**ANALISIS PERBANDINGAN METODE PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA RUNWAY STUDI KASUS**

**BANDARA SAMARINDA BARU**

**Andi Sanjaya**

**Abstrak**

***Andi Sanjaya*** *dengan* ***NPM : 12.11.1001.7311.155****, Analisis Perbandingan Metode Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Pada Runway Studi Kasus Bandara Samarinda Baru, di bawah bimbingan Bapak Zony Yulfadly, ST.,MT. dan Bapak Tukimun, ST.,MT.*

*Bandara adalah kawasan daratan dan perairan dengan batas – batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas , naik turun penumpang, bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan. Dengan adanya bandara maka untuk daerah – daerah yang sulit dijangkau melalui transportasi darat serta daerah yang terpisah oleh lautan akan mudah dijangkau dengan waktu tempuh yang relatif singkat.*

*Samarinda merupakan kota yang paling padat di Provinsi Kalimantan Timur yang mana kebutuhan akan transportasi yang menuju daerah – daerah di Provinsi Kalimantan Timur ini membutuhkan waktu yang relatif lama dengan transportasi darat dan masih buruknya kondisi infrastruktur membuat kota Samarinda harus membuat Bandara Samarinda Baru sebagai pengganti Bandara Temindung yang secara Kapasitas dan daerahnya sudah tidak layak lagi akibat landasan pacu Bandara Temindung yang sering digenangi air saat hujan serta posisinya yang padat penduduk.*

*Dalam merencanakan Bandara Samarinda Baru merujuk kepada peraturan – peraturan yang telah ditetapkan oleh Dinas Perhubungan Bagian Udara yang merujuk kepada peraturan – peraturan FAA ( Ferderal Aviation Administration ) sebuah lembaga penerbangan milik USA ( United States Of America ) serta ICAO ( International Civil Aviation Organzation ) lembaga penerbangan yang bernaung di bawah PBB ( Perserikatan Bangsa – Bangsa ).*

*Dari hasil perhitungan menunjukkan adanya perbedaan hasil dari ketiga metode perhitungan tersebut yaitu metode CBR, LCN dan FAA , untuk penentuan pilihan perhitungan disesuaikan dengan kebutuhan terhadap prioritas dasar fungsi perkerasan.*

Kata kunci : bandara

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang Masalah**

Bandar udara merupakan salah satu infrastruktur penting yang diharapkan dapat mempercepat pertumbuhan ekonomi masyarakat. Bandar udara berfungsi sebagai simpul pergerakan penumpang atau barang dari transportasi udara ke transportasi darat atau sebaliknya.

Meningkatkan pergerakan penumpang dan barang diharapkan dapat menciptakan peningkatan perekonomian. Pertumbuhan lalu-lintas udara secara langsung berpengaruh menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah yang jauh atau sulit terjangkau oleh transportasi darat.

Meningkatkan pelayanan transportasi udara, maka perlu dibangun bandar udara yang mempunyai kualitas baik secara struktural maupun fungsional. Membangun bandar udara baru maupun peningkatan yang diperlukan sehubungan dengan penambahan kapasitas penerbangan, tentu akan memerlukan metode efektif dalam perencanaan agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, memenuhi unsur keselamatan pengguna dan tidak menggangu ekosistem.

Pekerjaan pembangunan bandar udara, yang menjadi penentu tercapainya keberhasilan pekerjaan salah satunya adalah dari segi perencanaannya. Oleh karena itu diperlukan tenaga ahli yang mampu membuat perencanaan bandar udara. Perencanaan runway pada bandar udara, dibutuhkan data-data mengenai karakteristik suatu pesawat yang akan beroperasi di bandar udara itu, data pergerakan lalu-lintas pesawat dan kondisi alam serta geografis lokasi bandar udara.

Beberapa metode perencanaan perkerasan struktural yang paling banyak digunakan meliputi metode *US Corporation Of Engineer* yang lebih dikenal dengan metode CBR, metode FAA (*Federal Aviation Administration*), metode LCN dari Inggris, metode *Asphalt Institute* dan metode *Canadian Departement Of Transportation.* Akan tetapi tidak semua metode yang ada layak digunakan untuk setiap kondisi, karena itu perlu dilakukan analisa dan kajian yang seksama mengenai keuntungan dan kerugian atau akurasi dari masing-masing metode tersebut sesuai dengan kondisi Indonesia ( Basuki, 1986 ).

