus (FA) 38%	FA	38	%	
	-bahan pengisi (FF) 6%	FF	6	%	
7	Faktor kehilangan material	Fh	1,1		
8	Berat jenis material				
	-aspal	D1	1,03	kg/liter	
	-agregat kasar (CA) 50%	D2	1,8	kg/liter	
	-agregat halus (FA) 38%	D3	1,8		
	-bahan pengisi (FF) 6%	D4	2		
II.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA				
1	Bahan				
	1 liter aspal = 1 liter x Fh	Pe	1,1	liter	
	-aspal		0,068	kg	
	-agregat kasar (CA) 50%		0,990	kg	
	-agregat halus (FA) 38%		0,752	kg	
	-bahan pengisi (FF) 6%		0,132	kg	
2	Alat				
	Baby roller				
	-kecepatan rata-rata alat	V	1,5	km/jam	
	-lebar efektif pemadatan alat	b	0,8	m	
	-jumlah lintasan	n	6	lintasan	
	-faktor efisiensi alat	Fa	0,75	-	
	-tebal pasir kasar	t	0,01	m	
	-kapasitas = [(V x 1000) x b x t x Fa]/N	Q1	1,5	m ³ /jam	
	keterangan = jumlah alat	Q1	6	m ³ /jam	4
	koef alat/m ³	E01	0,6666667		
3	Tenaga				
	Produksi yang menentukan :	Qt	1,5	m ³ /jam	
	Produksi/hari = Tk x Q	Qt	9	m ³ /hari	
	Kebutuhan tenaga :				
	-Mandor	M	1	orang	
	-Operator	O	2	orang	
	-Pekerja	P	4	orang	
	Koef tenaga/m ³				
	-Mandor = Tk x M / Qt		0,67		
	-Operator = Tk x O / Qt		1,33		
	-Pekerja = Tk x P / Qt		2,67		

Sumber : Dokumen Peneliti

Tabel 5. 13. Kapasitas Pekerjaan Pengisian Tack Coat

Jenis pekerjaan : Lapisan tack coat
 Satuan pembayaran : liter

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Koef	Satuan	Ket
1	2	3	4	5	6
I. ASUMSI					
1	Menggunakan alat berat dan tenaga manusia				
2	Lokasi pekerjaan : perkerasan jalan				
3	Jam kerja efektif per hari	Tk	6	jam	
6	Komposisi material				
	-Aspal	As	77	%	
	-Minyak kerosene	K	23	%	
7	Faktor kehilangan material	Fh	1,1		
8	Berat jenis material				
	-Aspal	D1	1,03	kg/liter	
	-Minyak kerosene	D2	0,8	kg/liter	
II. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA					
1 Bahan					
	1 liter aspal = 1 liter x Fh	Pe	1,1	liter	
	Aspal = As x TC x D1		0,87241	kg	
	Kerosene = K x TC		0,253	liter	
2 Alat					
Air compressor					
	-kapasitas alat	V	400	m ² /jam	
	-aplikasi lapis resap pengikat rata-rata	Ap	0,8	Liter/m ²	
	-kapasitas produksi/jam = V x Ap	Q2	320	Liter/jam	
	koef alat/liter = 1/Q2	E02	0,0031		
3 Tenaga					
	Produksi yang menentukan :	Qt	320	Liter/jam	
	Produksi/hari = Tk x Q	Qt	1920	Liter/hari	
	Kebutuhan tenaga :				
	-Mandor	M	1	orang	
	-Operator	O	2	orang	
	-Pekerja	P	4	orang	
	Koef tenaga/m ³				
	-Mandor = Tk x M / Qt		0,00313		
	-Operator = Tk x O / Qt		0,00625		
	-Pekerja = Tk x P / Qt		0,01250		

