

# Perencanaan Tahapan Pekerjaan Pelapisan Ulang Perkerasan Landasan Pacu yang Dipengaruhi Waktu Operasional Bandara (Studi Kasus: Bandar Udara Internasional Juanda)

Stefanus, Ervina Ahyudanari

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) 60111 Indonesia  
 e-mail: stefanus.stf@live.com, ervina@ce.its.ac.id

**Abstrak**—Bandar Udara Internasional Juanda atau secara internasional disebut Juanda International Airport (JIA) yang terletak di Surabaya memiliki tingkat frekuensi penerbangan yang sangat tinggi di Indonesia. Semakin tahun, jumlah pergerakan penumpang pada Bandar Udara Internasional Juanda akan semakin meingkat. Sangat ideal, apabila Bandar Udara dapat beroperasi 24 jam. Namun saat ini, bandara tersebut tidak beroperasi 24 jam dikarenakan pelaksanaan pekerjaan pelapisan ulang perkerasan. Pekerjaan pelapisan ulang tersebut direncanakan selama 36 bulan. Lama waktu pengerjaan ini menyebabkan operasional bandara terganggu karena adanya pengurangan jam operasional untuk pelaksanaan overlay. Waktu overlay selama 36 bulan tersebut perlu dikaji ulang untuk mengetahui apakah proses pekerjaan pelapisan ulang perkerasan pada Bandar udara Internasional Juanda memerlukan waktu selama itu atau mungkin lebih. Kajian dimulai dengan mendapatkan data perencanaan tahapan pekerjaan pelapisan ulang Bandar Udara Juanda. Hasil total perhitungan pelapisan ulang kemudian diakumulasikan untuk mengetahui lama total pelaksanaan pekerjaan. Dari hasil analisis studi ini, didapatkAn bahwa saat ini sedang dilaksanakan pekerjaan weakspot dan pekerjaan pelapisan ulang pada bandar udara Juanda. Pada satu hari opening time, pekerjaan weakspot dapat dikerjakan seluas 11,7 x 18 meter. Produktivitas yang didapatkan untuk pekerjaan pelapisan ulang adalah 7,6, 5,8, dan 3,9 meter x 45 meter untuk masing-masing pekerjaan 5cm, 6cm, dan 7cm. Waktu total yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan perbaikan weakspot adalah selama 145 hari, sedangkan untuk pekerjaan pelapisan ulang adalah 1100 hari.

**Keywords**—Bandar Udara Internasional Juanda Surabaya, Keterbatasan Waktu, Metode Pelaksanaan, Pelapisan Ulang, Perencanaan Tahapan.

## I. PENDAHULUAN

SALAH satu bandar udara terpenting di Indonesia sekaligus menjadi bandar udara terbesar ke-2 adalah Bandar Udara Internasional Juanda atau secara internasional disebut Juanda International Airport (JIA) ini terletak di Surabaya. Oleh karena itu, seiring dengan banyaknya jumlah pergerakan penumpang pada bandar udara, dilaksanakan pekerjaan pelapisan ulang pada landasan pacu.