**Rumusan Masalah**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, dengan memperhatikan latar belakang diatas, maka ditetapkan perumusan masalah yang perlu dikaji adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perbandingan metode perhitungan tebal perkerasan lentur pada runway studi kasus Bandara Samarinda Baru?

**Batasan Masalah**

Meluruskan pembahasan dari rumusan masalah yang telah diutarakan diatas, maka perlu adanya batasan masalah sebagai berikut:

1. Hasil perbandingan metode perhitungan tebal perkerasan lentur pada runway studi kasus Bandara Samarinda Baru khususnya dengan menggunakan tiga metode.

2. Perhitungan metode CBR, LCN, dan FAA.

**Tujuan Penelitian**

Penulisan skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Metode Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Pada Runway Studi Kasus Bandara Samarinda Baru” ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan metode perhitungan tebal perkerasan lentur pada runway studi kasus Bandara Samarinda Baru.

**Manfaat Penelitian**

Penulis skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi:

1. Peneliti

 Penelitian ini dapat dipergunakan sebagai sarana untuk menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman, sebagai penerapan teori – teori yang didapat di bangku kuliah dan dapat menjadi sebagai bekal ilmu khususnya dalam perencanaan lapangan terbang.

2. Civitas Akademika

 Hasil penelitian ini bermanfaat sebagai pengembangan ilmu dan informasi di bidang sistem transportasi udara.

3. Perusahaan

 Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada pengelola bandara maupun pemerintah daerah mengenai kondisi fasilitas sisi udara.

**DASAR TEORI**

**Perkerasan**

Perkerasan adalah struktur yang terdiri dari beberapa lapisan dengan kekerasan dan daya dukung yang berlainan. Perkerasan yang dibuat dari campuran aspal dengan agregat, digelar di atas suatu permukaan material granular mutu tinggi disebut perkerasan lentur, sedangkan perkerasan yang dibuat dari slab-slab beton disebut perkerasan *Rigid*

**Peramalan Pergerakan Pesawat (Forecast Annual Departure)**

Rancangan induk lapangan terbang, dikembangkan berdasarkan kepada ramalan dan permintaan *(forecast and demand)*.

Ramalan bisa dibagi dalam :

- Ramalan jangka pendek sekitar 5 tahun.

- Ramalan jangka menengah sekitar 10 tahun.

- Ramalan jangka panjang sekitar 20 tahun.

Jangka ramalan makin jauh, ketepatan dan ketelitiannya menyusut, maka perlu disadari bahwa ramalan jangka panjang 20 tahun hanyalah pendekatan.

Telah dikatakan bahwa beberapa kegiatan seperti peramalan pergerakan pesawat, jumlah penumpang tahunan maupun jam-jam sibuk, sangat diperlukan, akan tetapi untuk barang dan pos cukup ramalan tahunan saja.

**Struktur Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)**

Menurut Basuki, ( 1986 ) dalam buku ”Merancang Merencanakan Lapangan Terbang”, perkerasan *flexible* adalah suatu perkerasan yang mempunyai sifat *elastis*, maksudnya adalah perkerasan akan melendut saat diberi pembebanan. Adapun struktur lapisan perkerasan lentur sebagai berikut:

1. Tanah dasar (*Sub Grade*)

 Tanah dasar (*sub grade*) pada perencanaan tebal perkerasan akan menentukan kualitas konstruksi perkerasan sehingga sifat–sifat tanah dasar menentukan kekuatan dan keawetan konstruksi landasan pacu.

 Banyak metode yang dipergunakan untuk menentukan daya dukung tanah dasar, dari cara yang sederhana sampai kepada cara yang rumit seperti CBR (*California Bearing Ratio*), MR (*Resilient Modulus*), dan K (*Modulus* Reaksi Tanah Dasar). Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaaan tebal lapisan perkerasan ditentukan dengan menggunakan pemeriksaan CBR.

 Penentuan daya dukung tanah dasar berdasarkan evaluasi hasil pemeriksaan laboratorium tidak dapat mencakup secara detail (tempat demi tempat), sifat – sifat daya dukung tanah dasar sepanjang suatu bagian jalan. Koreksi–koreksi perlu dilakukan baik dalam tahap perencanaan detail maupun tahap pelaksanaan, disesuaikan dengan kondisi tempat. Koreksi–koreksi semacam ini akan di berikan pada gambar rencana atau dalam spesifikasi pelaksanaan.

Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.

b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.

c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.

d. Lendutan-lendutan selama pembebanan lalu lintas dari macam tanah tertentu.

e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkanya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*Granular Soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

2.Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course)*

 Lapisan pondasi bawah (*Sub Base Course*) adalah bagian dari konstruksi perkerasan landasan pacu yang terletak di antara tanah dasar (*Sub Grade*) dan lapisan pondasi atas ( *Base Course* ).

 Menurut Horonjeff dan McKelvey, ( 1993 ) fungsi lapisan pondasi bawah adalah sebagai berikut :

a. Bagian dari konstruksi perkerasan yang telah mendukung dan menyebarkan beban roda ke tanah dasar.

b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang murah agar lapisan-lapisan selebihnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).

c. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapisan pondasi atas.

3. Lapisan Pondasi Atas (*Base Coarse*)

Lapisan pondasi atas ( *Base Coarse* ) adalah bagian dari perkerasan landasan pacu yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan.

 Fungsi lapisan pondasi atas adalah sebagai berikut :

a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban lapisan dibawahnya.

b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.

c. Bantalan terhadap lapisan pondasi bawah.

4. Lapisan Permukaan ( *Surface Course* )

 Lapisan permukaan (*Surface Course*) adalah lapisan yang terletak paling atas. Lapisan ini berfungsi sebagai berikut :

a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.

b. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya.

c. Lapisan aus (*Wearing Course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

d. Lapisan yang menyebarkan beban kelapisan bawah, sehingga lapisan bawah yang memikul daya dukung lebih kecil akan menerima beban yang kecil juga.

**Metode-Metode Perencanaan Perkerasan**

Dalam merencanakan perkerasan suatu landasan pacu, terdapat berbagai digunakan metode-metode yang untuk mendesain perkerasannya. Pola penyelesaiannya pun berbeda-beda pula, namun semuanya sama-sama bertujuan untuk menghasilkan desain perkerasan yang aman dan terjamin.

Beberapa pertimbangan dalam desain perkerasan landasan pacu meliputi :

a. Prosedur pengujian bahan untuk subgrade dan komponen-komponen lainnya harus akurat dan teliti.

b. Metode yang dipakai harus sudah dapat diterima umum dan sudah terbukti telah menghasilkan desain perkerasan yang memuaskan.

c. Dapat dipakai untuk mengatasi persoalan-persoalan perkerasan landasan pacu dalam waktu yang relatif singkat.

Adapun beberapa metode yang digunakan untuk merencanakan suatu perkerasan landasan pacu terurai di bawah ini.

* Metode *California Division of Highway* (CBR )
* Metode *Federal Aviation Administration* (FAA, 2009)
* Metode *Load Classification Number* (LCN)

**METODE PENELITIAN**

**Lokasi Penelitian**

 Lokasi penelitian yang ditinjau sebagai penyusun proposal skripsi ini adalah pada pada Bandara Samarinda Baru. Koordinat lokasi penelitian adalah 0°22'17.4"S ; 117°15'28.6"E. Objek penelitiannya yaitu perkerasan lentur pada landasan pacu Bandara Samarinda Baru dengan panjang 2.250 meter dan lebar 45 meter.

**Teknik Pengambilan Data**

Dalam pengumpulan data, baik data hasil uji lapangan maupun di laboratorium di peroleh dari Dinas Perhubungan Provinsi Kalimantan Timur. Adapun data-data tersebut meliputi:

a) Data Primer

 - Data perencanaan

 - Foto Dokumentasi

b) Data Sekunder

 - Data tanah

 - Data lalu lintas

 - Data pesawat rencana

**Teknik Analisis Data**

Setelah data-data yang dibutuhkan sudah diperoleh, kemudian proses analisis data tersebut.

Adapun cara-cara analisis data tersebut sebagai berikut:

1. Menentukan sampel tanah dasar.

 Sampel tanah dasar untuk pengujian CBR dilakukan dilaboratorium untuk menentukan nilai CBR. Pengujian dilakukan dengan melakukan pemadatan dengan kadar air tertentu. Dalam penetuan nilai CBR, apabila pada tiap area yang dari sampel tanah didapat nilai CBR yang berbeda, maka perencanaan tebal perkerasan ditentukan berbeda-beda sesuai dengan nilai CBR dari tanah pada area tersebut.

2. Menentukan pesawat rencana.

 Pesawat rencana dapat ditentukan dengan melihat jenis pesawat yang beroperasi dan besar MSTOW (*Maksimum Structural Take Off Weight*) dan data jumlah keberangkatan tiap jenis pesawat yang berangkat tersebut.