Sumber : Dokumen Peneliti

Tabel 5. 14. Kapasitas Pekerjaan Taburan Pasir Kasar

Jenis pekerjaan : Taburan pasir kasar

Satuan pembayaran : m³

No.	Uraian Pekerjaan	Kode	Koef	Satuan	Ket
1	2	3	4	5	6
I. ASUMSI					
1	Menggunakan alat berat dan tenaga manusia				
2	Lokasi pekerjaan : perkerasan jalan				
3	Jam kerja efektif per hari	Tk	6	jam	
6	Komposisi material	Ps	100	%	
7	Faktor kehilangan material	Fh	1,1		
8	Berat jenis material	D	1,8	ton/m ³	
II. PEMAKAIAN BAHAN, ALAT, DAN TENAGA					
1 Bahan					
	Pasir kasar = Ps x Fh x D		1,98	liter	
2 Alat					
Baby roller					
	-kecepatan rata-rata alat	V	1,5	km/jam	
	-lebar efektif pemadatan alat	b	0,8	m	
	-jumlah lintasan	n	6	lintasan	
	-faktor efisiensi alat	Fa	0,75	-	
	-tebal pasir kasar	t	0,015	m	
	-kapasitas = [(V x 1000) x b x t x Fa]/N	Q1	2,3	m ³ /jam	
	jumlah alat = keterangan	Q3	9	m ³ /jam	4
	koef alat/m ³ = 1/Q03	E03	0,44		
3 Tenaga					
	Produksi yang menentukan :	Qt	2,3	m ³ /jam	
	Produksi/hari = Tk x Q	Qt	13,5	m ³ /jam	
	Kebutuhan tenaga :				
	-Mandor	M	1	orang	
	-Operator	O	2	orang	
	-Pekerja	P	4	orang	
	Koef tenaga/m ³				
	-Mandor = Tk x M / Qt		0,44		
	-Operator = Tk x O / Qt		0,89		
	-Pekerja = Tk x P / Qt		1,78		

Sumber : Dokumen Peneliti

5.4. Network Planning

Penyusunan network planning dilakukan untuk merencanakan urutan dan durasi pekerjaan yang akan dilaksanakan yang akan digunakan untuk dasar pembuatan Time Schedule. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pembuatan Network Planning adalah sebagai berikut :

- Lama waktu yang diperlukan dalam penyelesaian per item pekerjaan.
- Pekerjaan dilakukan sesuai sketsa urutan pengerjaan.

Tabel 5. 15. Predecessor Kegiatan

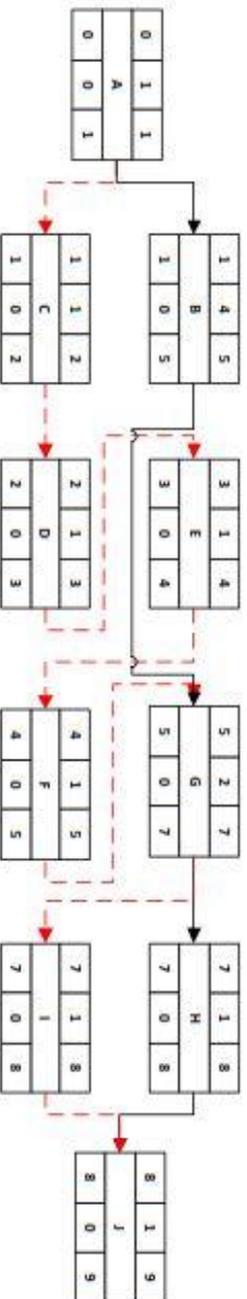
Kode Pekerjaan	Uraian Pekerjaan Perbaikan	Durasi (hari)	Predecessor
A	Pekerjaan Persiapan	1	-
B	Penurunan Setempat	4	A
C	Rubber Deposit	1	A
D	Pelapukan dan Butiran Lepas	1	C
E	Scalling	1	D
F	Retak kulit Buaya	1	E
G	Lendutan di Jalur Roda	2	B,F
H	Bleeding	1	G
I	Retak melintang	1	G
J	Tambalan dan Galian Utilitas	1	H,I

Sumber : Dokumen Peneliti

Precedence Diagram Method (PDM)

Pekerjaan Perbaikan Bandara Internasional

Ahmad Yani Semarang



Note:

-----> Critical Line

-----> Non Critical Line

D - Duration (in day)

ES - Earliest Start

EF - Earliest Finish

LS - Latest Start

LF - Latest Finish

S - Slack

BAB VI

ANALISA BIAYA

Analisa biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil perencanaan di lapangan. Perkiraan biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing-masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan. Harga satuan pekerjaan diperoleh dari proses perhitungan masukan-masukan antara lain berupa harga satuan dasar untuk alat, bahan, upah, tenaga kerja serta biaya umum dan laba.