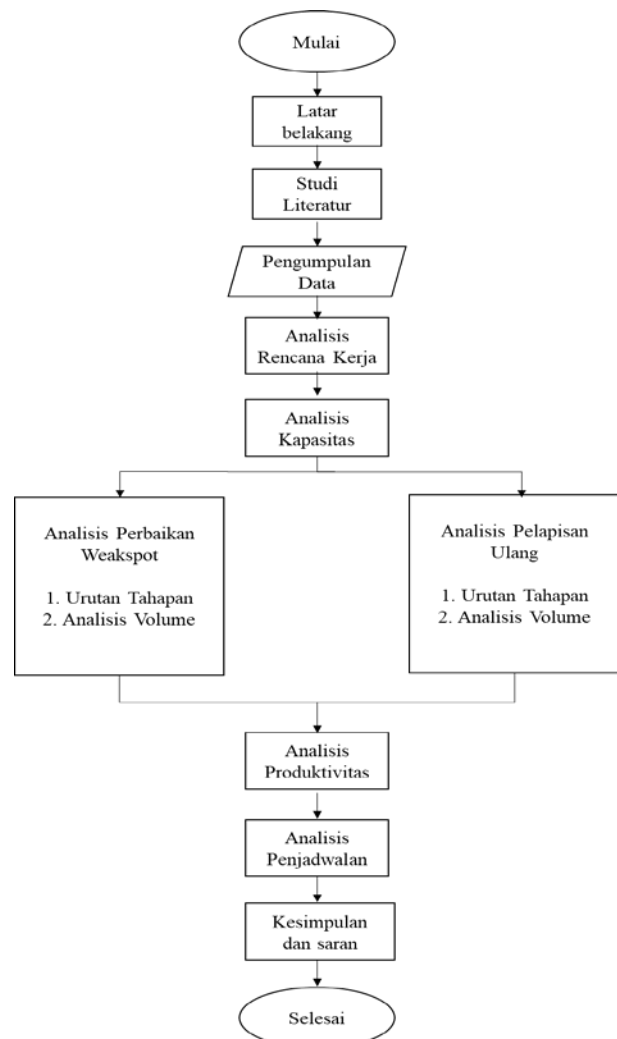
Waktu yang tersedia untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah pukul 23.00-05.00 dikarenakan bandar udara yang harus beroperasi pada pagi hingga malam harinya. Hal ini membuat produktivitas pekerjaan harus dapat dimaksimalkan pada jam opening time tersebut.

Pada paper ini, akan dianalisis rencana kerja pekerjaan pelapisan ulang, dan kemudian akan dihitung volume dan produktivitas pekerjaan. Perhitungan akan didasarkan pada kapasitas dan jam kerja yang sama dengan di lapangan.

## II. METODOLOGI

### A. Langkah – langkah Penelitian

Adapun langkah – langkah dalam penelitian ini seperti Gambar 2:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

**B. Pengumpulan Data**

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dari penulisan proyek akhir ini, maka diperlukan data-data sekunder sebagai berikut :

Tabel 1.  
Data Yang Diperlukan

No	Jenis Data	Sumber
1.	Rencana Kerja Pelapisan Ulang	Angkasa Pura
2.	Peralatan Konstruksi Pekerjaan Pelapisan Ulang	Angkasa Pura
3.	Shop Drawing	Angkasa Pura
4.	Kapasitas Peralatan	Brosur

**C. Analisis Data**

Tahap – tahap yang diperlukan untuk melakukan analisis perencanaan pekerjaan pelapisan ulang adalah:

1) *Analisis Rencana Kerja*

Untuk mengetahui pekerjaan apa yang sedang dilaksanakan dan bagian mana dari landasan pacu yang dikerjakan. Analisis rencana didapatkan dari hasil wawancara dan shop drawing. Waktu yang tersedia (*opening time*) juga menjadi hal yang perlu di analisis pada rencana kerja. *Opening time* adalah waktu yang tersedia untuk melaksanakan pekerjaan tersebut dalam satu hari.

2) *Analisis Urutan Tahapan Pelaksanaan*

Secara singkat penjelasan urutan tahapan pelaksanaan pekerjaan pelapisan ulang diawali dengan pekerjaan cold milling pada landasan pacu, kemudian dilaksanakan penyemprotan tack coat pada lapisan yang telah dibongkar, setelah itu dilakukan penghamparan campuran aspal pada bagian yang telah dilakukan penyemprotan dan akhirnya dilakukan proses pemadatan. Pekerjaan akan dilakukan bertahap hingga mencapai ketebalan rencana sesuai dengan rencana kerja.

Terdapat pekerjaan lain yang tidak termasuk dalam perhitungan produktivitas yaitu, pekerjaan pembersihan dan pengecatan marka. Pekerjaan pembersihan dilakukan untuk mempersiapkan lahan kerja sebelum dilakukan penyemprotan. Pengecatan marka harus segera dilakukan dikarenakan bandar udara yang harus kembali beroperasi pada pagi hari.

3) *Perhitungan Kapasitas dan Volume*

Dari kapasitas alat di lapangan, dilakukan asumsi alat yang sesuai, dan kemudian akan dicari kapasitas dari alat tersebut dalam melakukan pekerjaan. Asumsi alat yang dilakukan harus memiliki spesifikasi yang sesuai dengan yang dipakai di lapangan. Hasil dari perhitungan ini menjadi faktor penting dalam menentukan produktivitas pekerjaan.

Perhitungan kapasitas menggunakan faktor efisiensi untuk mendapatkan hasil produktivitas yang mendekati pekerjaan riil. Faktor efisiensi merupakan faktor yang sudah ditentukan untuk mempermudah perhitungan dari beberapa macam faktor seperti:

- Faktor cuaca
- Faktor manajemen kerja
- Faktor operator
- Faktor peralatan
- Faktor kondisi medan

Faktor efisiensi yang digunakan dalam perhitungan kapasitas adalah sebagai berikut.

Tabel 2.  
Faktor Efisiensi

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60

Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,53	0,50	0,47	0,42	0,32

Perhitungan volume dilakukan setiap tahapan yang dilaksanakan pada pekerjaan tersebut. Perhitungan dilakukan sesuai dengan shop drawing rencana kerja yang didapatkan dari sumber. Hasil dari perhitungan volume akan menjadi salah satu variabel dalam menentukan produktivitas pekerjaan.

4) *Perhitungan Produktivitas*

Produktivitas didapatkan dari variabel yang sudah dicari dalam langkah sebelumnya meliputi; kapasitas alat, volume dan luas area pekerjaan yang akan dicari. Perhitungan produktivitas dilakukan menggunakan program excel dan solver tool. Waktu pekerjaan menjadi batasan dalam menentukan produktivitas pekerjaan ini.

5) *Penjadwalan*

Dari hasil perhitungan produktivitas akan didapatkan detail lengkap dari waktu yang dibutuhkan untuk setiap tahapan pekerjaan. Dari data tersebut, akan diketahui pekerjaan mana yang membutuhkan waktu lama dan nantinya akan menjadi referensi untuk mengoptimalkan pekerjaan dengan menambah kapasitas.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**A. Analisis Rencana Kerja**

Berdasarkan data rencana pekerjaan pelapisan ulang, pekerjaan ini dibagi menjadi dua tahap, meliputi:

1) *Tahap I (2016 – 2019)*

Melakukan penyeragaman nilai PCN pada setiap segmen dengan cara melakukan perbaikan weakspot, perbaikan geometrik atau leveling, dan melapisi ulang (Overlay) permukaan Runway dengan aspal.

2) *Tahap II (2019 – 2022)*

Meningkatkan nilai PCN Runway dalam rangka mengakomodir pesawat terbesar yaitu B 777-300ER (nilai ACN: 120/F/D/X/T) dengan cara melapisi ulang (Overlay) permukaan Runway dengan aspal.

Pada saat ini sedang dilaksanakan pekerjaan pelapisan tahap I yaitu pekerjaan perbaikan weakspot dan pekerjaan pelapisan ulang (Overlay).

Pekerjaan weakspot adalah Pekerjaan perbaikan struktur perkerasan dengan cara membongkar lapisan permukaan dan mengganti dengan lapisan yang baru sebelum dilaksanakan pelapisan ulang (overlay).

Berdasarkan data yang didapatkan, PT. Angkasa Pura I sebagai pemilik bandar udara melakukan pemberitahuan NOTAM bandara keadaan close pada pukul 23.00-05.00 sehingga dapat digunakan sebagai opening time. Waktu tersebut sudah meliputi kegiatan mobilisasi peralatan selama dan waktu pendinginan aspal. Dari data tersebut, perhitungan waktu pelaksanaan meliputi:

- Waktu Pelaksanaan : 6 jam (23.00-05.00)
- Mobilisasi peralatan : 30 menit
- Pendinginan Aspal : 60 menit

Didapatkan waktu kerja efektif pekerjaan pelapisan ulang adalah 4,5 jam yaitu pada pukul 23.30-04.00

**B. Analisis Urutan Tahapan Pelaksanaan**

Urutan pekerjaan weakspot secara garis besar adalah sebagai berikut [1].



Gambar 2. Prosedur Pekerjaan Weakspot

Urutan pekerjaan pelapisan ulagn secara garis besar adalah sebagai berikut [1].



Gambar 3. Prosedur Pekerjaan Pelapisan Ulang

C. Analisis Kapasitas & Volume

Berdasarkan pekerjaan di lapangan, alat-alat yang digunakan dalam melakukan pekerjaan pelapisan ulang meliputi:

Tabel 3. Peralatan Konstruksi

No	Nama Pekerjaan	Nama Alat	Spesifikasi	Jmlh Unit
1	Pembongkaran/Cold Milling	Cold Mining Machine uk. 2 m	7.5 cm	1
2	Penyemprotan Tack Coat	Asphalt Sprayer	-	1
3	Penghamparan Campuran	Asphalt Finisher	5 m	1
4	Pemadatan Lapisan	Tandem roller	2 ton	1
		Tandem roller	2 ton	1
		Pneumatic Tire Roller		2

Perhitungan pada pekerjaan pelapisan ulang menggunakan asumsi alat-alat dengan spesifikasi yang sama dengan yang ada di lapangan.

Untuk menghitung produktivitas maka diperlukan kapasitas alat dan volume pekerjaan. Perhitungan kapasitas didapatkan dengan asumsi alat sesuai dilapangan. Untuk

menghitung produktivitas diperlukan analisis volume pekerjaan. Kapasitas dari alat dan volume untuk pekerjaan weakspot dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas Alat & Volume Pekerjaan Weakspot

No.	Uraian	Kapasitas	Satuan	Volume
1.	Cold Milling	1,02	Menit /m3	4590
2.	Penyemprotan Tack Coat	0,01	Menit /m2	61200
3.	Penghamparan Campuran	0,409	Menit /m3	4590
4.	Pemadatan Lapisan	0,161	Menit t/m2	61200

Berikut adalah perhitungan kapasitas dari alat dan volume untuk pekerjaan pelapisan ulang.

Tabel 5. Kapasitas Alat & Volume Pekerjaan Pelapisan Ulang

No.	Uraian	Kapasitas	Satuan	Volume
1.	Penyemprotan Tack Coat	0,01	Menit /m2	284.625
2.	Penghamparan Campuran	0,409	Menit /m3	16.962
3.	Pemadatan Lapisan	0,161	Menit t/m2	284.625

Setelah didapatkan angka kapasitas, maka salah satu variabel untuk menghitung produktivitas telah dicari. Beberapa tahapan pekerjaan yang tidak diperhitungkan dalam pekerjaan ini adalah pembuangan bongkaran dan pengecatan marka yaitu masing-masing 30 menit dan 120 menit.

Perhitungan produktivitas dapat dicari setelah mendapatkan kapasitas dan volume yang sudah dicari pada tahap sebelumnya.

D. Analisis Produktivitas

Perhitungan produktivitas kemudan akan dicari dengan batasan opening time yaitu selama 4,5 jam atau 270 menit. Perhitungan diasumsikan dengan lebar area kerja penuh yaitu 18 meter untuk pekerjaan weakspot & 45 meter untuk pekerjaan pelapisan ulang.

Pekerjaan pelapisan ulang dihitung setiap segmen dan lapis untuk memudahkan dalam proses perhitungan. Pada perhitungan ini terdapat 3 macam pehitungan berdasarkan ketebalan yaitu 5 cm, 6 cm, dan 7 cm.

Pekerjaan tapering adalah pekerjaan lapisan memanjang sementara agar landasan pacu tetap dapat dipakai pada jam operasional bandar udara. Berdasarkan FAA AC 150/5300 - 13A, kemiringan memanjang dari landasan pacu adalah maksimal 1,5%. Pada perhitungan ini, akan dipakai panjang tapering 5 m, 6m, dan 7m sesuai ketebalan rencana [2], [3].

Perhitungan produktivitas per-segmen dan lapis juga dilakukan agar mendapatkan nilai dari panjang pekerjaan tapering yang paling efektif [4]. Hasil dari perhitungan produktivitas dapat dilihat pada Gambar 4. Pada perhitungan produktivitas, waktu dari pekerjaan pembuangan bongkaran dan pengecatan marka sudah ditetapkan sebelumnya yaitu masing-masing 30 menit dan 120 menit.

Pekerjaan pembersihan area kerja sudah termasuk dalam pekerjaan pembuangan bongkaran. Pekerjaan pembersihan area kerja dapat dijelaskan sebagai berikut [5].

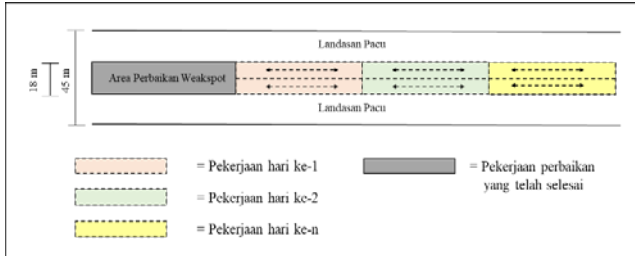
- a. Pengeringan area bekas cold milling menggunakan alat *gas torch*
- b. Pembersihan sisa-sisa dari pekerjaan *cold milling* menggunakan *air jet compressor* dan pekerjaan manual.

Proses pembersihan area pekerjaan dapat dikatakan selesai ketika area pekerjaan telah kering dan sudah tidak terdapat sisa-sisa bongkaran pada area bekas *cold milling*.

Dari hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa pekerjaan perbaikan weakspot dilakukan dengan luas 11,7 meter x 18 meter dalam satu hari opening time. Presentase dari

produktivitas pekerjaan rencana setiap harinya adalah 0,74% dari total pekerjaan.

Metode pelaksanaan pekerjaan weakspot direncanakan secara memanjang landasan pacu. Pekerjaan dilaksanakan memanjang untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan dari satu titik kerja ke titik lainnya. Waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan peralatan antar titik kerja telah sudah termasuk dalam faktor efisiensi kerja. Lihat Gambar 4.

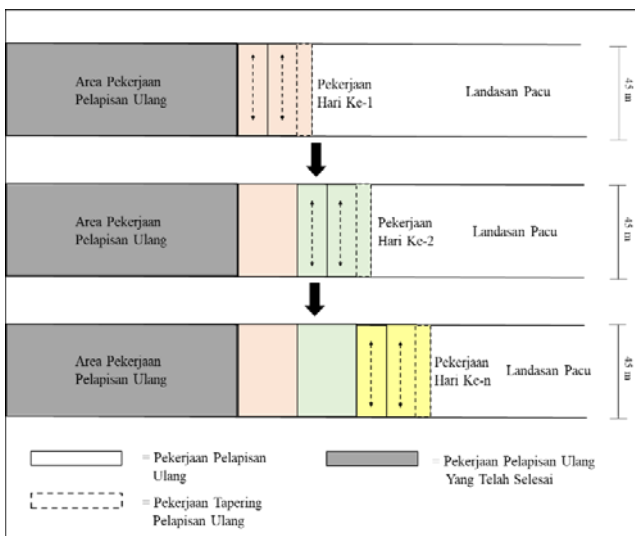


Gambar 4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Perbaikan Weakspot

Dari hasil perhitungan, dapat diketahui bahwa pekerjaan harus dilakukan dengan luas sebagai berikut.

- Luas 7,6 meter x 45 meter dengan tambahan pekerjaan tapering 5 meter untuk pekerjaan lapisan dengan ketebalan 5 cm.
- Luas 5,8 meter x 45 meter dengan tambahan pekerjaan tapering 5 meter untuk pekerjaan lapisan dengan ketebalan 6 cm.
- Luas 3,9 meter x 45 meter dengan tambahan pekerjaan tapering 7 meter untuk pekerjaan lapisan dengan ketebalan 7 cm.

Metode Pelaksanaan untuk pekerjaan pelapisan ulang dilakukan secara melintang landasan pacu. Pekerjaan secara melintang dipilih karena metode tersebut adalah metode yang paling efektif untuk mengurangi perpindahan peralatan dari satu titik kerja ke titik berikutnya. Waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan peralatan antar titik kerja telah sudah termasuk dalam faktor efisiensi kerja. Lihat Gambar 5.

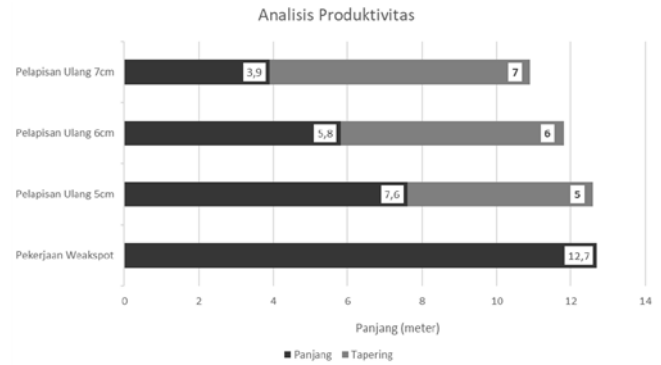


Gambar 5. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pelapisan Ulang

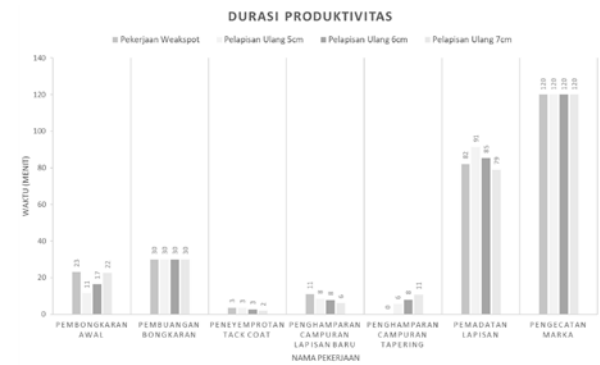
Hasil perbandingan produktivitas antar segmen dapat dilihat pada Gambar 6.

A. Analisis Penjadwalan

Dari data produktivitas yang telah dihitung, akan didapatkan total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan pelapisan ulang setiap harinya. Durasi pekerjaan setiap tahapannya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Rekapitulasi Produktivitas



Gambar 7. Perbandingan Durasi produktivitas

Dari hasil analisa waktu produktivitas setiap harinya, dapat dihitung total waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan. Total waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan weakspot dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.  
Perhitungan Waktu Pekerjaan Weakspot

PANJANG	PRODUKTIVITAS	WAKTU
170	11,7	145

Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk pekerjaan pelapisan ulang pada setiap segmennya sehingga didapatkan total waktu seperti yang tertera pada tabel 6.

Tabel 7.  
Perhitungan Waktu Pekerjaan Pelapisan Ulang

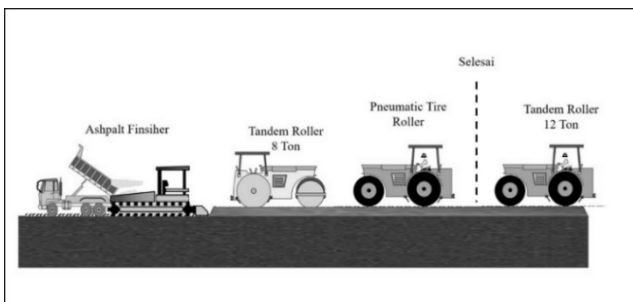
NAMA	TOTAL HARI
SEGMEN 1	156
SEGMEN 2	137
SEGMEN 3	112
SEGMEN 4	171
SEGMEN 5	326
SEGMEN 6	198
<b>TOTAL KESELURUHAN</b>	<b>1100</b>

Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pelapisan ulang landasan pacu pada bandar udara Juanda adalah 1159 hari kerja atau 3 tahun 2 bulan 4 hari.

Metode pekerjaan perbaikan weakspot dan pekerjaan pelapisan ulang sesuai dengan urutan tahapan di lapangan dijelaskan sebagai berikut [6]–[8].

1. Pembongkaran area pekerjaan (perbaikan weakspot) atau tapering (pelapisan ulang) dengan menggunakan mesin cold milling.
2. Pengangkutan hasil bongkar mesin cold milling menggunakan dump truck ke area yang sudah ditentukan.
3. Pembersihan area kerja yang telah dibongkar meliputi:
  - a. Pengeringan area yang telah dibongkar menggunakan alat gas torch,

- b. dan pembersihan sisa-sisa hasil cold milling yang tidak terangkut menggunakan air jet compressor
4. Penyemprotan tack coat pada area kerja yang telah kering dan bersih.
5. Penghamparan campuran aspal dengan mesin, ketebalan dan lebar hampar disesuaikan rencana menggunakan mesin asphalt finisher. Lihat gambar
6. Proses Pemadatan (lihat Gambar 6)
  - a. Pemadatan awal dilaksanakan sedekat mungkin tepat setelah penghamparan dilakukan menggunakan tandem roller 8 ton sebanyak 2x lintasan.
  - b. Pemadatan intermediate dilaksanakan tepat dibelakang pemadatan awal bergerak menggunakan pneumatic tire roller sebanyak 18x lintasan.
  - c. Pemadatan akhir menggunakan tandem roller 12 ton sebanyak 2x lintasan dilakukan setelah seluruh pemadatan awal dan akhir selesai
7. Pengecatan marka landasan pacu



Gambar 8. Skema Pemadatan

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Pada saat ini pada Bandar Udara Internasional Juanda sedang dilaksanakan pekerjaan pelapisan tahap I yaitu pekerjaan *weakspot* dan pekerjaan pelapisan ulang. Pekerjaan *weakspot* memiliki urutan sebagai berikut:
  - Pekerjaan *Cold Milling*
  - Pekerjaan penyemprotan *tack coat*
  - Pekerjaan penghamparan campuran
  - Pekerjaan pemadatan
 Pekerjaan pelapisan ulang memiliki urutan tahapan sebagai berikut:
  - Pekerjaan pembongkaran tapering
  - Pekerjaan penyemprotan *tack coat*
  - Pekerjaan penghamparan campuran
  - Pekerjaan pemadatan

2. Berdasarkan kapasitas alat sesuai di lapangan, perhitungan produktivitas menghasilkan angka sebagai berikut.
  - 11,7 meter x 18 meter untuk pekerjaan *weakspot* untuk 1 kali opening time
  - 7,6 meter x 45 meter dengan tambahan pekerjaan tapering 5 meter untuk pekerjaan pelapisan ulang dengan ketebalan 5 cm.
  - 5,8 meter x 45 meter dengan tambahan pekerjaan tapering 5 meter untuk pekerjaan pelapisan ulang dengan ketebalan 6 cm.
  - 3,9 meter x 45 meter dengan tambahan pekerjaan tapering 7 meter untuk pekerjaan pelapisan ulang dengan ketebalan 7 cm.
3. Pekerjaan pelapisan ulang dilaksanakan setelah pekerjaan *weakspot* selesai. Penentuan penjadwalan dapat dihitung setelah didapatkan produktivitas berdasarkan alat yang dipakai di lapangan. Rincian penjadwalan dapat dilihat pada bab analisis
4. Pekerjaan *weakspot* dan pelapisan ulang pada Bandar Udara Internasional Juanda dapat diselesaikan selama 3 tahun 2 bulan 4 hari

Berdasarkan hasil analisis tentang perencanaan tahapan pekerjaan pelapisan ulang pada Bandar Udara Internasional Juanda, perlu adanya analisis lanjutan mengenai perbandingan teoritis dan riil mengenai perencanaan tahapan pekerjaan pelapisan ulang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. R. Brown, S. L. Brown, H. H. Bush Jr, American Association of State Highway and Transportation Officials, and Federal Aviation Administration, *AC 150/5370-14B, Introduction of Hot Mix Asphalt Paving Handbook*. Washington, D.C., 2000.
- [2] Federal Aviation Administration, *AC 150/5370-10G, Standards for Specifying Construction of Airports*. Washington, D.C: U.S Department of Transportation, 2005.
- [3] J. P. Guyer, *An Introduction to Pavement Overlays*. New York: Continuing Education and Development, Inc., 2013.
- [4] Z. Soós and C. Tóth, "Simple overlay design method for thick asphalt pavements based on the method of equivalent thicknesses," *Period. Polytech. Civ. Eng.*, vol. 61, no. 3, pp. 389–397, Dec. 2016.
- [5] Federal Aviation Administration, *AC 150/5320-6F, Airport Pavement Design and Evaluation*. Washington DC, USA, 2005.
- [6] P. Johnson, *Inspector's Manual for Hot-Mixed Asphalt and Portland Cement Concrete Pavement Construction*. California, USA: Army Corps of Engineer, 2013.
- [7] J. Scott, *Construction Manual For Airport Pavements*. Federal Aviation Administration Northwest Mountain Region, 1999.
- [8] S. B. F. E. Horonjeff, Robert. Mc Kelvey, Francis X. Sproule, William J. Young, *Planning and Design of Airports*. New York: Mc Graw – Hill Inc, 2010.