3. Menentukan lalu lintas pesawat

 Lalu lintas pesawat diperoleh dari data keberangkatan dan kedatangan pesawat rencana. Setelah data-data tersebut diperoleh, maka dapat ditentukan jumlah lintasan pesawat tahunan yang direncanakan dengan cara mengalikan jumlah penerbangan setiap minggunya dalam satu tahun.

4. Perhitungan tebal perkerasan.

 Perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan tiga metode, yaitu: perhitungan tebal perkerasan dengan metode CBR, perhitungan tebal perkerasan dengan metode FAA, dan perhitungan tebal perkerasan dengan metode LCN.

5. Analisis Perbandingan Metode Perhitungan Tebal perkerasan lentur.

 Setelah perhitungan tebal perkerasan dengan menggunakan tiga metode selesai. Maka dianalisislah perbandingan antara ketiga metode tersebut untuk menentukan metode yang mana yang lebih baik untuk dipakai dalam merencanakan tebal perkerasan di landasan pacu Bandara Samarinda Baru.

**PEMBAHASAN**

**Peramalan Pesawat**

 Untuk mengetahui jumlah pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat dari movement pasanger. Berikut data *Movement Pasanger* tahun 2010 – 2013

**Tabel 4.1** Rekapitulasi Movement Pasanger 2010 – 2013

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tahun | Departure | Arrival |
| 2010 | 3.623.559 | 3.949763 |
| 2011 | 3.847.506 | 4.551.724 |
| 2012 | 4.499.753 | 5.247.254 |
| 2013 | 5.417.095 | 7.417.095 |

 Berdasarkan Rekapitulasi Movement Passenger diatas maka dapat diketahui jumlah pergerakan pesawat tahun 2010 – 2013.

**Tabel 4.2** Pergerakan Pesawat Tahunan

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Tipe Pesawat | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 1 | Boeing 737 – 900 | 10.112 |  10.737 | 12.557 | 14.148 |
| 2 | Boeing 737 – 300 |  4.897 | 5.199 | 6.081 | 6.851 |
| 3 | Bombardier CRJ- 200 | 2.174 | 2.309 | 2.700 | 3.042 |
| 4 | Airbus A320 – 200 | 2.013 | 2.137 | 2.500 | 2.816 |
| 5 | ATR – 72 | 2.517 | 2.672 | 3125 | 3.521 |
| 6 | Cessna C208B | 6.041 | 6.415 | 7502 | 8.452 |
| Total | 27.754 | 29.469 | 34.465 | 38.830 |

**Gambar 4.1** Proyeksi Pesawat Berdasarkan Regresi

Dari tipe pesawat pergerakan tipe pesawat diatas, maka didapat persamaan linear dengan persamaan sebagai berikut :

 Y = 3.822.X + 2.3074

Dimana :

 Y = Prediksi pergerakan di tahun n

 X = Tahun ke n yang akan diprediksi.

 Dari persamaan tersebut maka didapat untuk prediksi pergerakan pesawat di tahun 2035 adalah sebagai berikut:

 Y = 3.822x ( 25) + 2.3074

 = 119.254 pesawat

 Dalam 1 Tahun ( 365 hari ) direncanakan jam operasi lapangan terbang adalah 16 jam/ hari

**Tabel 4.3** Rencana pergerakan pesawat tahun 2035

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Jenis Pesawat | Annual Departure |
| 1 | Boeing 737 – 300 | 23.850 |
| 2 | Boeing 737 – 900 | 71.552 |
| 3 | Bombardier CRJ200 | 3.578 |
| 4 | Airbus A320 – 200 | 11.925 |
| 5 | ATR – 72 | 5.964 |
| 6 | Cessna C208B | 2.386 |
| Total | 53.732 |

**Menghitung Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode CBR**

Langkah perhitungan metode CBR:

1. Menentukan pesawat rencana

2. Menentukan lalu lintas pesawat

3. Menentukan *Equivalent Single Wheel Load* (ESWL)

4. Menentukan tebal perkerasan

5. Menghitung faktor equivalent menurut AASHTO

6. Membagi struktur perkerasan menjadi beberapa bagian struktur

 perkerasan mulai dari *surface*, *base* dan *sub base.*

**Tabel 4.13** Kesimpulan hasil perhitungan metode CBR

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Daerah Kritis(cm) | Daerah Non Kritis(cm) | Daerah Tepi(cm) |
| Surface | 15 | 8 | 6 |
| Base Coarse | 28 | 28 | 28 |
| Sub Base Coarse | 23 | 21 | 17 |
| Total | 66 | 57 | 51 |

**Tabel 4.14** Kesimpulan hasil perhitungan metode CBR dengan cara grafis

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Daerah Kritis(cm) | Daerah Non Kritis(cm) | Daerah Tepi(cm) |
| Surface | 15 | 8 | 6 |
| Base Coarse | 33 | 33 | 33 |
| Sub Base Coarse | 30 | 27 | 21 |
| Total | 78 | 68 | 60 |

**Menghitung tebal perkerasan lentur dengan metode LCN**

Langkah perhitungan metode LCN:

1. Menentukan pesawat rencana.

2. Menentukan Equivalent Single Wheel Load (ESWL).

3. Menentukan garis kontak area pesawat rencana.

4. Grafik yang dipakai.

5. Menentukan tebal perkerasan.

**Tabel 4.15** Kesimpulan hasil perhitungan metode LCN

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Daerah Kritis(cm) | Daerah Non Kritis(cm) | Daerah Tepi(cm) |
| Surface | 11 | 8 | 6 |
| Base Coarse | 18 | 18 | 18 |
| Sub Base Coarse | 16 | 13 | 11 |
| Total | 45 | 39 | 35 |

**Menghitung Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode FAA**

Langkah perhitungan metode FAA:

1. Menentukan pesawat rencana.

2. Menentukan jumlah keberangkatan tahunan pesawat.

3. Menentukan tipe roda pendaratan pesawat rencana (single gear, R2).

4. Menentukan bebean roda setiap pesawat rencana utama (wheel load, W1).

5. Menentukan beban roda setiap pesawat rencana (wheel load,W2).

6. Menentukan keberangkatan tahunan ekivalent dari setiap pesawat rencana (equivalent annual departure, R1).

7. Menentukan tebal perkerasan.

**Tabel 4.16** Kesimpulan hasil perhitungan metode FAA

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Daerah Kritis(cm) | Daerah Non Kritis(cm) | Daerah Tepi(cm) |
| Surface | 11 | 8 | 6 |
| Base Coarse | 33 | 33 | 33 |
| Sub Base Coarse | 28 | 26 | 20 |
| Total | 72 | 67 | 59 |

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Hasil perbandingan metode perhitungan tebal perkerasan lentur pada runway studi kasus Bandara Samarinda Baru adalah sebagai berikut:

- Hasil perhitungan perkerasan lentur dengan menggunakan metode CBR didapatkan tebal surface = 15 cm, base coarse = 28 cm, sub base coarse = 23 cm sehingga total tebalnya adalah 66 cm.

- Hasil perhitungan perkerasan lentur dengan menggunakan metode LCN didapatkan tebal surface = 11 cm, base coarse = 18 cm, sub base coarse = 16 cm sehingga total tebalnya adalah 45 cm.

- Hasil perhitungan perkerasan lentur dengan menggunakan metode FAA didapatkan tebal surface = 11 cm, base coarse = 33 cm, sub base coarse = 28 sehingga total tebalnya adalah 72 cm.

- Dari hasil perhitungan menunjukkan adanya perbedaan hasil dari ketiga metode perhitungan tersebut, untuk penentuan pilihan perhitungan disesuaikan dengan kebutuhan terhadap prioritas dasar fungsi perkerasan.

- Untuk efisiensi terhadap biaya dapat dipilih tebal perkerasan yang minimum.

**Saran**

 Adapun saran yang dapat penulis berikan dalam Tugas Akhir ini adalah, untuk menghitung tebal perkerasan, sebaiknya menggunakan metode FAA saja, karena lebih mudah dipahami dibandingkan dengan metode lainnya dan juga metode FAA ini lebih akurat perhitungannya karena merupakan pengembangan dari metode-metode lainnya.

**DAFTAR PUSTAKA**

FAA, *Advisory Circular* AC-150/5320-6E. *“ Airport Pavement Design and Evaluation ”*, United States of America, 2009.

Basuki, H. *“* Merancang dan Merencanakan Lapangan Terbang *”*, Penerbit Alumni, Bandung, 1986.

Yoder, J. dan Witczak, W. “ *Principle of Pavement Design* ”, *Second Edition*, London, 1975.

Horonjeff, R. dan McKelvey, X. *“* Perencanaan dan Perancangan Bandar Udara *”,* Penerbit Erlangga, Jakarta,1993.

Tukimun, ST.,MT , “ Perhitungan Tebal Perkerasan Metode CBR, LCN, FAA ”, Materi Kuliah Lapangan Terbang, Samarinda, 2015.