Berdasarkan masukan tersebut dilaksanakan perhitungan untuk menentukan koefisien bahan, upah, tenaga dan peralatan terlebih dahulu menentukan asumsi-asumsi, faktor serta prosedur kerjanya. Jumlah dari hasil keseluruhan perkalian koefisien tersebut dengan harga satuan dasar ditambah dengan biaya umum dan laba menghasilkan harga satuan pekerjaan.

6.1. Daftar Harga Upah, Bahan, dan Alat

Dalam suatu perencanaan Anggaran Biaya, dilakukan pendataan mengenai biaya upah tenaga kerja, biaya material, dan biaya sewa peralatan. Berikut bentuk daftar harga dari peraturan Menteri Perhubungan :

Tabel 6. 1. Daftar Harga Upah, Bahan, dan Alat

No.	Uraian	Satuan	Harga Satuan (Rp)
A	Tenaga Kerja		
	1 Mandor	oh	85.000
	2 Operator	oh	175.000
	3 Pekerja	oh	60.000
B	Material		
	1 Aspal	kg	12.900
	2 Aspal Prime Coat	liter	18.000
	3 Aspal Tack Coat	liter	14.000
	4 Agregat Kasar	ton	250.000
	5 Agregat Halus	ton	232.000
	6 Pasir Beton	kg	81.250
	7 Semen	zak	70.000
C	Peralatan		
	1 Jack Hammer	jam	39.645
	2 Baby Roller	jam	102.984
	3 Asphalt sprayer	jam	77.016
	4 Air Compression	jam	202.036

Sumber : HSPK Semarang Jawa Tengah 2016

Setelah mendapatkan data harga masing-masing upah kerja, harga material, dan sewa alat, kemudian dilakukan penghitungan analisa biaya satuan dimana harga yang diperoleh tadi dikalikan dengan kebutuhan masing-masing.

6.2. Analisa Biaya Satuan Pekerjaan

Tabel 6. 2. AHS Pekerjaan Patching

1. Pekerjaan Patching

No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga			Jumlah Harga (Rp.)
				Upah (Rp.)	Material (Rp.)	Alat (Rp.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Galian						
	Upah						
	- Mandor	0,2 jam	85.000	17.000			
	- Operator	0,4 jam	175.000	70.000			
	- Pekerja	0,8 jam	60.000	48.000			
	Bahan						
	-						
	Peralatan						
	- Sewa 2 Jack Hammer	0,2 jam	39.645			15.858	
	JUMLAH			135.000	0	15.858	150.858
	Overhead & profit (15% x Jumlah)						22.629
	Harga Satuan Pekerjaan						173.487
2	Pelapisan prime coat						
	Upah						
	- Mandor	0,04 jam	85.000	3.302			
	- Operator	0,08 jam	175.000	13.598			
	- Pekerja	0,16 jam	60.000	9.324			
	Bahan						
	- Aspal	1,133 liter	18.000		20.394		
	Peralatan						
	- Sewa 4 Asphalt sprayer	0,039 jam	77.016			11.968	
	JUMLAH			26.224	20.394	11.968	58.586
	Overhead & profit (15% x Jumlah)						8.788
	Harga Satuan Pekerjaan						67.374
3	Penambalan						
	Upah						
	- Mandor	0,67 jam	85.000	56.667			
	- Operator	1,33 jam	175.000	233.333			
	- Pekerja	2,67 jam	60.000	160.000			
	Bahan						
	- Aspal	0,068 ton	12.900		877		
	- Agregat Kasar	0,99 ton	250.000		247.500		
	- Agregat Halus	0,752 ton	232.000		174.557		
	- Filer	0,132 ton	1.800		238		
	Peralatan						
	- Sewa 4 Baby Roller	0,667 jam	102.984			274.624	
	JUMLAH			450.000	423.171	274.624	1.147.795
	Overhead & profit (15% x Jumlah)						172.169
	Harga Satuan Pekerjaan						1.319.965

Sumber : Dokumen Peneliti dengan mengacu HSPK
Semarang Jawa Tengah 2016

Tabel 6. 3. AHS Pekerjaan Penutupan Retak

2 Pekerjaan Penutupan Retak							
No	Uraian Pekerjaan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga			Jumlah Harga (Rp.)
				Upah (Rp.)	Material (Rp.)	Alat (Rp.)	
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Lapisan Tack Coat							
Upah	- Mandor	0,003 jam	85.000	266			
	- Operator	0,006 jam	175.000	1.094			
	- Pekerja	0,013 jam	60.000	750			
Bahan	- Aspal	0,872 liter	14.000		12.214		
Peralatan	- Air Compressor	0,003 jam	202.036			631	
	JUMLAH			2.109	12.214	631	14.954
Overhead & profit (15% x Jumlah)							2.243
Harga Satuan Pekerjaan							17.198
2 Taburan Pasir Kasar							
Upah	- Mandor	0,44 jam	85.000	37.778			
	- Operator	0,89 jam	175.000	155.556			
	- Pekerja	1,78 jam	60.000	106.667			
Bahan	- Pasir Kasar	1,98 kg	81.250		160.875		
Peralatan	- Sewa 4 Baby Roller	0,44 jam	102.984			183.083	
	JUMLAH			300.000	160.875	183.083	643.958
Overhead & profit (15% x Jumlah)							96.594
Harga Satuan Pekerjaan							740.551

Sumber : Dokumen Peneliti dengan mengacu HSPK Semarang Jawa Tengah 2016

Tabel 6. 4. Rekapitulasi Kebutuhan Bahan

No.	Jenis pekerjaan	Volume bahan	Satuan
1	Pekerjaan Bleeding		
	a. Galian	0,018	m ³
	b. Pelapisan prime coat	0,132	Liter
	c. Penambalan (Hotmix)	0,043	ton
2	Pekerjaan Penurunan Setempat		
	a. Galian	20,250	m ³
	b. Pelapisan prime coat	148,500	Liter
	c. Penambalan (Hotmix)	48,114	ton
3	Pekerjaan Retak Melintang		
	a. Galian	0,012	m ³
	b. Pelapisan prime coat	0,088	Liter
	c. Penambalan (Hotmix)	0,029	ton
4	Pekerjaan Pelapukan dan Butiran Lepas		
	a. Galian	0,007	m ³
	b. Pelapisan prime coat	0,050	Liter
	c. Penambalan (Hotmix)	0,016	ton
5	Pekerjaan Tambalan dan galian yang tidak sempurna		
	a. Galian	0,210	m ³
	b. Pelapisan prime coat	1,540	Liter
	c. Penambalan (Hotmix)	0,499	ton
6	Pekerjaan Penurunan permukaan di jalur roda		
	a. Galian	14,700	m ³
	b. Pelapisan prime coat	107,800	Liter
	c. Penambalan (Hotmix)	34,927	ton
7	Pekerjaan Retak Kulit Buaya		
	a. Aspal tack coat	1126,400	Liter
	b. Pasir kasar	22,528	m ³
8	Pekerjaan Retak Setempat (Block Cracking)		
	a. Aspal tack coat	49,500	Liter
	b. Pasir kasar	0,990	m ³
9	Pekerjaan Penutup Beton		
	a. Semen	1,000	zak
	b. Pasir semen	7,333	Liter

Sumber : Dokumen Peneliti

6.3. Rencana Anggaran Biaya

Tabel 6. 5. RAB Total

Jenis Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	HSPK Rp	Total biaya Rp
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Pekerjaan Perbaikan Bleeding				
a. Galian	m ³	0,018	Rp 173.486,70	Rp 3.122,76
c. Lapisan prime coat	liter	0,132	Rp 67.373,99	Rp 8.893,37
d. Penambalan	m ³	0,042768	Rp 1.319.964,64	Rp 56.452,25
Pekerjaan Penurunan Setempat				
a. Galian	m ³	20,25	Rp 173.486,70	Rp 3.513.105,68
c. Lapisan prime coat	liter	148,5	Rp 67.373,99	Rp 10.005.036,89
d. Penambalan	m ³	48,114	Rp 1.319.964,64	Rp 63.508.778,85
Pekerjaan Perbaikan Retak Melintang				
a. Galian	m ³	0,012	Rp 173.486,70	Rp 2.081,84
c. Lapisan prime coat	liter	0,088	Rp 67.373,99	Rp 5.928,91
d. Penambalan	m ³	0,028512	Rp 1.319.964,64	Rp 37.634,83
Pekerjaan Pelapukan dan Butiran Lepas				
a. Galian	m ³	0,00675	Rp 173.486,70	Rp 1.171,04
c. Lapisan prime coat	liter	0,0495	Rp 67.373,99	Rp 3.335,01
d. Penambalan	m ³	0,016038	Rp 1.319.964,64	Rp 21.169,59
Pekerjaan Perbaikan Tambalan dan Galian Utilitas				
a. Galian	m ³	0,21	Rp 173.486,70	Rp 36.432,21
c. Lapisan prime coat	liter	1,54	Rp 67.373,99	Rp 103.755,94
d. Penambalan	m ³	0,49896	Rp 1.319.964,64	Rp 658.609,56
Pekerjaan Perbaikan Lendutan di Jalur Roda				
a. Galian	m ³	14,7	Rp 173.486,70	Rp 2.550.254,49
c. Lapisan prime coat	liter	107,8	Rp 67.373,99	Rp 7.262.915,67
d. Penambalan	m ³	34,9272	Rp 1.319.964,64	Rp 46.102.669,09
Pekerjaan Retak Kulit Buaya				
a. Lapisan tack coat	liter	1126,4	Rp 17.197,65	Rp 19.371.431,97
b. Hamparan pasir kasar	m ³	22,528	Rp 740.551,32	Rp 16.683.140,06
Pekerjaan Retak Setempat (Block Cracking)				
a. Lapisan tack coat	liter	49,5	Rp 17.197,65	Rp 851.283,63
b. Hamparan pasir kasar	m ³	0,99	Rp 740.551,32	Rp 733.145,80
Total Biaya Pekerjaan				Rp 171.520.349,43
PPn 10%				Rp 17.152.034,94
Total Biaya Pekerjaan + PPn 10%				Rp 188.672.384,37

Sumber : Dokumen Peneliti

BAB VII

PENUTUP

7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penyusunan program pemeliharaan dan perbaikan sisi udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang, didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Bentuk kerusakan yang terjadi di lapangan :
 - Penurunan setempat
 - *Rubber Deposit*
 - Lendutan di jalur roda
 - Retak melintang
 - *Bleeding*
 - *Scalling*
 - Pelapukan dan butiran lepas
 - Tambalan dan galian utilitas
 - Retak kulit buaya
2. Penanganan kerusakan di lapangan :
 - a. Metode pemeliharaan :
 - Pactching untuk kerusakan jenis Penurunan setempat, lendutan di jalur roda, retak melintang, dan tambalan dan galian utilitas.
 - Penambalan untuk kerusakan jenis *scalling*, *bleeding*, retak kulit buaya, dan pelapukan dan butiran lepas.
 - Pembersihan untuk kerusakan jenis *Rubber Deposit*.
 - b. Peralatan yang digunakan :
 - Jack Hammer
 - Baby Roller

- Air Compressor
- c. Material yang digunakan :
- Aspal AC 60/70
 - Pasir Kasar
 - Pasir Beton
 - Semen
- d. Pekerja yang dibutuhkan :
- Mandor
 - Operator alat
 - Pekerja
- e. Waktu yang dibutuhkan selama pekerjaan perbaikan :

Dari perhitungan dan permodelan skenario pekerjaan perbaikan di lapangan, didapatkan waktu / durasi pekerjaan terselesaikan adalah selama 9 hari, dimana dalam 1 hari kerja hanya terdapat 6 jam kerja saat tutupnya bandara.

3. Biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan perbaikan :
- Setelah melalui berbagai perhitungan, mulai dari perhitungan kebutuhan material, kebutuhan tenaga kerja, dan kebutuhan alat, dilakukan perekapan semua item tersebut kemudian dilakukan penghitungan biaya yang biasa kita sebut Rencana Anggaran Biaya (RAB). Pada pekerjaan perbaikan ini, biaya total akan muncul setelah dilakukan penambahan PPN (10%) dari jumlah harga keseluruhan pekerjaan hingga didapatkan total biaya pekerjaan sebesar Rp. 188.672.385,- terbilang Seratus Delapan Puluh Delapan Juta Enam Ratus Tujuh Puluh Dua Ribu Tiga Ratus Delapan Puluh Lima rupiah.

7.2. Saran

Diharapkan pengerjaan proyek pemeliharaan dan perbaikan pada sisi udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang ini dapat dilakukan dengan mempertimbangkan waktu pekerjaan. Mengingat proyek ini dilakukan di wilayah yang menuntut ketepatan waktu dimana lalu lintas yang berlalu lalang ini adalah pesawat terbang, maka diperlukan pengendalian pelaksanaan pemeliharaan agar pekerjaan tersebut dapat berjalan sesuai durasi waktu yang ditentukan. Selain durasi waktu pengerjaan tersebut, penyebaran pekerja yang mengerjakan item pekerjaan juga diharapkan berjalan dengan baik dan lancar sehingga tidak terjadi hal yang tidak diinginkan.

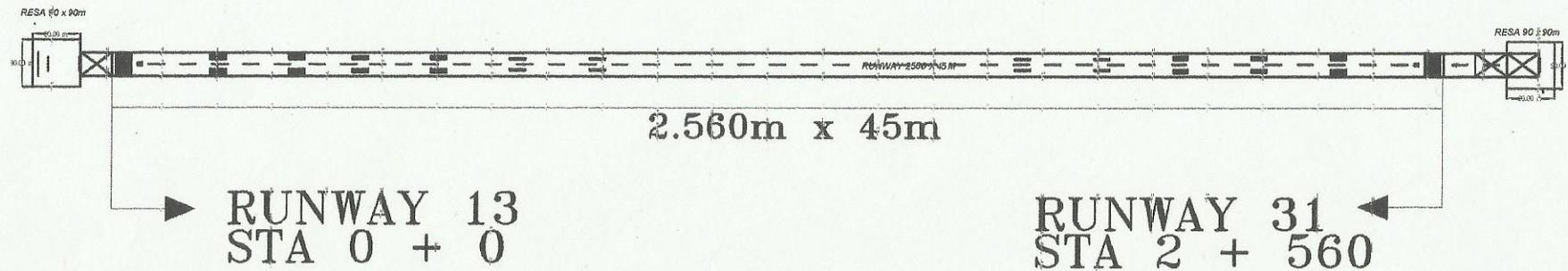
DAFTAR PUSTAKA

- Bawana, E. (2016, Juni 11). *elangbaw*. Dipetik November 8, 2016, dari http://www.elangbaw.com/http://www.elangbaw.com/2014/03/perawatan-prasarana-sisi-udara-i_23.html
- Dewi, N. D. (2012). *Laporan Tugas Akhir Perencanaan Ulang dan Manajemen Konstruksi Taxiway di Bandara Adi Sucipto Yogyakarta*. Surabaya: Diploma IV Sipil ITS.
- Dirjen Perhubungan Udara. (2005). *SKEP 78-VI-2005*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Dirjen Perhubungan Udara. (2014, Februari 9). *dephub.go.id*. Dipetik November 8, 2016, dari <http://hubud.dephub.go.id/http://hubud.dephub.go.id/?id/page/detail/44>
- Dirjen Perhubungan Udara. (2015). *KP 94 tahun 2015*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Hudi, A. (2017, April 6). *Rental Jack Hammer Semarang*. Diambil kembali dari [blogspot.co.id/http://rentaljackhammersemarang.blogspot.co.id/](http://rentaljackhammersemarang.blogspot.co.id/http://rentaljackhammersemarang.blogspot.co.id/)
- Jauhari, Z. (2011). *Laporan Tugas Akhir Manajemen Pelaksanaan Jalan Tol Mojokerto-Kertosono STA 5+350 - STA 10+350 menggunakan Perkerasan Kaku Kab.Mojokerto Jawa Timur*. Surabaya: Diploma IV Sipil ITS.
- Material, R. (2017, May 4). *Info Produk Material Bahan Bangunan*. Diambil kembali dari [rumahmaterial.com/http://www.rumahmaterial.com/2017/03/daftar-harga-sewa-alat-berat-konstruksi.html](http://www.rumahmaterial.com/http://www.rumahmaterial.com/2017/03/daftar-harga-sewa-alat-berat-konstruksi.html)

- Project Management Institute, I. (2013). *A Guide to The Project Management Body of Knowledge*. Pennsylvania: Campus Boulevard .
- SS., S. (2017, April 5). *Rental : Sewa Vibratory Roller - Baby Roller - 2017*. Diambil kembali dari [blogspot.co.id](http://sendikoasphalttech.blogspot.co.id):
<http://sendikoasphalttech.blogspot.co.id/2014/08/rental-disewakan-vibratory-roller-baby.html>
- Topan. (2017, April 4). *Hubungan koefisien alat dan kapasitas produksi*. Diambil kembali dari [blogspot.co.id](http://analisa3.blogspot.co.id):
<http://analisa3.blogspot.co.id/2016/04/hubungan-koefisien-alat-dan-kapasitas.html>
- W. Larson, E., & F. Gray, C. (2011). *Project Management The Managerial Process fifth edition*. New York: The McGraw-Hill Company.
- Wibowo, W. L. (2016). *Laporan Kerja Praktik Proyek Pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang (PPSRG) Paket-1*. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.

LAMPIRAN

SITUASI LAYOUT SISI AIRSIDE



BANDARA AHMAD YANI - SEMARANG



DETAIL POTONGAN RUNWAY

Sta 2+680	Sta 2+250	Sta 1+850	Sta 0+925	Sta 0+000
Segmen 4 (P = 430 m)	Segmen 3 (P = 400 m)	Segmen 2 (P = 925 m)	Segmen 1 (P = 925 m)	
7,5 cm Overlay 2012	7,5 cm Overlay 2012	7,5 cm Overlay 2010	7,5 cm Overlay 2010	
10 cm Leveling 2012	10 cm Leveling 2012	10 cm Leveling 2010	10 cm Leveling 2010	
6 cm AC-WC 1996	10 cm Aspal Beton 1997	10 cm Aspal Beton 1997	10 cm Aspal Beton 1997	
5 cm AC-BC 1996	7,5 cm Aspal Beton 1990	7,5 cm Aspal Beton 1990	7,5 cm Aspal Beton 1990	
5 cm Aspal Pen 1996	7,5 cm Aspal Beton 1982	7,5 cm Aspal Beton 1982	7,5 cm Aspal Beton 1982	
25 cm Base Course 1996	8 cm Aspal Beton 1979	6 cm Aspal Beton 1978	6 cm Aspal Beton 1978	
	10 cm Aspal Kaokan 1976	10 cm Aspal Beton 1976	10 cm Aspal Beton 1976	
	10 cm Agregat Semen			
55 cm Subbase Course 1996	35 cm Agregat Base	40 cm Beton Tumbuk	40 cm Beton Tumbuk	
30 cm Soil Cement 3 %	30 cm Pasir Padat	30 cm Pasir Padat	30 cm Pasir Padat	
	CBR Subgrade 3%	CBR Subgrade 3%	CBR Subgrade 3%	
50 cm Subbase Course 1996				

Sumber : PT. Angkasa Pura I Bandara Ahmad Yani

BANDARA AHMAD YANI - SEMARANG

BIODATA PENULIS



Rama Dwi Pratama Putra adalah nama penulis Tugas Akhir ini. Penulis lahir dari orang tua Atim Khairul Jamaludin dan Niswati sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis dilahirkan di Kota Mojokerto, Kecamatan Magersari, Jawa Timur pada tanggal 7 Mei 1995 dan menetap di Purwotengah V/12, Kecamatan Kranggan, Kota Mojokerto, Jawa Timur.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN Gedongan 2 (*lulus tahun 2007*), melanjutkan ke SMPN 2 Kota Mojokerto (*lulus tahun 2010*), kemudian melanjutkan ke SMAN 1 Sooko Kabupaten Mojokerto (*lulus tahun 2013*), dan sedang menjalani pendidikan di Fakultas Vokasi Jurusan D-IV Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.

Dengan ketekunan, motivasi tinggi untuk terus belajar dan berusaha, penulis telah berhasil menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan penulisan Tugas Akhir ini mampu memberikan kontribusi positif bagi dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas terselesaikannya Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Pemeliharaan dan Perbaikan Sisi Udara Bandara Internasional Ahmad Yani Semarang” dengan bimbingan dari Ir. Djoko Sulistiono, MT. dan Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing.