

**TUGAS AKHIR
PERANCANGAN PENINGKATAN LAPIS KERAS
LENTUR LANDAS PACU BANDAR UDARA
SUPADIO PONTIANAK**



OLEH :

**NAMA ; HENDRI AKBAR SUSANTO
NO.MHS : 92 310 204
NIRM ; 920051013114120204**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
1997**

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN PENINGKATAN LAPIS KERAS
LENTUR LANDAS PACU BANDAR UDARA
SUPADIO PONTIANAK



OLEH :

NAMA ; HENDRI AKBAR SUSANTO
NO.MHS : 92 310 204
NIRM ; 920051013114120204

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Sukarno, SU

Dosen Pembimbing I

Ir. Bachnas, MSC

Dosen Pembimbing II

Sukarno

Tanggal :

1 - 10 - 97

Bachnas

Tanggal :

30 okt 97

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT. Atas rahmat karuniaNya yang telah dilimpahkan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Adapun judul Tugas Akhir adalah "PERANCANGAN PENINGKATAN LAPIS KERAS LENTUR LANDAS PACU BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK".

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk dapat memperoleh derajat kesarjanaan Teknik Sipil setingkat S1 pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan terimakasih yang sebanyak – banyaknya kepada :

1. Bapak Prof. H. Zaini Dahlan, MA selaku Rektor Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. Susastrawan, MS selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
3. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta dan juga sebagai Dosen Penguji dalam pendadaran Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Sukarno, SU selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Bachnas, MSC selaku Dosen pembimbing II Tugas Akhir.
6. Bapak Pimpinan PT. Angkasa Pura II (Persero) Kalimantan Barat.
7. Bapak Pimpinan Departemen Perhubungan Pontianak, Kalimantan Barat.

8. Kedua orang tua, kakak dan adik - adik yang telah memberikan dukungan dan segalanya bagi penyusun.
9. Ibu Ir. Endang Tantrawati, MS sebagai dosen wali.
10. Ibu Ir. Miftahul Fauziah yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir.
11. Teman – teman terbaik : Ir. Deny S, Adi Gondrong, Abank Basuki Rahkmad, Arief Amric, Arfani, Yudi & Esti, Nana yang baik..sekali, Lia yang manis, Sisy Lia J yang telah banyak memberikan dorongan moril.
12. Seluruh keluarga Meramput (khususnya Pino yang rajin), Keluarga kost Bu Domo (khususnya Supre' yang lucu & Asnan 21 Studio), Keluarga WM Kaula (khususnya Mas Eko) dan Datum Studio.
13. Teman – Teman sewaktu TA : Pulus Amalo, Supratmanto dan Zulkarnain 348.
14. Spesial Shia Moy yang selalu memberikan motivasi.
15. Seluruh sahabat yang telah memberikan dorongan dalam bentuk moril bagi penyusun.

Akhirnya penyusun berharap semoga penulisan Tugas Akhir ini akan bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi pembaca umumnya.
Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, Oktober 1997

Penyusun,

“..... Katakanlah : Adakah sama orang-orang
yang mengetahui dengan orang-orang
yang tidak mengetahui ?
.....Sesungguhnya orang yang berakallah
yang dapat menerima pelajaran.....”

Q.S. Az-Zumar : 9

Kupersembahkan TA kepada :

**Bapak dan Ibu, Kak Rina, adik-adikku..Dedy, Rony, Tika
dan Deny serta seluruh keluarga tercinta**

**Yang telah memberikan dorongan semangat moriil dan
materiil**

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR NOTASI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	4
2.1.1 Landas Pacu	4
2.1.2 Landas Hubung	6
2.1.3 Apron Tunggu	6
2.2 Khusus	6
2.2.1 Struktur Lapis Keras Lentur	6
2.3 Dasar Perancangan Lapis Keras Lentur	9
2.3.1 Pengaruh Karakteristik Pesawat Terbang	9
2.3.2 Kondisi dan Daya Dukung Tanah	10
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Metode CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	12

3.2 Metode FAA (<i>Federal Aviation Administration</i>)	25
3.3 Metode LCN (<i>Load Classification Number</i>)	33
BAB IV DATA PERANCANGAN	
4.1 Kondisi Lalu Lintas Udara	42
4.2 Karakteristik Pesawat Terbang	44
4.3 Daya Dukung Tanah Dasar	45
4.3.1 Kondisi Tanah Dasar	45
4.3.2 Pembahasan	46
4.4 Data Landas Pacu	47
BAB V PERANCANGAN	
5.1 Metode CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	48
5.2 Metode FAA (<i>Federal Aviation Administration</i>)	56
5.3 Metode LCN (<i>Load Classification Number</i>)	60
BAB VI PEMBAHASAN	
6.1 Uraian	65
6.2 Metode CBR	66
6.3 Metode FAA	67
6.4 Metode LCN	69
BAB VII KESIMPULAN dan SARAN	
7.1 Kesimpulan	71
7.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN - LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas bidang kontak roda
α	=	Faktor perulangan beban
C	=	<i>Coverage</i> (Lintasan roda untuk melewati setiap titik di lajur lalu lintas)
CBR	=	<i>California Bearing Ratio</i> (nilai CBR <i>subgrade</i>)
d	=	Jarak tepi dalam roda
E	=	Modulus elastisitas
ESWL	=	<i>Equivalent Single Wheel Load</i>
EAD	=	<i>Equivalent Annual Departures</i>
f	=	Persentase tebal rencana ($0,23 \log C + 0,15$)
F	=	Faktor difleksi
F	=	EWLF
H _t	=	Tebal total lapis keras
H ₁	=	Tebal <i>surface course</i>
H ₂	=	Tebal <i>base course</i>
H ₃	=	Tebal <i>subbase course</i>
LCN	=	<i>Load Classification Numbers</i>
N	=	Jumlah roda pada satu <i>main gear</i>
MTOW	=	<i>Maximum Take Off Weight</i>
p _k	=	Tekanan roda
p	=	Intensitas beban
P	=	Beban roda tunggal
P _d	=	Intensitas beban roda ganda

P_s	=	Intensitas beban roda tunggal
P_k	=	Beban satu roda utama
r	=	Jari – jari bidang kontak
R_1	=	EAD pesawat rencana
R_2	=	<i>Annual departures</i> pesawat campuran
S_d	=	Jarak roda dari sumbu ke sumbu
t	=	Tebal rencana
T_p	=	Tekanan roda (<i>tire pressure</i>)
W	=	Lendutan (difleksi)
W_1	=	Beban satu roda pesawat rencana
W_2	=	Beban satu roda pesawat campuran
Z	=	Kedalaman pembebanan akibat roda pesawat
σ_j	=	Tegangan akibat kendaraan j
σ_s	=	Tegangan akibat kendaraan standard

DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1 Persyaratan *subbase course*
- Tabel 3.2 CBR rencana untuk *base course*
- Tabel 3.3 Ketebalan minimum untuk pembebanan pesawat berat
- Tabel 3.4 Ketebalan minimum untuk pembebanan pesawat sedang
- Tabel 3.5 Ketebalan minimum untuk pembebanan pesawat ringan
- Tabel 3.6 Faktor konversi konfigurasi roda ke pesawat rencana
- Tabel 3.7 Hubungan antara beban roda, takanan ban dan nilai LCN
- Tabel 4.1 Data lalu lintas udara tahun 1990 -1996
- Tabel 4.2 Ramalan pergerakan pesawat terbang
- Tabel 4.3 Karakteristik pesawat terbang
- Tabel 5.1 Faktor difleksi akibat beban roda pada titik A dan B
- Tabel 5.2 Ratio faktor – faktor difleksi
- Tabel 5.3 Penentuan gerakan pesawat relatif
- Tabel 5.4 Data lalu lintas udara yang diramalkan beroperasi
- Tabel 5.5 Data ramalan keberangkatan tahunan pesawat yang dikonversi
- Tabel 5.6 Data penentuan beban roda pesawat rencana dan campuran
- Tabel 5.7 Hasil perhitungan tebal lapis keras untuk daerah kritis dan non kritis
- Tabel 6.1 Tabel hasil perhitungan tebal lapis keras untuk masing – masing metode

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 Grafik tebal lapis perkerasan sehubungan dengan nilai CBR
- Gambar 3.2 Grafik ekstrapolasi tebal perkerasan dengan teori elastik
- Gambar 3.3 Grafik perencanaan sementara pondasi untuk perkerasan lentur
- Gambar 3.4 Faktor difleksi dengan radius r pada titik dibawah sumbu - x
- Gambar 3.5 Harga faktor pengulangan beban α
- Gambar 3.6 Kurva perancangan lapis keras lentur *light load*
- Gambar 3.7 Kurva perancangan lapis keras lentur *medium load*
- Gambar 3.8 Kurva perancangan lapis keras lentur *heavy load*
- Gambar 3.9 *layout traffic area* untuk perencanaan lapis keras lentur
- Gambar 3.10 Konfigurasi roda pendaratan roda pesawat
- Gambar 3.11 Grafik perencanaan untuk roda tunggal
- Gambar 3.12 Grafik perencanaan untuk roda ganda
- Gambar 3.13 Ketentuan tebal lapis pondasi atas minimum untuk perkerasan lentur
- Gambar 3.14 Kurva hubungan bidang kontak – beban kegagalan
- Gambar 3.15 Kurva LCN pada batas beban, tekanan ban dan bidang kontak
- Gambar 3.16 Kurva nilai LCN yang dinyatakan dengan ESWL
- Gambar 3.17 Distribusi beban *dual wheel* pada lapis keras lentur
- Gambar 3.18 Analisis ESWL untuk pesawat *dual wheel*
- Gambar 3.19 Analisis ESWL untuk pesawat *dual tandem*
- Gambar 3.20 Kurva perencanaan lapis keras lentur untuk landas pacu metode LCN
- Gambar 5.1 Konfigurasi roda *dual wheel*

- Gambar 5.2 Kurva penentuan faktor difleksi pada titik tinjauan A dan B
- Gambar 5.3 Tebal lapisan sesuai nilai CBR yang didapat dengan metode CBR
- Gambar 5.4 Sketsa konstruksi lapis keras lentur dengan metode CBR
- Gambar 5.5 Sketsa konstruksi lapis keras lentur dengan metode FAA
- Gambar 5.6 Kurva rencana perhitungan EWSL pesawat
- Gambar 5.7 Sketsa konstruksi lapis keras lentur dengan metode LCN

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Peta situasi Bandar Udara Supadio Pontianak
- Lampiran 2 Peta situasi Bandar Udara Supadio Pontianak sesuai rencana induk
- Lampiran 3 Rute penerbangan pesawat di Bandar Udara Supadio Pontianak
- Lampiran 4 Data lalu lintas pesawat udara domestik tahun 1990 - 1996
- Lampiran 5 Data lalu lintas pesawat udara tahun 1989 - 1993
- Lampiran 6 Target pengembangan bandar udara PT. Angkasa Pura II Pontianak
- Lampiran 7 Kurva rencana perkerasan lentur daerah kritis untuk *single wheel*
- Lampiran 8 Kurva rencana perkerasan lentur daerah kritis untuk *dual wheel*
- Lampiran 9 Kurva rencana perkerasan lentur daerah kritis untuk *dual tandem wheel*
- Lampiran 10 Kurva rencana perkerasan lentur untuk tebal minimum *base course*
- Lampiran 11 *Flexible pavement desing curves for runway*
- Lampiran 12 Grafik rencana penentuan nilai ESWL dalam metode LCN
- Lampiran 13 Laporan kinerja perusahaan tahun 1996 PT. Angkasa Pura II Pontianak

INTISARI

Aktivitas bandar Udara Supadio Pontianak sebagai salah satu pintu gerbang Kalimantan Barat selama kurun waktu sepuluh tahun terakhir ini terus meningkat dengan pesat, sejalan dengan meningkatnya laju pertumbuhan ekonomi. Tetapi prasarana fasilitas yang tersedia sekarang ini sudah kurang memadai lagi untuk mendukung laju pertumbuhan lalu lintas udara sehingga diperlukan pengembangan di bandar udara tersebut. Diharapkan nantinya Bandar Udara Supadio dapat melayani lalu lintas pesawat terbang yang lebih besar secara penuh, aman, tertib dan lancar sesuai dengan tuntutan pelayanan penerbangan.

Dalam Tugas ini perancangan dilakukan dengan pembahasan masalah lebih dititik beratkan pada perancangan ketebalan lapis keras lentur landas pacu (runway) untuk pesawat rencana DC - 9 - 32. Ketebalan lapisan perkerasan masing - masing lapisan ditentukan dengan metode CBR, FAA dan LCN.

Persamaan dari ketiga metode perancangan CBR, FAA dan LCN adalah penentuan ketebalan lapis keras yang berdasarkan pada daya dukung tanah dasar dan bahan lapis keras yang dinyatakan dalam CBR. Sedangkan perbedaan dari ketiga metode tersebut yaitu pada asumsi, parameter dan prosedur perancangan yang dipergunakan oleh masing - masing badan penerbangan yang mengeluarkan metode tersebut. Dari perancangan tebal total lapis keras lentur landas pacu didapat total lapis keras terkecil dihasilkan oleh metode CBR dan tebal total perkerasan terbesar diperoleh dari metode LCN.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas Bandar Udara Supadio Pontianak selama kurun waktu sepuluh tahun terakhir ini terus meningkat dengan pesat, sehingga dirasakan prasarana dan fasilitas yang tersedia sudah kurang memadai lagi untuk mendukung laju pertumbuhan lalu lintas udara di bandar udara tersebut. Hal ini sejalan dengan meningkatnya laju pertumbuhan ekonomi demi suksesnya program pemerintah di bidang industri non migas.

Bandar Udara Supadio Pontianak sebagai salah satu pintu gerbang Kalimantan Barat yang mempunyai potensi budaya dan industri kerajinan maupun pesona wisata perlu kiranya ditata dan dikembangkan sedemikian rupa sehingga mampu berfungsi mendorong potensi yang ada.

Dengan semakin tingginya frekuensi lepas landas dan pendaratan pesawat terbang yang pada tahun 1987 telah mencapai 13.837 gerakan (jumlah dari pesawat datang dan pesawat berangkat) dan diperkirakan pada tahun 2005 saat kegiatan pengembangan bandar udara, pertumbuhan pergerakan pesawat akan

mencapai 21.000 gerakan maka dalam kondisi normal pertumbuhan gerakan pesawat yang diramalkan dapat meningkat dengan pesat.

Bandar Udara Supadio Pontianak saat ini mempunyai panjang landasan 1850 m x 30 m yang mampu menampung operasi pesawat F-28 secara penuh dan pesawat F-100 secara terbatas.

Perencanaan suatu bandar udara adalah suatu proses yang sedemikian rumitnya sehingga analisis suatu kegiatan tanpa memperhitungkan pengaruhnya pada kegiatan yang lain tidak akan menghasilkan penyelesaian yang memuaskan. Suatu bandar udara mencakup suatu kumpulan kegiatan yang luas yang mempunyai kebutuhan – kebutuhan yang berbeda dan sering bertentangan. Kegiatan – kegiatan itu tergantung satu sama lainnya sehingga satu kegiatan tunggal dapat membatasi kapasitas dari keseluruhan kegiatan. Pada waktu yang lalu, rencana induk bandar udara dikembangkan berdasarkan kebutuhan – kebutuhan penerbangan lokal. Pada waktu sekarang ini rencana tersebut telah digabungkan kedalam suatu rencana induk bandar udara yang tidak hanya memperhitungkan kebutuhan – kebutuhan di suatu daerah bandar udara tertentu saja, tetapi juga kebutuhan – kebutuhan secara keseluruhan dari sistem bandar udara yang melayani suatu daerah, wilayah, negara bagian atau negara.

Mengingat berbagai masalah tersebut diatas, maka pengembangan pembangunan Bandar Udara Supadio Pontianak mutlak diperlukan sebagai antisipasi terhadap semakin meningkatnya pelayanan jasa angkutan udara tersebut.

Landas pacu merupakan salah satu komponen dalam sistem bandar udara, kinerjanya sangat mempengaruhi seluruh kegiatan operasional bandar udara. Landas pacu yang ada sekarang belum dapat melayani pesawat berbadan lebar khususnya DC-9 dan B-737 ataupun pesawat sejenisnya.

1.2 Tujuan

Tujuan perancangan peningkatan struktur lapis keras lentur landas pacu Bandar Udara Supadio Pontianak adalah agar dapat mengetahui secara jelas dan detail dalam memahami sifat dari kemampuan konstruksi perkerasan tersebut sehingga dapat melayani lalu lintas pesawat terbang yang lebih besar secara penuh, aman, tertib dan lancar sesuai dengan tuntutan pelayanan penerbangan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini studi dilakukan dengan pembahasan masalah lebih dititik beratkan pada perancangan ketebalan lapis keras lentur landas pacu untuk pesawat rencana DC-9 - 32 atau pesawat terbang yang mempunyai karakteristik seperti pesawat DC-9 - 32. Ketebalan lapisan perkerasan masing-masing lapisan ditentukan dengan metode :

1. Metode CBR (*California Bearing Ratio*)
2. Metode FAA (*Federal Aviation administration*)
3. Metode LCN (*Load Classification Number*)

Dalam perhitungan ketebalan perkerasan di asumsikan bahwa struktur perkerasan merupakan massa yang homogen.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

2.1.1 Landas Pacu

Komponen pokok bandar udara adalah Landas pacu (*runway*) yang digunakan untuk pendaratan (*landing*) dan tinggal landas (*take off*) pesawat. Sedangkan landas hubung (*taxiway*) adalah komponen dari *airport* yang digunakan untuk berjalan pesawat dari landas pacu ke tempat parkir pesawat (*apron*) (Achmad Zainuddin, B.E., 1986). Secara umum landas pacu (*runway*) dan landas hubung (*taxiway*) diatur sedemikian rupa untuk tujuan :

1. Memberikan pemisahan lalu lintas udara antara yang mendarat dan lepas landas.
2. Meminimalkan gangguan dalam operasi pendaratan, lepas landas dan gerakan di landasan hubung.
3. Memberikan jarak yang sependek mungkin antara daerah terminal dengan ujung landas pacu.

4. Memberikan jumlah landas hubung yang cukup sehingga pesawat yang mendarat dapat secepatnya meninggalkan landasan pacu dengan mengikuti rute yang paling pendek.

Bagian - bagian penting landas pacu adalah :

1. Lapis keras struktural (*structural pavement*) yaitu lapis keras yang berfungsi mendukung berat daripada pesawat terbang.
2. Bahu (*shoulder*) landasan adalah bagian perpanjangan dari arah melintang perkerasan landas pacu yang berfungsi menahan erosi akibat air dan tenaga (*blast*) pesawat terbang, untuk penempatan alat - alat pemeliharaan dan juga sebagai tempat pengawasan landas pacu.
3. Daerah aman landasan (*Runway safety area*) yaitu bagian memanjang dan melebar terhadap landas pacu yang harus dibersihkan, dikeringkan dan dipadatkan. Termasuk didalamnya perkerasan struktural, bahu landasan serta area bebas halangan. Area ini harus mampu dilalui peralatan – peralatan pemadam kebakaran, mobil – mobil ambulan, truk – truk penyapu landasan (*sweeper*) dan dalam keadaan yang dibutuhkan mampu dibebani pesawat yang keluar dari perkerasan struktural (*runway*).

4. Bantal hembusan (*blast pad*) adalah suatu daerah yang berfungsi mencegah erosi pada permukaan landasan akibat hembusan tenaga dari pesawat yang berulang - ulang. Bagian ini terletak di ujung - ujung landasan yang diperkeras atau dapat juga ditanami tumbuhan sebagai stabilisator. Berdasarkan pengalaman, panjang *blast pad* untuk pesawat - pesawat transport sebaiknya 200 ft (60 m), kecuali untuk pesawat berbadan lebar panjang yang dibutuhkan *blast pad* 400 ft (120 m).
5. Daerah aman (*safety area*) adalah daerah diujung landasan. Dibuat apabila dianggap perlu, ukurannya tergantung kebutuhan lokal.

2.1.1 Landas Hubung

Fungsi utama landas hubung (*taxiway*) adalah untuk memberikan jalan masuk pesawat terbang dari landas pacu ke daerah terminal dan hanggar pemeliharaan atau sebaliknya (R. Horonjeff & F.X. McKelvey, 1993). Diatur sedemikian rupa sehingga pesawat yang baru mendarat tidak mengganggu gerakan pesawat yang sedang bergerak perlahan untuk lepas landas.

2.1.2 Apron Tunggu

Apron tunggu (*holding apron*) adalah tempat untuk berhenti pesawat yang akan lepas landas, Sedangkan *holding bay* adalah merupakan suatu apron khusus yang dipakai untuk menyimpan pesawat yang hanya parkir saja, jadi

lebih kecil daripada apron untuk bongkar muat. Apron tunggu merupakan tempat dimana dilakukan pemeriksaan terakhir sebelum lepas landas dan juga tempat menunggu ijin penerbangan. Apron tunggu direncanakan dengan luas yang dapat menampung dua 2 pesawat terbang yang bisa saling bersimpangan.

2.2 Khusus

2.2.1 Struktur Lapis Keras Lentur

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan - lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan - lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan di bawahnya (Silvia Sukirman, 1992).

Perkerasan berfungsi sebagai tumpuan rata – rata pesawat, permukaan yang rata menghasilkan jalan pesawat yang nyaman, setiap lapisan dari atas ke bawah harus cukup kekerasan dan ketebalannya sehingga perkerasan tidak mengalami perubahan pada saat menahan beban (Distress).

Struktur perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat yang terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis pondasi bawah (*subbase course*) yang dihamparkan pada permukaan tanah dasar (*subgrade*) yang telah diperbaiki mutunya.

Lapis permukaan (*surface course*) adalah lapis yang terletak paling atas, dibentuk dari campuran agregat dengan bahan pengikat aspal, ketebalan yang biasa digunakan berkisar antara 10 cm atau lebih, dan berfungsi sebagai :

1. Lapis perkerasan penahan beban roda pesawat, lapisan harus memiliki stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Lapis kedap air, yang melindungi dari kerusakan akibat pengaruh cuaca
3. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang menahan gesekan roda pesawat dan menjaga pesawat tidak slip.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya, sehingga beban dapat dipikul oleh lapisan lain dengan mutu bahan yang lebih rendah.

Lapis pondasi atas (*base course*) adalah bagian struktur utama pada lapis keras lentur. Dibuat dari material yang dipersiapkan (campuran aspal atau semen), bisa juga dari bahan – bahan alam tanpa campuran (Heru Basuki, 1985). Tebal minimum yang dianjurkan oleh *Corps of Engineers* adalah 6 in, tetapi umumnya digunakan tebal yang lebih besar. Fungsi lapis pondasi adalah.

1. Mendistribusikan tekanan beban roda yang dipikul kepada lapisan dibawahnya.

2. Menahan tekanan vertikal yang mengakibatkan pengukuhan dan distorsi bidang permukaan.
3. Menahan perubahan volume yang disebabkan oleh perubahan kadar kelembaban.

Lapis pondasi bawah (*subbase course*) adalah lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Dibuat dari material yang diperbaiki dulu, dapat juga digunakan material alam, biasanya digunakan pitrun (sirtu) yang dihamparkan apa adanya setelah itu baru dipadatkan. Lapis pondasi bawah ini berfungsi :

1. Mendistribusikan beban roda ke lapis tanah dasar.
2. Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal, karena mutu materialnya yang lebih tinggi.
3. Lapis peresapan sehingga air tidak berkumpul di pondasi dan mencegah partikel - partikel halus dari tanah dasar naik kelapis pondasi atas.

Lapisan tanah dasar (*subgrade*) dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik atau dapat berupa tanah timbunan yang dipadatkan dan distabilisasikan.

Hal - hal yang menyangkut tanah dasar adalah :

1. Perubahan bentuk tanah dasar yang menerima beban sehingga dapat merusak lapis keras tersebut.
2. Pemadatan tanah dasar pada kadar air optimum untuk mengurangi perubahan volume.
3. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata di sepanjang lapis perkerasan. Hal ini menyebabkan perencanaan tebal perkerasan dapat di buat menjadi segmen -segmen yang berbeda.

2.3 Dasar Perancangan Lapis Keras Lentur

2.3.1 Pengaruh Karakteristik Pesawat Terbang

1. Beban Pesawat

Berat pesawat adalah penting untuk menentukan tebal landasan pacu, landas hubung dan perkerasan apron, dan berat pesawat mempengaruhi kebutuhan panjang landasan pacu dan pendaratan pendaratan pada suatu bandar udara.

Didalam perancangan lapis keras lentur ini beban yang diperhitungkan ialah beban maksimum pesawat pada waktu lepas landas (*maximum take - off weight*). Dianggap bahwa 95 persen dari beban maksimum tersebut didukung oleh gandar pendaratan utama (*main landing gear*), sedangkan 5 persen dari beban didukung oleh gandar depan (*nose gear*). Dengan demikian distribusi beban pada setiap roda ditentukan oleh konfigurasi dan jumlah roda pendaratan.

2. Konfigurasi dan Tekanan Roda Pendaratan

Konfigurasi roda pendaratan utama menunjukkan bagaimana bobot pesawat terbang di dibustrikan ke perkerasan dan menunjukkan bagaimana reaksi perkerasan terhadap beban yang diterimanya. Konfigurasi roda pendaratan utama di rancang untuk menyerap gaya - gaya yang ditimbulkan pada saat melakukan pendaratan dan berdasarkan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum.

3. Perkiraan Volume Lalu lintas

Perkiraan keberangkatan tahunan oleh setiap pesawat terbang diperlukan untuk perancangan perkerasan. Informasi tentang operasi pesawat terbang tersedia dari rencana induk bandar udara.

2.3.2 Kondisi dan Daya Dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air dan keadaan drainase. Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi mengalami perubahan volume yang kecil jika terjadi perubahan kadar air dan mempunyai daya dukung yang lebih besar jika dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah (Silvia Sukirman, 1992).

Tanah dasar mendukung perkerasan dan beban - beban yang berada di atas permukaan perkerasan. Besarnya kemampuan daya dukung tanah dasar akan menghasilkan tebal perkerasan yang semakin kecil. Daya dukung tanah

dasar pada perencanaan perkerasan lentur dinyatakan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). CBR pertama kali diperkenalkan oleh *California Division of Highways* pada tahun 1928. Harga CBR adalah nilai kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standard berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100 % dalam memikul beban lalu lintas udara.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan landasan sangat ditentukan oleh sifat – sifat daya dukung tanah dasar. Masalah – masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar adalah :

1. Perubahan bentuk akibat beban lalu lintas, pada jenis tanah dengan plastisitas yang tinggi. Lapisan – lapisan tanah lunak yang terdapat dibawah tanah dasar harus diperhatikan, daya dukung tanah dasar yang ditunjukkan oleh nilai CBRnya menunjukkan perubahan bentuk yang dapat terjadi.
2. Sifat kembang susut tanah akibat perubahan kadar air. Hal ini dapat dikurangi dengan memadatkan tanah pada kadar air optimum, dan kondisi drainase yang baik.
3. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata pada daerah dengan macam tanah dasar yang sangat berbeda. Dalam hal ini perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda dengan membagi panjang

landasan menjadi segmen – segmen berdasarkan sifat tanah yang berkaitan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metode CBR (*California Bearing Ratio*)

Metode CBR dikembangkan oleh *California Division of Highway* pada tahun 1928. Metode ini kemudian dipakai oleh *Corps of Engineer* dari Angkatan Bersenjata Amerika Serikat untuk keperluan bandar udara militer.

Pemakaian metode CBR dalam perencanaan penentuan ketebalan lapis pondasi bawah, pondasi atas dan lapis permukaan yang dibutuhkan dengan menggunakan beberapa kurva perencanaan dan pengujian tanah, telah memenuhi kriteria - kriteria pemilihan metode perencanaan. Syarat - syarat untuk pemilihan metode tersebut (R. Horonjeff & F.X. McKelvey, 1994), adalah :

1. Kemudahan prosedur pengujian tanah dasar dan bagian - bagian perkerasan lainnya.
2. Menghasilkan perkerasan yang diinginkan berdasarkan pengalaman
3. Dapat mengatasi masalah bandar udara dalam waktu relatif singkat.

Metode CBR digunakan untuk perencanaan penentuan ketebalan lapisan – lapisan *subbase, base dan surface* yang diperlukan, dengan memakai kurva – kurva rencana, dengan pengujian lapisan tanah yang sederhana.

Penyesuaian prosedur CBR terhadap perkerasan lapangan terbang yang menunjukkan hubungan empiris *CBR vs. ketebalan* ditunjukkan pada gambar 3.1. Kurva B menunjukkan tebal minimum dari struktur perkerasan untuk lalu lintas ringan. Kurva A menunjukkan tebal perkerasan pada kondisi lalu lintas jalan raya rata – rata. Analisis selanjutnya, bahwa kurva A yang menahan beban roda truk 9000 lbs diasumsikan mampu menahan beban roda pesawat 12.000 lbs. Hal ini disebabkan roda pesawat dioperasikan pada deformasi yang jauh lebih besar dari roda truk dan roda lalu lintas jalan raya mempunyai jalur roda – roda yang tertentu (terarah).

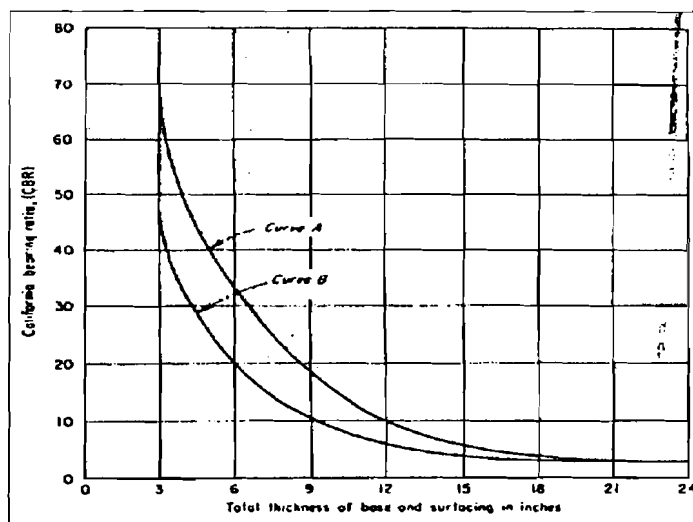
Corps of Engineers pertama kali menggunakan metode CBR, dengan tekanan kontak sebesar 60 lbs/in^2 dan bidang kontak dihitung untuk beban - beban roda tunggal berkisar 12.000 lbs, 25.000 lbs, 40.000 lbs hingga 70.000 lbs. Di gunakan teori Boussinesq untuk menentukan tegangan - tegangan geser akibat beban roda tunggal dan diplotkan dengan kedalaman yang ditunjukkan pada gambar 3.2. Tebal - tebal struktur perkerasan yang berhubungan dengan CBR sebesar 3, 5, 7 dan 10% pada kurva A diplotkan pada kurva tegangan geser untuk beban - beban roda (gambar 3.2), maka dapat ditentukan tegangan - tegangan dan kedalaman yang bersangkutan. Sebagai ilustrasi tegangan geser sebesar 5 psi akibat beban roda tunggal sebesar 12.000 lbs adalah ditumpu oleh lapisan dengan ketebalan 21 in untuk nilai CBR 3% (dari gambar 3.1).

Besarnya ketebalan lapisan tanah yang mampu menahan beban tersebut itulah yang diambil sebagai dasar perencanaan, sebab berdasarkan pengalaman tebal lapisan dan nilai CBR yang ada seperti diatas sudah teruji mampu menahan beban. Kedalaman tersebut dinyatakan sebagai ketebalan perkerasan, selanjutnya diplotkan ke grafik *CBR vs ketebalan* yang terlihat pada gambar 3.3.

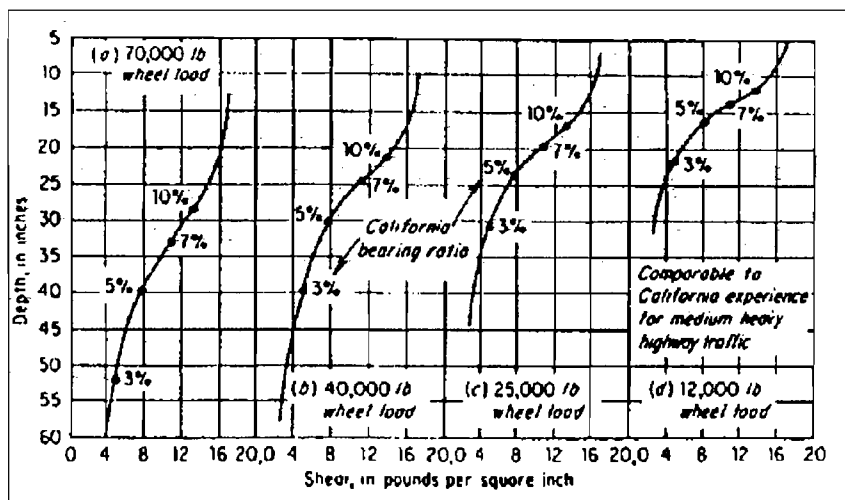
Gambar 3.3 adalah grafik perencanaan ketebalan sementara, sebagai pendekatan awal penggunaan grafik rencana dianggap yang paling baik dan telah terbukti cocok dengan ketebalan yang dikembangkan kemudian. Untuk hasil selanjutnya perlu diadakan koreksi dengan berdasarkan pengujian pembebanan skala penuh. Hasil pengujian yang mencakup pembuatan lintasan uji skala penuh menunjukkan bahwa kurva - kurva yang didapat dari pertimbangan - pertimbangan teoritis adalah konservatif untuk nilai - nilai CBR yang lebih tinggi.

Dari perhitungan teoritis dan data pengujian ditunjukkan bahwa beban roda tunggal, menghasilkan defleksi maksimum yang sama dengan yang dihasilkan oleh roda banyak dan akan menghasilkan regangan yang sama atau lebih besar pada lapisan pondasi di bandingkan dengan yang dihasilkan oleh beban roda banyak (R. Horonjeff & F.X. McKelvey).

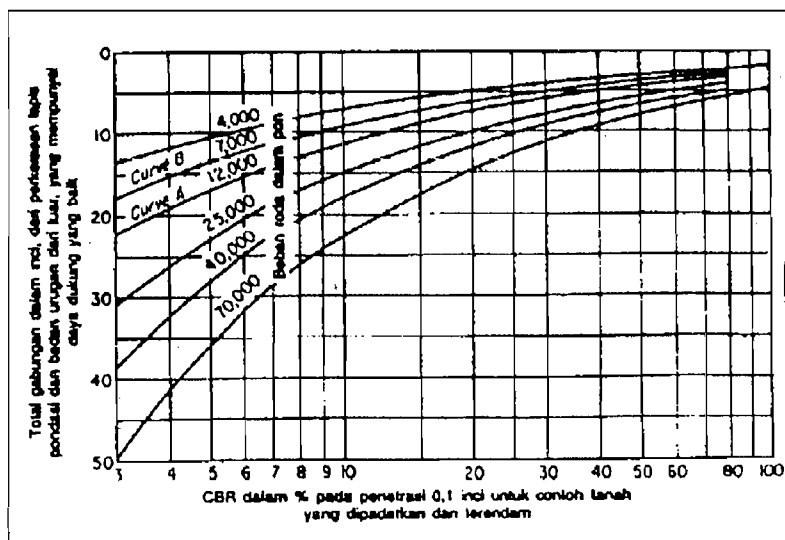
Dalam perencanaan ini digunakan konsep beban roda tunggal ekuivalen (ESWL) yaitu beban roda tunggal dianggap ekuivalen dengan beban roda banyak. Bidang kontak dari ESWL ini sama dengan bidang kontak pada salah satu roda dari susunan roda banyak. ESWL dihitung pada berbagai kedalaman (gambar 3.4) dengan menggunakan teori elastisitas untuk memenuhi kebutuhan penentuan tebal pada susunan roda banyak, dengan ukuran – ukuran roda dan beban total yang sudah diketahui. Untuk setiap kedalaman terdapat beban roda tunggal ekuivalen yang berbeda.



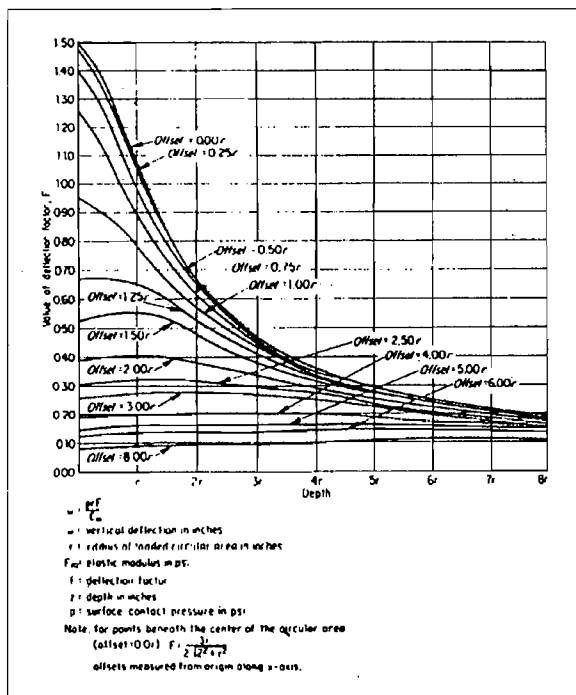
Gambar 3.1 Tebal lapisan perkerasan sehubungan dengan nilai CBR
Sumber : R. Horonjeff & R.X. McKelvey (1993)



Gambar 3.2 Ekstrapolasi tebal perkerasan jalan raya dengan teori elastis
 Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey (1993)



Gambar 3.3 Perencanaan sementara pondasi untuk perkerasan lentur
 Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey



Gambar 3.4 Faktor difleksi dengan radius r pada titik dibawah sumbu- x
 Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey

Lendutan (W) dinyatakan dengan persamaan Boussenisq yaitu untuk lendutan di bawah pusat pelat lentur (medium elastis).

$$W = \frac{prF}{E} \dots\dots\dots (3.1)$$

dengan :

W = Lendutan (difleksi)

P = Intensitas beban

E = Modulus elastisitas lapis keras

F = Faktor difleksi (didapat dari gambar 3.4)

Lendutan akibat beban roda tunggal : $W_s = \frac{rs}{E} p_s F_s$

Lendutan akibat beban roda ganda : $W_d = \frac{rd}{E} p_d F_d$

Karena $W_s = W_d$ dan $r_s = r_d$

Bidang kontak roda tunggal adalah sama dengan bidang kontak satu roda dari susunan roda ganda atau ratio ESWL (P_s) terhadap satu roda dari susunan roda ganda (P_d) adalah kebalikan dari ratio faktor - faktor defleksi maksimum.

Persamaan yang dihasilkan adalah :

$$\frac{P_s}{P_d} = \frac{F_d}{F_s} \dots\dots\dots (3.2)$$

Parameter - parameter yang dibutuhkan dalam perencanaan metode CBR pada beban roda tunggal untuk pengujian bagian - bagian dan prototip lapangan udara, adalah : tebal per akar pangkat dua dari bidang kontak (t / \sqrt{A}) dan CBR per tekanan ban, serta memisahkan beban kegagalan, tetapi bukan beban kegagalan untuk operasi - operasi yang mendekati kapasitas (kurang lebih 5000 lintasan). Pernyataan matematis untuk hubungan parameter tersebut adalah :

$$t = \sqrt{\frac{P}{8,1(CBR)} - \frac{A}{\pi}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dengan :

t = Tebal rencana, inci

P = Beban roda tunggal, lbs

A = Bidang kontak ban, inci²

Untuk mempehitungkan pengulangan beban dan konfigurasi roda banyak, persamaan diatas berubah menjadi :

$$t = f \sqrt{\frac{ESWL}{8,1(CBR)} - \frac{A}{\pi}} \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan :

f = persentase tebal rencana ($0,23 \log C + 0,15$)

$ESWL$ = beban roda - tunggal ekuivalen

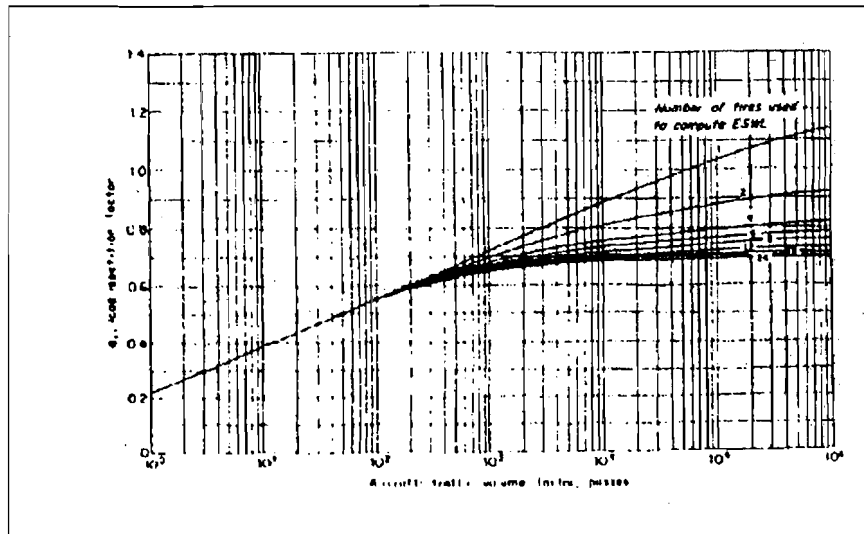
C = *coverage* (lintasan roda untuk melewati setiap titik di lajur lalu lintas satu kali)

Penelaahan - penelaahan terhadap perkerasan yang menerima beban poros roda pendaratan utama pesawat berat dengan susunan banyak roda (misalnya B-747), menunjukkan bahwa tebal perkerasan yang didapat pada pengulangan - pcngulangan beban yang lebih besar adalah kurang memadai apabila digunakan persamaan (3.4). Oleh karena itu metode perencanaan tebal rencana, kemudian menggunakan persamaan berikut :

$$t = ai \sqrt{\frac{ESWL}{8,1(CBR)} - \frac{A}{\pi}} \dots\dots\dots (3.5)$$

dengan :

α = faktor pengulangan beban, tergantung pada jumlah roda pendaratan utama (misal DC - 9 - 32 digunakan 4 roda).



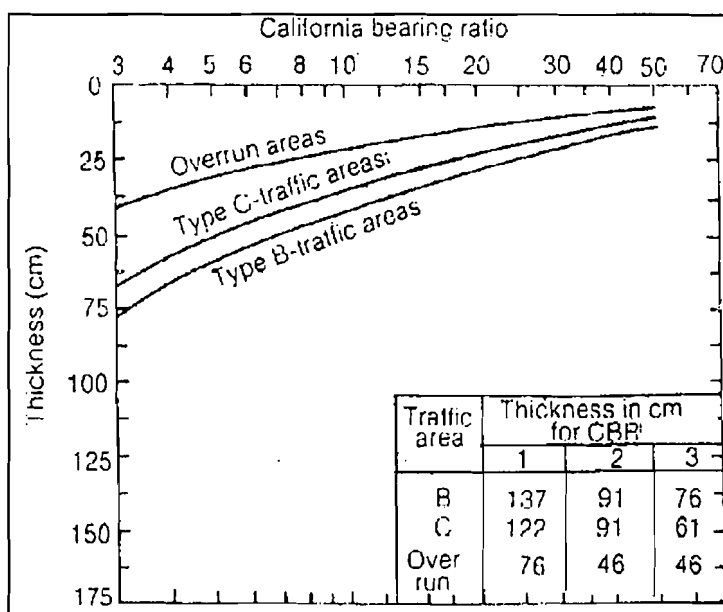
Gambar 3.5 Harga faktor pengulangan beban α
 Sumber : R. Horonjeff & F.X. Mckelvey

Corps of Engineering dalam perencanaan lapis keras lentur memberikan 3 kategori kondisi pembebanan, sebagai berikut :

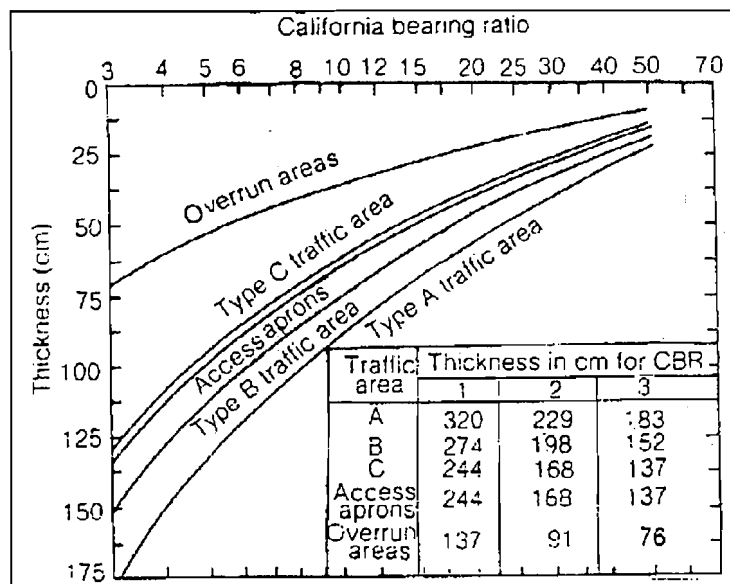
1. Pembebanan ringan (*Light Load*) dengan tipe roda pendaratan pesawat roda tunggal (*single wheel*) dan luas bidang kontak (A_c) = 100 in^2 .
2. Pembebanan sedang (*Medium Load*) dengan tipe roda pendaratan pesawat roda ganda, jarak roda 37 in dari as ke as dan luas bidang kontak (A_c) = 267 in^2 .

3. Pembebanan berat (*Heavy Load*) dengan tipe roda pendaratan *Dual tandem*, jarak roda 37-62-37 dari as ke as dan luas bidang kontak (A_c) = 267 in².

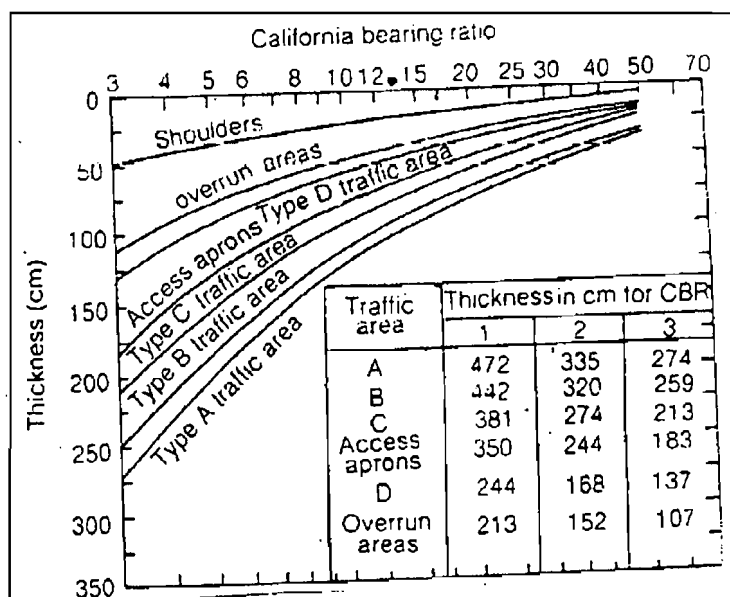
Dalam perencanaan lapis keras lentur seperti kasus di atas dapat digunakan kurva dasar perancangan pada gambar – gambar 3.6, 3.7 dan 3.8. Beban roda rencana masing – masing beban ringan (11,350 kg), medium (45,360 kg) dan berat (120,200 kg).



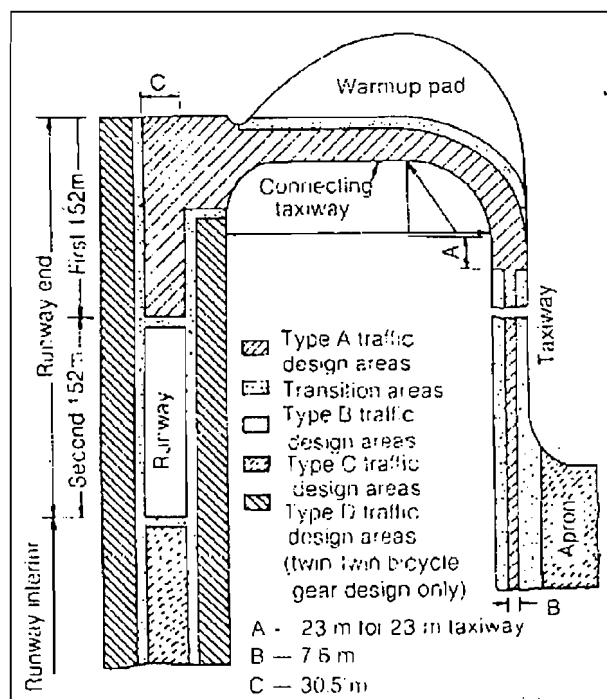
Gambar 3.6 Kurva perancangan lapis keras lentur untuk *light load*
Sumber : G. Venkatappa Rao (1992)



Gambar 3.7 Kurva perancangan lapis keras lentur untuk *medium load*
 Sumber : G. Venkatappa Rao (1992)



Gambar 3.8 Kurva perancangan lapis keras lentur untuk *heavy load*
 Sumber : G. Venkatappa Rao (1992)



Gambar 3.9 Layout *traffic area* untuk perencanaan lapis keras lentur
 Sumber : G. Venkatappa Rao (1992)

Masing - masing grafik perancangan tersebut diatas memberikan ketebalan - ketebalan pada daerah lalu lintas rencana (*design traffic area*) yang ditunjukkan pada gambar 3.9. Dari gambar di atas tersebut dapat dijelaskan masing - masing tipe daerah lalu lintas (*traffic area*) (N. Venkatappa Rao, 1992), yaitu :

a. Tipe A

Daerah lintasan didasarkan untuk beban terpusat maksimum pesawat, biasanya area tersebut terdiri dari *taxiway*, *taxiway* menuju *apron* dan pada 500 ft akhir *runway*.

b. Tipe B

Daerah lintasan didasarkan pada distribusi normal dari penyebaran beban maksimum pesawat. Fasilitas perkerasan tipe B termasuk 500 ft kedua pada akhir *runway*, *apron* dan perkerasan untuk pemeliharaan pesawat.

c. Tipe C

Daerah lintasan pada tipe ini mengalami pengurangan beban pesawat atau dimana hasil kecepatan pesawat kurang dari tegangan maksimum pada lapis keras termasuk bagian dalam *runway*, *taxiway* dan sekunder.

d. Tipe D

Daerah ini didasarkan pada lalulintas ringan yang kurang dari beban maksimum rata - rata. Daerah ini hanya diterapkan untuk bandar udara yang mengoperasikan pesawat B-52.

Lapisan *subbase* dapat terdiri dari bermacam – macam material, kondisi tanah dasar (*subgrade*) ada yang memungkinkan memenuhi syarat untuk

dijadikan lapisan *subbase* atau tanah dasar dapat distabilisasikan untuk kebutuhan *subbase*. *Corps of Engineers* menjelaskan bahwa penggunaan campuran tanah dasar untuk menghasilkan material *subbase* hanya dapat diijinkan bila nilai *liquid limit* dan *plasticity index* yang diperlukan untuk *subbase* dapat dipenuhi oleh tanah dasar alami (*natural subgrade*).

Tabel 3.1 Persyaratan *Subbase*

Lapisan	CBR rencana maksimum	Nilai maksimum yang diijinkan				
		<i>Gradation requirements</i> % passing				
		Ukuran (inch)	No. 10	No. 200	LL	PI
<i>Subbase</i>	50	3	50	15	25	5
<i>Subbase</i>	40	3	80	15	25	5
<i>Subbase</i>	30	3	100	15	25	5
Material terpilih	20	3	-	25	35	12

Tabel 3.2 CBR rencana untuk *Base Coarse*

Type	CBR rencana
Graded Crushed Aggregate	100
<i>Water - bound macadam</i>	100
<i>Dry - bound macadam</i>	100
Campuran aspal panas dari <i>central plant</i>	100
Batu kapur	80
Agregat yang distabilisir	80

Ketebalan lapis keras permukaan (*surface course*) dan lapis pondasi atas (*base course*) minimum untuk setiap daerah pembebanan pesawat di berikan pada tabel 3.3 - 3.5, di bawah ini :

Tabel 3.3 Ketebalan minimum untuk pembeban pesawat berat

Traffic Area	Minimum Thickness (in)					
	CBR base course - 100%			CBR base course - 80%		
	Pavement	Base	Total	Pavement	Base	Total
A	5	10	15	6	9	15
B	4	9	13	5	8	13
C	4	9	13	5	8	13
D	3	6	9	3	6	9
Access Apron	3	6	9	3	6	9
Shoulders	2	6	8	2	6	8

Tabel 3.4 Ketebalan minimum untuk pembebanan pesawat sedang

Traffic Area	Minimum Thickness (in)					
	CBR base course - 100%			CBR base course - 80%		
	Pavement	Base	Total	Pavement	Base	Total
A	4	6	10	5	6	11
B	3	6	9	4	6	10
C	3	6	9	4	6	10
Access apron	3	6	9	3	6	9

Tabel 3.5 Ketebalan minimum untuk pembebanan pesawat ringan

Traffic Area	Minimum Thickness (in)					
	CBR base course - 100%			CBR base course - 80%		
	Pavement	Base	Total	Pavement	Base	Total
B	3	6	9	4	6	10
C	3	6	9	3	6	9
Access apron	3	6	9	4	6	10

Sumber : Principles Of Pavement Desing, E. J. Yorder

3.2 Metode FAA (*Federal Aviation Administration*)

3.2.1 Penyelidikan Tanah

Perencanaan lapis keras dengan metode FAA saat ini adalah menggunakan sistem penggolongan tanah terpadu. Contoh tanah diuji untuk menentukan tipe tanah, gradasi dari butiran, batas - batas cair dan plastis, indeks plastisitas, hubungan kepadatan dan kelembaban, faktor - faktor susut, permeabilitas, kandungan organik dan sifat - sifat kekuatan termasuk CBR dan modulus reaksi tanah dasar. Penggolongan tanah terpadu pada dasarnya adalah memisahkan antara tanah berbutir kasar, halus dan tanah organik tinggi. Butiran kasar dan halus dibedakan pada banyaknya bahan yang tertahan pada saringan no. 200. Tanah berbutir kasar di bagi kedalam ukuran krikil dan pasir berdasarkan banyaknya bahan yang tertahan pada saringan no. 4. Sedangkan tanah berbutir halus dibagi menjadi dua kelompok, berdasarkan batas cair.

Di dalam perancangan lapis keras lentur umumnya digunakan nilai daya dukung tanah dasar (CBR) minimum 3 persen. Apabila nilai CBR kurang dari 3 persen dapat dilakukan stabilitas tanah dasar atau mengganti lapisan atas dengan bahan berkualitas yang lebih baik. Hal tersebut di maksudkan untuk menghindari lapis keras yang terlalu tebal, sehingga biaya konstruksi menjadi lebih mahal serta menghindari terjadinya defleksi yang sangat besar.

3.2.2 Pertimbangan Perencanaan Perkerasan

Parameter - parameter yang diperlukan untuk perencanaan meliputi berat lepas landas kotor, konfigurasi dan ukuran roda pendaratan, bidang kontak dan tekanan ban, dan volume lalu lintas. Parameter – parameter tersebut mempunyai hubungan dengan berat kotor pesawat. Maka dibuat grafik kurva perencanaan untuk menentukan ketebalan pekerasan, berdasarkan asumsi tertentu bagi konfigurasi roda – roda pendaratan pesawat. Kurva – kurva rencana dibuat terpisah dengan membedakan konfigurasi roda pendaratan tunggal, dua roda, *dual tandem wheel* dan pesawat berbadan lebar.

Data – data yang diasumsikan adalah sebagai berikut :

1. Pesawat dengan roda pendaratan tunggal (*single wheel*)

Diperhitungkan apa adanya (tidak ada asumsi khusus yang diperlukan).

2. Pesawat roda ganda (*Dual wheel*).

Studi tentang jarak antara poros roda – roda 51 cm (20 inch) cukup memadai untuk pesawat terbang ringan. Untuk pesawat terbang lebih berat jarak antara poros roda sama dengan 86 cm (34 inch).

3. Pesawat roda tandem ganda (*Dual Tandem wheel*)

Jarak antara poros - poros roda ganda 51 cm, jarak tandemnya 114 cm untuk pesawat ringan.

Untuk pesawat berat jarak antara roda ganda 76 cm dan jarak tandemnya 140 cm.

4. Pesawat berbadan lebar

Pesawat jenis ini adalah B-747, DC-10, L-1011, bentuk roda pendaratan serta berat pesawatnya sangat berlainan dengan pesawat jenis lainnya, karena itu khusus pesawat berbadan lebar dibuat kurva rencana sendiri.

Prosedur pertama perencanaan adalah menentukan ramalan keberangkatan tahunan dari setiap tipe pesawat dan mengelompokkan ukuran pesawat berdasarkan konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat berbadan sempit dan tipe pesawat untuk pesawat berbadan lebar. Roda pendaratan utama memikul 95 persen dari berat lepas landas maksimum, sedangkan 5 persen lagi dipikul oleh roda depan.

Penentuan pesawat rencana sesuai kebutuhan tebal perkerasan yang paling besar yaitu pada nilai keberangkatan tahunan ekuivalen (EAD = *Equivalent Annual Departures*) terbesar, dan tidak pasti berdasarkan pesawat yang paling berat yang akan beroperasi di bandar udara.

Ramalan lalu lintas tahunan merupakan sekumpulan dari berbagai macam pesawat terbang yang mempunyai tipe roda pendaratan yang berbeda – beda dan berlainan beratnya.

Penentuan keberangkatan tahunan ekuivalen (EAD) pesawat campuran akibat perbedaan konfigurasi roda pendaratan utama yaitu dengan mengkonversi konfigurasi roda pesawat campuran tersebut kedalam konfigurasi roda pendaratan pesawat rencana. Faktor konversi keberangkatan tahunan pesawat campuran menjadi keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat rencana, dirangkum dalam tabel 3.6, berikut ini:

Tabel 3.6 Faktor konversi roda ke pesawat rencana

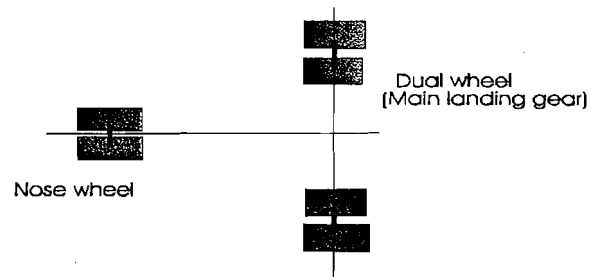
Konversi Dari	Ke	Faktor Konversi
Single Wheel	Dual Wheel	0,8
	Dual Tandem	0,5
Dual Wheel	Single Wheel	1,3
	Dual Tandem	0,6
Dual Tandem	Single Wheel	2,0
	Dual Wheel	1,7
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,7
	Dual Tandem	1,0

Sumber : R. Horonjeff & F.X. Mckelvey (1993)

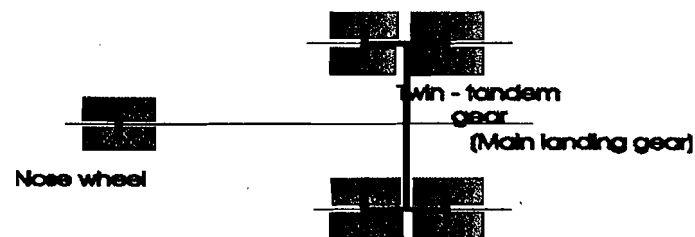
Pada pada gambar 3.10.a – 3.10.d diberikan gambaran tipe konfigurasi roda dari beberapa jenis pesawat.



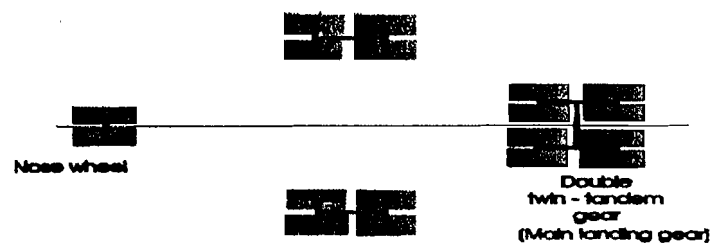
Gambar 3.10.a Konfigurasi roda pendaratan *single wheel*
(C – 212)



Gambar 3.10.b Konfigurasi roda pendaratan *dual wheel*
(DC-9, B-737, B-727)



Gambar 3.10.c Konfigurasi roda pendaratan *dual tandem wheel*
(B-707-320 B, CV 880, L-1011-100)



Gambar 3.10.d Konfigurasi roda pendaratan *Double dual tandem wheel*
(B-747-100)

Setelah pesawat terbang di kelompokkan menjadi konfigurasi roda pendaratan yang sama, maka tentukan keberangkatan tahunan ekuivalen

masing-masing pesawat. Keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat untuk perencanaan ditetapkan dengan menjumlahkan keberangkatan tahunan ekuivalen setiap pesawat dalam kelompok, dengan menggunakan persamaan 3.6.

$$\text{Log } R_1 = \text{log } R_2 \left[\frac{W_2}{W_1} \right]^{0,5} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dengan :

R_1 = EAD pesawat rencana

R_2 = jumlah keberangkatan tahunan pesawat campuran

W_1 = beban roda pesawat rencana

W_2 = beban roda pesawat campuran

Setelah departur tahunan ekuivalen ditentukan, maka selanjutnya rancangannya harus menggunakan kurva rancangan yang sesuai untuk rancangan pesawat terbang rencana.

Pada pengoperasian lepas landas pesawat di sebagian sistem landas pacu, sifat aerodinamika pesawat terbang dapat menurunkan beban perkerasan yang sebenarnya. Oleh karena itu perencanaan untuk daerah non kritis tebal perkerasan dapat dikalikan faktor 0,9 untuk tebal *subbase* dan *base*, sedangkan tebal lapis keras permukaan (*surface course*) di tentukan 10 cm (4 in) untuk daerah kritis dan 7,5 cm (3 in) untuk daerah non kritis. Tetapi untuk

memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan pada bagian persilangan (*typical cross section*) umumnya menggunakan tebal perkerasan untuk daerah kritis. Tebal lapis pondasinya juga perlu dikontrol terhadap persyaratan minimum dengan memperhatikan tebal lapis keras dan CBR tanah dasar.

Dalam hal tersebut diatas FAA memberikan kelonggaran perubahan tebal perkerasan pada permukaan yang berbeda sebagai berikut :

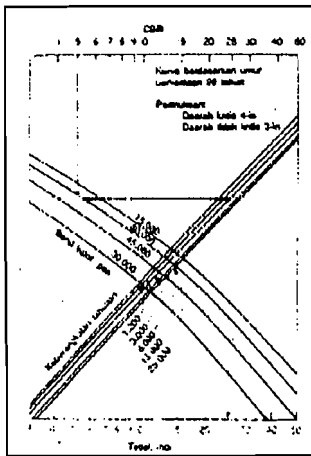
1. Tebal penuh T diperlukan ditempat pesawat yang akan berangkat, seperti apron, daerah tunggu (*holding area*), bagian tengah landas hubung (*taxiway*) dan landas pacu (*runway*).
2. Tebal perkerasan $0,9T$ digunakan oleh pesawat datang, seperti belokan landas pacu kecepatan tinggi.
3. Tebal perkerasan $0,7T$ digunakan pada tempat yang jarang dilalui pesawat, seperti tepi - tepi luar landas pacu dan landas hubung.

3.2.3 Perencanaan Perkerasan Lentur

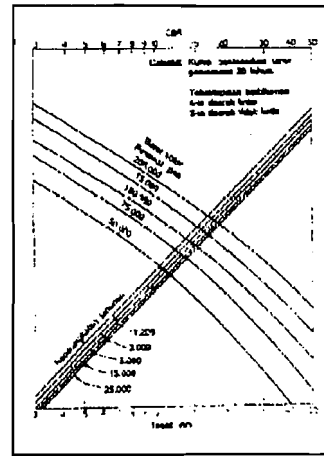
Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur yang diperlukan, FAA menyajikan kurva – kurva perencanaan pada gambar 3.11 sampai 3.13, yang menggunakan data - data nilai CBR, berat lepas landas kotor dan keberangkatan tahunan ekuivalen (EAD) pesawat rencana.

Untuk menentukan tebal total perkerasan (lapis permukaan, pondasi atas dan pondasi bawah), digunakan CBR tanah dasar (*subgrade*) bersama- sama

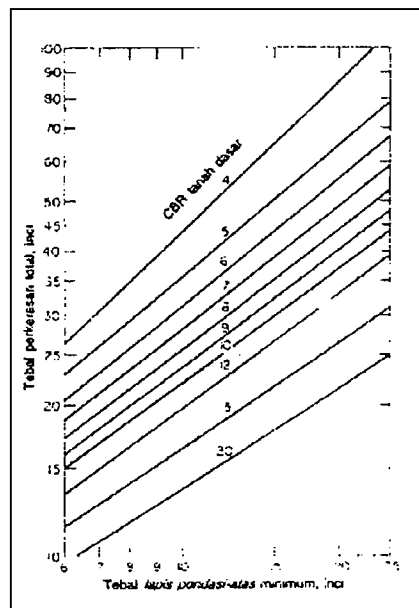
dengan berat lepas landas kotor dan jumlah keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat rencana pada grafik perencanaan FAA. Sedangkan untuk mendapatkan tebal lapis permukaan dan lapis pondasi atas digunakan data CBR pondasi bawah bersama – sama dengan berat lepas landas kotor dan jumlah keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat rencana. Meskipun demikian, tebal lapis pondasi atas minimum yang diperlukan diberikan batasan - batasan yang terdapat pada gambar (3.13). Lapis pondasi atas harus mempunyai tebal minimum 6 inci di daerah - daerah kritis.



Gambar 3.11 Grafik perencanaan untuk roda tunggal
Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey



Gambar 3.12 Grafik perencanaan untuk roda ganda
Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey



Gambar 3.13 Ketentuan tebal lapis pondasi atas minimum untuk perkerasan lentur.
Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey

Cara menggunakan kurva -kurva perencanaan dengan dimulai dari sumbu CBR, ditarik garis vertikal ke kurva berat lepas landas kotor, kemudian ditarik garis horisontal ke kurva keberangkatan tahunan ekuivalen (EAD) dan akhirnya ditarik lagi garis vertikal ke sumbu tebal perkerasan.

3.3 Metode LCN (*Load Classification Number*)

Metode LCN (*Load Classification Number* = Bilangan Penggolongan Beban) untuk perencanaan perkerasan dirumuskan dan dipublikasikan oleh *Air Ministry Directorat General of Work*, Inggris. Dalam metode ini kapasitas daya

dukung perkerasan dinyatakan dengan LCN. ESWL Juga dinyatakan sebagai LCN yang ditentukan oleh geometri roda, tekanan ban dan tebal perkerasan. Untuk dapat menggunakan perkerasan dengan aman maka LCN perkerasan lapangan terbang harus lebih besar daripada LCN pesawat. LCN perkerasan nilainya dipengaruhi oleh CBR tanah dasar dan tebal total lapis keras, sedangkan nilai LCN pesawat dipengaruhi oleh ESWL, tekanan roda dan jenis perkerasan (*flexible* dan *rigid*). Nilai LCN pesawat dapat ditentukan dengan menggunakan grafik pada gambar 3.16. Nilai LCN pesawat juga dapat dihitung dengan persamaan yang dikembangkan oleh *Boeing Pavement Evaluation*, 1976 sebagai berikut :

$$\text{LCN pesawat} = (1,14345 \times 10^{-3} \times \text{ESWL} \times \text{Tp}^{0,78895})^{0,820450} \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan : ESWL = *Equivalent Single Wheel Load* (lbs)

Tp = *Tire Pressure of main landing wheel* (psi)

Tabel 3.7 Hubungan antara beban roda, tekanan ban dan nilai LCN

Beban roda Lbs	Tekanan ban Lbs / in ²	Nilai ECN
100.000	120	100
90.000	115	90
80.000	110	80
70.000	105	70
60.000	100	60
50.000	95	50
40.000	90	40
30.000	85	30
20.000	80	20
10.000	75	10

Perkerasan lentur maupun perkerasan kaku di uji dengan pembebanan pelat (*bearing plates*) yang mempunyai bidang kontak yang berkisar antara 200 sampai 700 in² yang mewakili beberapa pesawat. Metode perancangan ini menggunakan kurva – kurva empiris yang didapat dari pengujian pembebanan (*loading tests*) diatas permukaan perkerasan dengan variasi ketebalan lapis keras dan daya dukung tanah dasar. Pengujian pembebanan pelat pada perkerasan lentur dan kaku telah menunjukkan hubungan antara *beban kegagalan vs. bidang kontak* dan diperlihatkan pada gambar (3.14).

Kurva tersebut diatas dirumuskan dalam bentuk :

$$\frac{W1}{W2} \left[\frac{A1}{A2} \right]^{0,44} \dots\dots\dots (3.8)$$

dengan :

W1, W2 = beban kegagalan yang berturutan, lbs

A1, A2 = luas daerah yang dibebani, in²

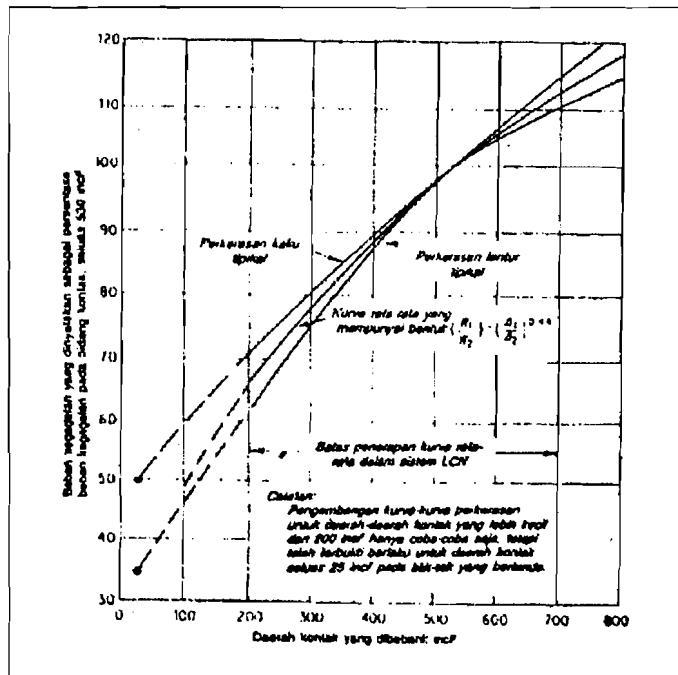
Pada gambar 3.14 perlu diperhatikan bahwa ordinat pada kurva menyatakan prosentase beban yang dibutuhkan untuk menghasilkan keruntuhan, apabila beban diaplikasikan pada pelat berdiameter 26 in (luas kontak area 530 in²).

Beban kegagalan pada perkerasan lentur merupakan beban yang menyebabkan pelat melendut secara progresif tanpa penambahan beban. Kurva LCN pada gambar 3.15 dibuat dengan cara sebagai berikut :

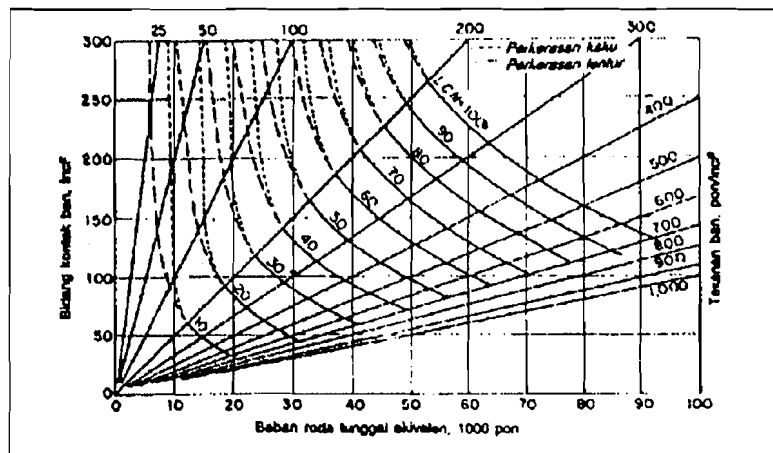
1. Garis bidang kontak ban didapat dari perbandingan beban dengan tekanan roda.

$$\text{Bidang kontak} = \frac{\text{Beban}}{\text{Tekanan ban}}$$

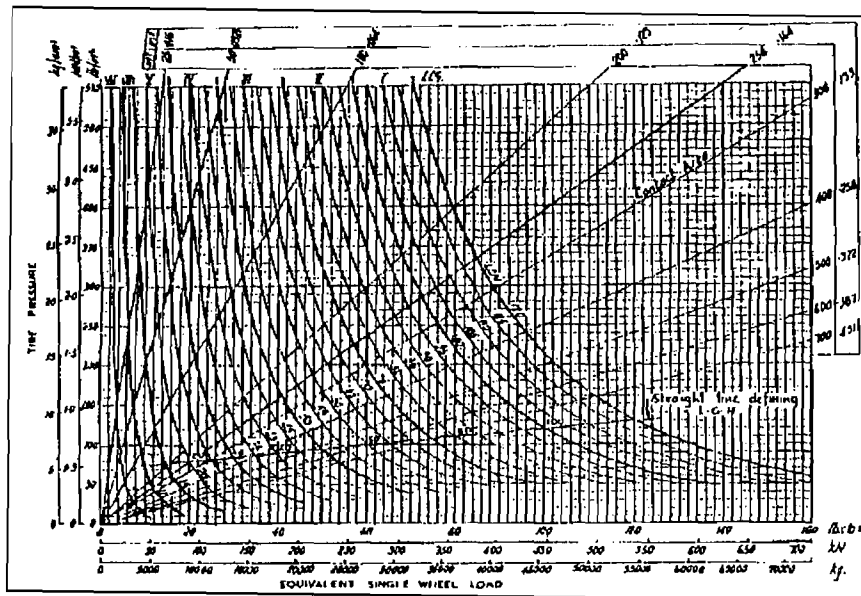
2. Satu titik pada setiap garis LCN langsung berasal dari kurva penggolongan beban standard.
3. Titik - titik lain pada setiap garis, dihitung berdasarkan persamaan 3.8, yaitu berdasarkan hasil *Bearing plates test*, yang berdasarkan pada kurva hubungan beban kegagalan dengan bidang kontak pada lapis keras lentur dan kaku.
4. Garis titik - titik merupakan penerusan sistem LCN secara coba - coba untuk menampung bidang - bidang kontak yang lebih dari 200 in² berdasarkan pengujian beban pada perkerasan dengan bidang kontak yang kecil.



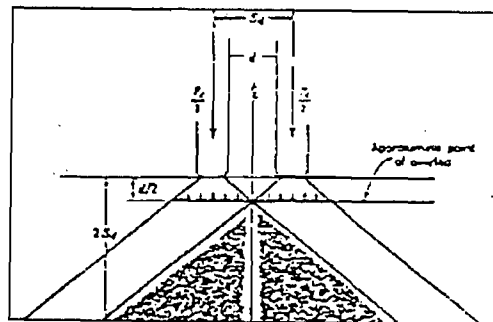
Gambar 3.14 Kurva hubungan bidang kontak - beban kegagalan
 Sumber : R. Horrendous & F.X. McKelvey



Gambar 3.15 LCN pada batas beban, tekanan ban dan bidang kontak
 Sumber : R. Horonjeff & F.X. McKelvey



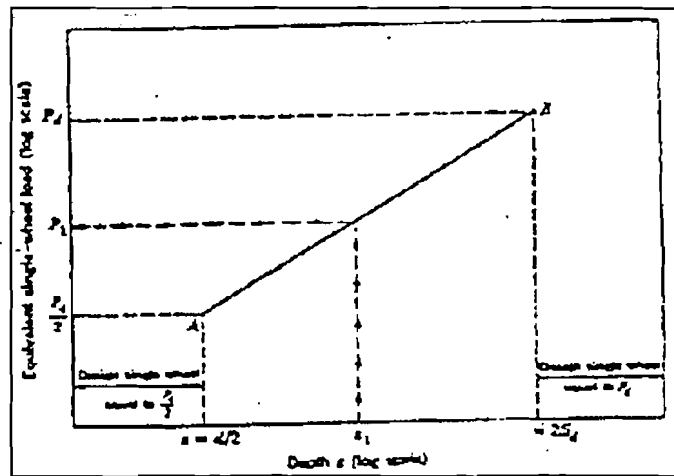
Gambar 3.16 Nilai LCN yang dinyatakan dengan ESWL, tekanan ban dan bidang kontak
 Sumber : M. Sargious, 1975



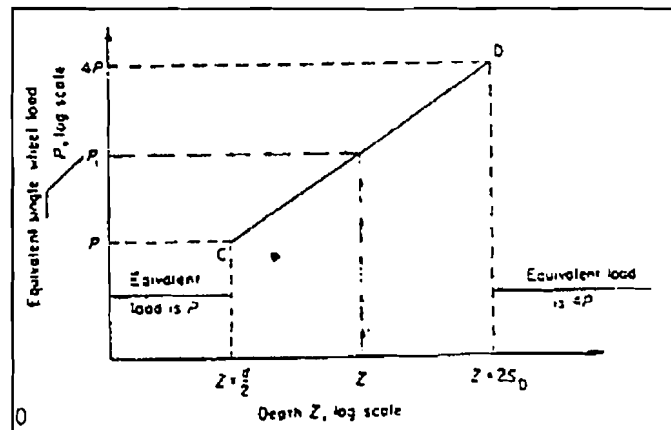
Gambar 3.17 Distribusi beban, dual wheel pada lapis keras lentur
 Sumber : E.J. Yorder & M.W. Witzak, 1975

Gambar 3.15 hanya berlaku untuk pesawat dengan beban roda tunggal, sehingga untuk pesawat dengan tipe roda ganda terlebih dahulu dikonversikan kedalam beban roda - tunggal ekuivalen (ESWL). Pada gambar 3.16

menunjukkan hubungan jarak antar roda pendaratan utama dan kedalaman yang diakibatkan oleh tekanan roda.



Gambar 3.18 Analisis ESWL untuk pesawat *Dual Wheel*
Sumber : E.J. Yorder & M.W. Witzak, 1975



Gambar 3.19 Analisis ESWL untuk pesawat *Dual Tandem*
Sumber : M. Sargious, 1975

Gambar 3.18 merupakan grafik skala logaritma, terlihat bahwa hubungan ESWL dan kedalaman (Z) pada kedalaman $d/2$ sampai dengan $2S_d$ berupa garis lurus. Analisis dari gambar tersebut, bahwa :

- a. Titik A adalah tekanan akibat beban roda tunggal yang terjadi sampai pada kedalaman $d/2$.
- b. Titik B adalah tekanan akibat beban roda ganda yang terjadi sampai pada kedalaman $2S_d$.
- c. Garis AB adalah beban roda tunggal ekuivalen, kedalaman Z_1 akibat beban roda tunggal ekuivalen diasumsikan antara $d/2$ sampai $2S_d$. Dengan menarik garis vertikal dari sumbu kedalaman (*depth* Z_1) dan diplotkan ke garis AB, kemudian ditarik garis horisontal maka akan didapat nilai beban roda tunggal ekuivalen atau ESWL (P_1).

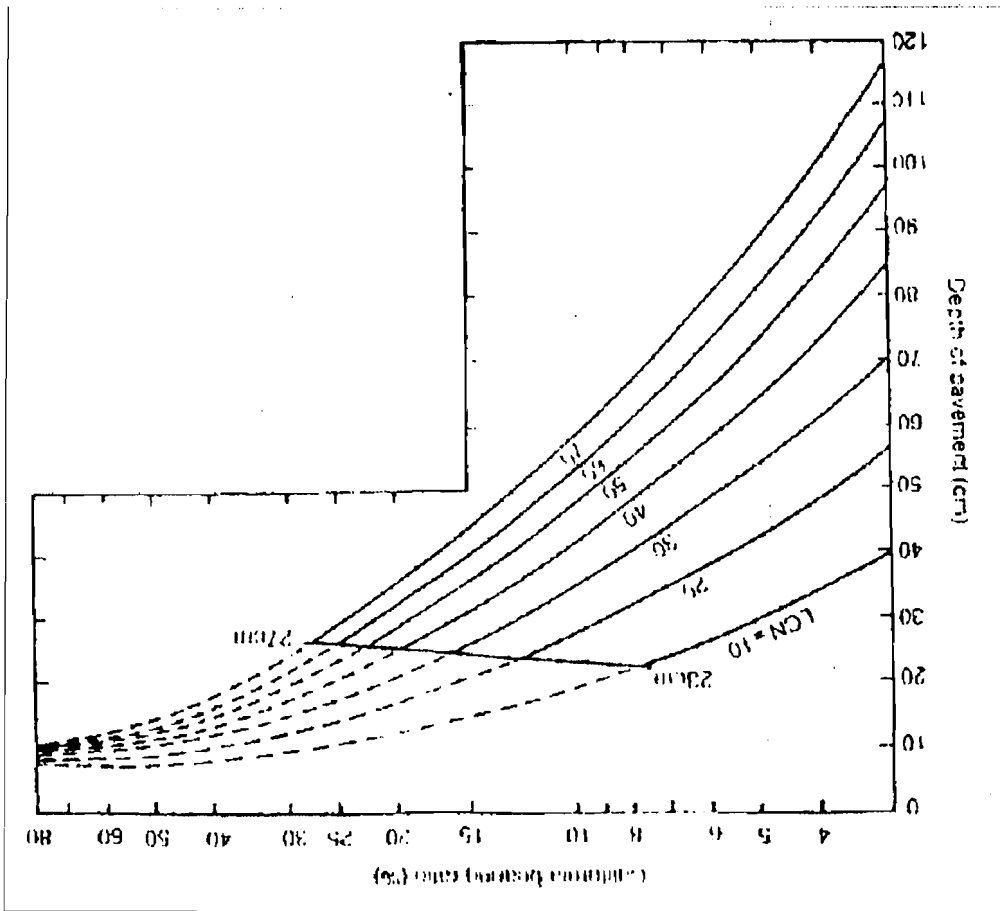
Untuk pesawat dengan konfigurasi roda pendaratan utama *Dual Tandem* penentuan ESWL ditunjukkan pada gambar 3.19. Analisis ESWL pada gambar tersebut, untuk beban roda ganda (*Dual Tandem*) sama prosedurnya dengan analisis beban roda tunggal. Hanya dibedakan oleh jarak diagonal S_D sebagai pengganti S_d .

Perancangan perkerasan lentur dengan metode LCN juga didasarkan pada nilai CBR dari tiap lapisan perkerasan. Kurva perancangan pada gambar 3.20 dihasilkan oleh sistem LCN yang diterapkan untuk CBR standard *US Corps*



Engineers, pada pemakaian tekanan roda sebesar 100 psi. Selanjutnya sistem LCN mengenalkan penggunaan kurva untuk beberapa kombinasi beban dan tekanan roda. Total ketebalan perkerasan lentur yang didapat dari kurva rencana (pada gambar 3.20) ditentukan dari nilai CBR untuk lapisan *subgrade*. Ketebalan *base course* dan kombinasi *wearing course* ditentukan dari nilai *CBR subbase course*, sedangkan ketebalan *surface course* ditentukan dengan menggunakan nilai CBR untuk *base course*. Garis yang menghubungkan dua nilai 9 in (23 cm) dan 10,5 in (27 cm) menunjukkan tebal perkerasan lentur minimum yang diijinkan. Sebagai catatan ketebalan perkerasan lentur yang dihasilkan dari kurva rencana telah memperhitungkan beban repetisi.

Gambar 3.20 Kurva rencana perkerasan lentur runway
 Sumber : M. Sargious



BAB IV

DATA PERANCANGAN

1.1 Kondisi Lalu Lintas Udara

Dari data bulan September 1997 yang diperoleh dari kantor Bandar Udara Supadio Pontianak diketahui bahwa penerbangan terjadwal di bandar udara tersebut, dibagi atas tiga arah, yaitu :

- a) Internasional, dengan frekuensi penerbangan 6 kali seminggu.
- b) Domestik, dengan frekuensi penerbangan 91 kali seminggu.
- c) Regional, dengan frekuensi 64 kali seminggu.

Dengan demikian secara keseluruhan, Bandar Udara Supadio melayani 2 x 161 gerakan penerbangan (pendaratan dan lepas landas) setiap minggunya. Jika dalam satu hari operasi penerbangan dilakukan selama 12 jam maka selang waktu penerbangan rata – rata berkisar 15 menit, hal ini menunjukkan kepadatan jadwal pengoperasian pesawat pada landas pacu di bandar udara tersebut.

Untuk menghitung gerakan pesawat terbang, perlu dihitung gerakan masing – masing jenis pesawat, baik terjadwal (reguler flight) maupun yang tidak terjadwal (irreguler flight) untuk tahun 1991, 1995, 2000 dan 2005.

Khusus untuk gerakan pesawat DC – 9 – 32 yang akan direncanakan beroperasi di bandar udara Supadio diasumsikan bahwa nantinya pesawat

tersebut akan digunakan untuk mengangkut jemaah haji dari Kalimantan Barat. Jumlah setiap tahun rata – rata 3000 jemaah dengan kapasitas penumpang pesawat 120 orang maka akan terjadi 25 keberangkatan.

Mengingat jenis pesawat yang menggunakan Bandar Udara Supadio cukup banyak, maka untuk mempermudah perhitungan diadakan pengelompokan jenis pesawat, yaitu pesawat katagori ringan (*light aircraft*) dengan berat *maximum take off weight* (MTOW) lebih kecil dari 6.500 kg dan pesawat relatif berat (*heavy aircraft*) dengan *maximum take off weight* lebih besar 6.500 kg. Dalam hal ini pesawat ringan diwakili oleh pesawat jenis CN-212.

Mengenai pengelompokan jenis pesawat yang digunakan untuk menghitung gerakan pesawat dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.1 Data lalu lintas udara tahun 1990 - 1996

Tahun	Pesawat		Penumpang	
	Datang	Berangkat	Datang	Berangkat
1990	7.187	7.192	185.736	178.819
1991	7.004	6.996	175.585	173.050
1992	6.939	6.939	168.253	164.308
1993	6.912	6.919	184.338	181.725
1994	6.572	6.568	200.839	199.215
1995	6.651	6.645	227.642	224.546
1996	7.945	7.935	260.506	258.572

Sumber : PT (Persero) Angkasa Pura II Bandar Udara Supadio Pontianak

Tabel 4.2 Prakiraan pergerakan pesawat terbang

Aircraft Type	Maximum Take off Weight (kg)	Movement			
		1991	1995	2000	2005
F-28	33.110 (72.994 lbs)	4.734	4.904	5.852	6.982
F-27	20.410 (44.996 lbs)	1.459	1.527	1.856	2.250
F-50	33.110 (72.994 lbs)	70	70	70	70
HS-748	21.092 (46.500 lbs)	894	1.076	1.327	1.631
VC-8	29.260 (64.506 lbs)	20	20	20	20
DC-3	12.200 (26.896 lbs)	104	104	104	104
C-130	58.970 (130.004 lbs)	78	126	126	269
CN - 212	6.500 (14.330 lbs)	7.394	7.885	8.417	9.164

Sumber : PT. (persero) Angkasa Pura II Bandar Udara Supadio Pontianak

4.2 Karakteristik Pesawat Terbang

Karakteristik pesawat terbang yang berpengaruh terhadap perencanaan lapis keras dirangkum dalam tabel 4.3, dibawah ini :

Tabel 4.3 Karakteristik pesawat terbang

Aircraft Type	Konfigurasi Roda	Maximum Take off Weight kg	Tekanan roda Psi
DC-9-32	Dual Wheel	49.443 (109.000 lbs)	152
F-28	Dual Wheel	33.110 (72.994 lbs)	98
F-27	Dual Wheel	20.410 (44.996 lbs)	77
F-50	Dual Wheel	33.110 (72.994 lbs)	98
HS-748	Dual Wheel	21.092 (46.500 lbs)	84
VC-8	Dual Wheel	29.260 (64.506 lbs)	98
DC-3	Dual Wheel	12.200 (26.896 lbs)	60
C-130	Dual Tandem	58.970 (130.004 lbs)	170
CN-212	Single	6.500 (14.330 lbs)	60

4.3 Daya Dukung Tanah Dasar

4.3.1 Kondisi Tanah Dasar

Kondisi lapisan – lapisan tanah dasar yang dijumpai di lokasi perencanaan landasan pacu rata – rata seragam dan sedikit bervariasi. Lapisan atas sampai kedalam sekitar 14 sampai 18 meter berupa lempung lanau dengan kondisi sangat lunak atau lunak dan dijumpai sejumlah kecil bahan organik. Lapisan tanah keras terletak pada kedalaman lebih dari 30 meter (didapat dari kedalaman uji sondir). Muka air tanah dijumpai pada kedalaman kurang dari 1 meter dari muka tanah setempat.

Pengujian nilai CBR tanah asli dilokasi yang direncanakan berkisar antara 0,07 % sampai dengan 0,08 %. Rendahnya nilai CBR yang diperoleh dari tes CBR lapangan, disebabkan karena pengujian dilakukan pada lokasi tanah tidak terusik tergenang air dan mengandung banyak lumpur. Sedangkan pengujian CBR di laboratorium menghasilkan nilai CBR rencana berkisar antara 1,18 % sampai dengan 1,85 %. Oleh karena itu pada evaluasi perbaikan tanah dasar (*subgrade*) digunakan CBR tanah asli (murni) sebesar 1%.

Data – data hasil pengujian tanah dasar di laboratorium adalah berikut ini :

1. Kadar air alami antara 50 % sampai 90 %.
2. Berat jenis butiran berkisar 2,7
3. Batas cair tanah antara 60 % sampai 95 %.

4. Indek plastisitas antara 30 % sampai 60 %.
5. Kuat uji geser (Cu) antara 0 sampai 0,1 kg/cm².
6. Sudut geser dalam tanah μ_u antara 2° – 10°.

4.3.2 Pembahasan

Secara umum kondisi tanah yang ada mempunyai kekuatan yang sangat rendah dan kompresibilitas yang cukup besar, sehingga perlu ada struktur khusus atau perbaikan kondisi tanah dasar.

Salah satu cara perbaikan kondisi tanah yang dapat dilakukan adalah konsolidasi dengan prapembebanan di daerah rencana bangunan. Prapembebanan yang diberikan berupa timbunan tanah atau material lain yang intensitasnya sama atau lebih besar dari bangunan rencana, tetapi tidak boleh melebihi kapasitas daya dukung tanah. Material prapembebanan dibiarkan sampai pengukuran menunjukkan bahwa grafik antara waktu dan penurunan telah datar atau penurunan telah berkurang sampai kecepatan yang rendah.

Jika lapisan yang harus diperbaiki cukup tebal dan untuk mempercepat proses penurunan dengan mengeluarkan air dari pori – pori, maka diperlukan sarana untuk memperpendek lintasan drainasi dengan memasang drainasi vertikal. Drainasi Vertikal yang digunakan berupa pemancangan geotextile yang dapat memperbaiki lapisan sampai kedalaman 14 meter.

Selanjutnya untuk keperluan perancangan nilai CBR yang direncanakan sebesar 3% yang didapat dari perbaikan tanah.

4.4 Data Landas Pacu

Dari data perancangan lapis keras landas pacu yang diperoleh dari PT. Angkasa pura II Bandar Udara Supadio, adalah sebagai berikut :

1. Nilai CBR *subgrade* rencana adalah 3 %.
2. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) digunakan batu granular (5/7 – 7/10) dengan nilai CBR 20 %.
3. Lapis pondasi atas (*base course*) digunakan bahan batu pecah (3/5 – 2/3) dengan nilai CBR 80 %.
4. Lapis permukaan (*surface course*) untuk binder course digunakan aspal penetrasi sedangkan untuk *wearing course* digunakan aspal beton.

BAB V

PERANCANGAN

5.1 Metode CBR (*California bearing ratio*)

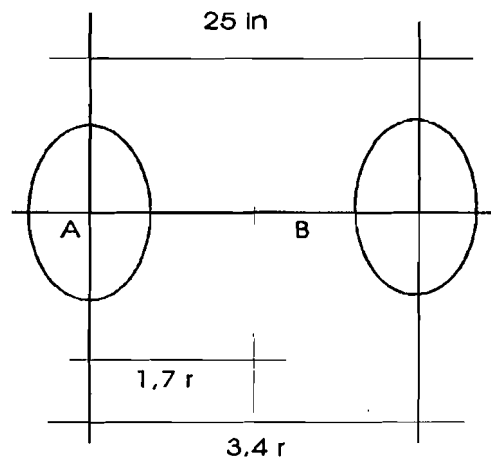
a) Direncanakan pesawat DC-9-32 sebagai pesawat rencana dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Tipe konfigurasi roda = *dual wheel*
2. *Maximum Take - Off Weight* (MTOW) = 109.000 lbs
3. Beban satu roda utama (Pk) = 25.887,5 lbs
4. Tekanan roda (*pk*) = 152 psi
5. Luas bidang kontak (A) = $\frac{Pk}{pk}$ = 170,3 in²
6. Jari - jari bidang kontak (*r*) = $\sqrt{\frac{A}{\pi}}$ = 7,36 in
7. Jarak antara poros roda utama = 25 in

b) Menentukan ESWL maksimum

1. Kedalaman (Z) akibat beban roda diasumsikan berdasarkan CBR tanah dasar dan beban satu roda dengan menggunakan gambar 3.3. Untuk menyesuaikan pada pembacaan kurva pada gambar 3.4, kedalaman yang diasumsikan dan jarak antar sumbu roda

dinyatakan dalam radius bidang kontak roda (r). Dari gambar 3.3 dengan nilai CBR tanah dasar 3% dan beban satu roda 25.887,5 lbs dapat diasumsikan kedalaman yang dihasilkan sebesar 31 inci ($4,2 r$).



Gambar 5.1 konfigurasi *dual wheel*

2. Menentukan letak difleksi maksimum yang akan terjadi pada kedalaman yang diasumsikan 31 in ($4,2 r$) yaitu dengan menyelidiki 2 titik yang ditempatkan pada susunan roda pendaratan utama seperti terlihat pada gambar 5.1. Titik A terletak dibawah salah satu roda dan titik B terletak ditengah – tengah jarak antara sumbu yang panjangnya 25 in (karena dinyatakan dalam r sehingga jarak antara sumbu roda sama dengan $3,4 r$).

3. Ditentukan faktor - faktor difleksi untuk beban roda tunggal dan susunan beban roda ganda pada kedalaman $4,2 r$ berdasarkan gambar 3.4. Untuk mempermudah dalam menjelaskan prosedur ini, maka diuraikan cara mendapatkan nilai faktor defleksi yang menggunakan gambar 3.4.

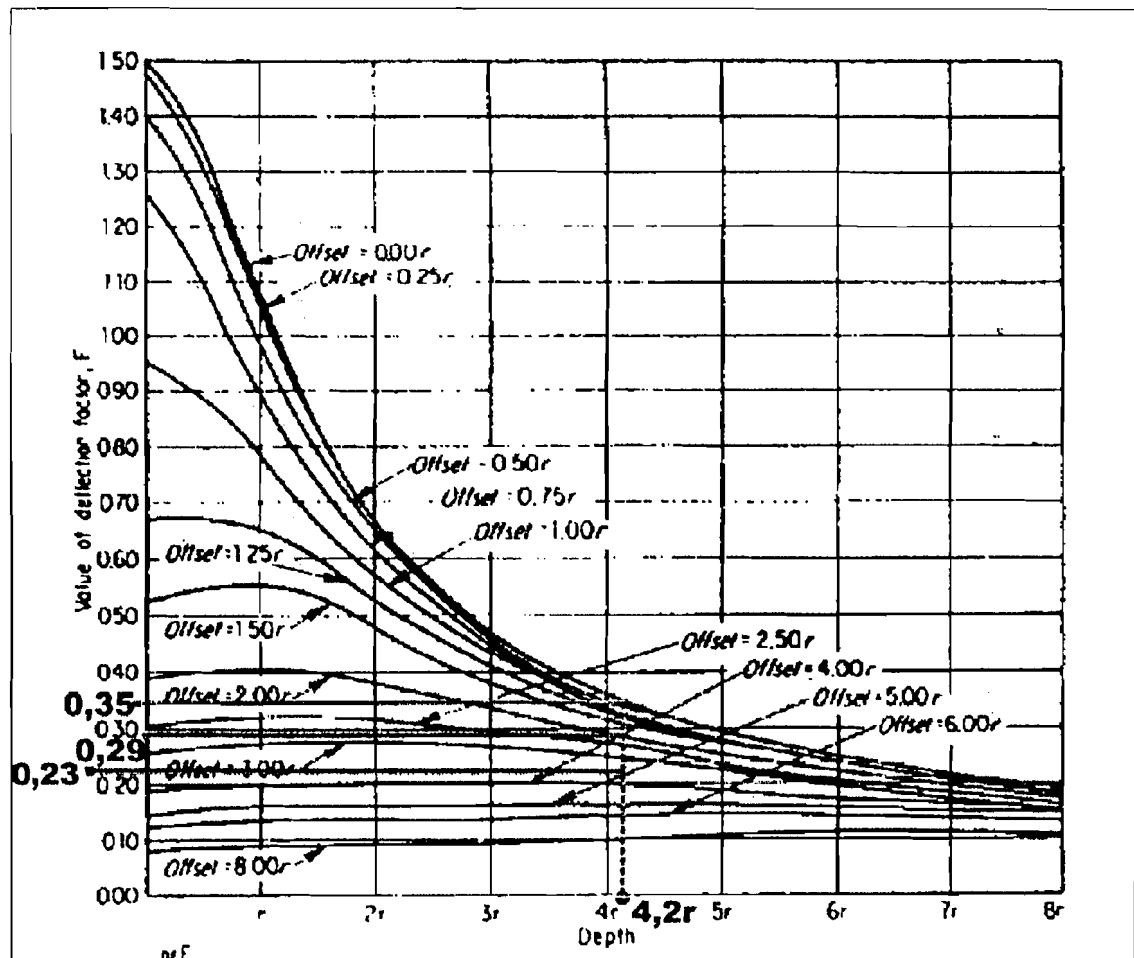
Diketahui kedalaman (*depth*) akibat beban roda yang diasumsikan sebesar $4,2r$, yang mana kedalaman dinyatakan sebagai absis dalam pembacaan kurva pada gambar 3.4.

Ditinjau lokasi yang terpengaruh pembebanan, berada tepat dibawah sumbu beban pada titik A (lihat gambar 5.1) yang menunjukkan nilai pengimbang (*offset*) sama dengan $0,00r$. Dari absis sebesar $4,2r$ ditarik garis vertikal sehingga memotong garis pengimbang $0,00r$ dan dari titik potong tersebut dibuat garis horisontal memotong garis ordinat, garis ordinat ini menyatakan nilai faktor difleksi. Maka dari titik potong pada ordinat tersebut didapat nilai faktor difleksi $0,35$.

Dengan cara yang sama dan kedalaman (*depth*) yang diasumsikan sama ($4,2r$), ditinjau juga lokasi dengan radius $3,4r$ dari titik tinjauan A (lihat gambar 5.1) maka akan didapat nilai faktor difleksi sebesar $0,23$. Untuk mendapatkan nilai difleksi pada titik

tinjauan B, langkah – langkah yang digunakan adalah sama dengan langkah penentuan pada titik tinjauan A seperti diatas.

Selanjutnya hasil penentuan faktor – faktor difleksi diperlihatkan pada tabel 5.1



Gambar 5.2 Penentuan faktor defleksi pada titik tinjauan A dan B

Tabel 5.1 Faktor difleksi akibat beban roda pada titik A dan B

No	Kedalaman	Offset A (Radius yang ditinjau dari titik A)	Offset B (Radius yang ditinjau dari titik B)	Faktor difleksi untuk susunan roda ganda	
				A	B
1	4,2r	0,00r	1,7r	0,35	0,29
2	4,2r	3,4r	1,7r	0,23	0,29
total				0,58	0,58

Dari tabel 5.1 dapat dijelaskan bahwa untuk roda tunggal faktor difleksi maksimum pada kedalaman 4,2r yaitu 0,35, terletak tepat di bawah sumbu beban. Sedangkan faktor difleksi maksimum pada susunan roda ganda adalah 0,58.

4. Dari faktor difleksi maksimum ditetapkan ratio faktor difleksi untuk susunan roda ganda terhadap faktor difleksi roda tunggal (lihat persamaan 3.2) dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\frac{0,56}{0,35} = 1,66$$

Kemudian nilai ratio difleksi (1,66) di bagi dengan jumlah roda pada susunan roda pesawat (dalam hal ini jumlah roda dalam susunan adalah 2 roda).

$$\frac{1,66}{2} = 0,83$$

Tabel 5.2 Ratio faktor – faktor difleksi

Kedalaman (in)	Faktor difleksi roda tunggal	Faktor difleksi roda ganda	Ratio beban	
			Tunggal terhadap satu roda dalam susunan	Terhadap keseluruhan susunan roda
(4,2r)	0,35	0,58	1,66	0.83

5. Dihitung ESWL yaitu mengalikan ratio beban tunggal terhadap satu roda dalam susunan dengan beban satu roda (P_k) atau mengalikan ratio faktor difleksi antara roda ganda terhadap roda tunggal (F_d/F_s) dengan beban yang didukung oleh susunan roda pada satu *gear* (dua roda).

Hitungan ESWL tersebut seperti dibawah ini :

$$ESWL = 1,66 \times 25.887,5 = 42.973 \text{ lbs}$$

Atau

$$ESWL = 0,83 \times 51.775 = 42.973 \text{ lbs}$$

- c) Menentukan jumlah gerakan pesawat rencana dan campuran, serta menentukan faktor perulangan beban (α_1). Untuk menentukan jumlah pergerakan pesawat campuran perlu di gunakan faktor konversi terhadap pesawat rencana.

$$\text{Faktor konversi pergerakan } F = (\sigma_j/\sigma_s)^4.$$

σ_s merupakan tegangan akibat dari kendaraan standard yang dapat dinyatakan dengan tekanan ban roda pesawat. Sedangkan σ_j merupakan tekanan ban dari roda pesawat campuran. Selanjutnya faktor konversi (F) masing – masing pesawat dikalikan dengan jumlah gerakan pesawat, akan menghasilkan pergerakan relatif pesawat. Jumlah total pergerakan relatif pesawat sebagai dasar untuk menentukan faktor perulangan beban (α) dengan menggunakan gambar 3.5.

Kemudian hasil perhitungan pergerakan relatif pesawat dibuat tabel 5.3 sebagai berikut :

Tabel 5-3 Penentuan gerakan relatif pesawat untuk perancangan

<i>Aircraft</i>	<i>Tire pressure</i>	Gerakan	$F = (\sigma_j / \sigma_s)^4$	Pergerakan relatif
DC-9-32	152	25	5,78	145
F-28	98	6.982	1	6.982
F-27	77	2.250	0,38	855
F-50	98	70	1	70
HS-748	84	1.631	0,54	881
VC-8	98	20	1	20
DC-3	45	104	0,05	5
C-130	170	269	9,05	2.436
CN-212	45	9.164	0,05	458
Total		20.515		11.852

Jumlah gerakan pesawat keseluruhan 11.852 gerakan. Dari gambar 3.5 dengan jumlah roda pendaratan pesawat DC – 9 – 32 yang digunakan 4 buah roda didapat faktor pengulangan beban (α) = 0,76

d) Dihitung tebal masing – masing lapisan perkerasan sesuai dengan nilai CBR dan digunakan rumus 3.5.

1. Tebal total lapis keras lentur dengan CBR *subgrade* = 3% dan nilai ESWL 42.973 lbs.

$$t = ci \sqrt{\frac{ESWL}{8,1(CBR)} - \frac{A}{\pi}}$$

$$t = 31,88 \text{ in} \sim 32 \text{ in}$$

2. Tebal lapisan diatas *subbase course* dengan CBR *subbase* 20% dan ESWL 42.973 lbs.

$$t = 11,2 \text{ in} \sim 12 \text{ in}$$

Maka *tebal base course* dan *surface course* didapat 12 in.

3. Tebal lapisan diatas base course dengan CBR base 80 % dan nilai ESWL 42.973 lbs.

$$t = 2,7 \text{ in} \sim 3 \text{ in}$$

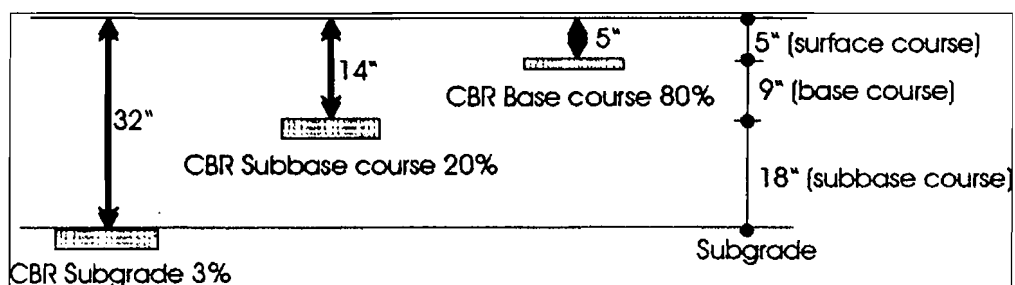
Maka *tebal base course* = 12 – 3 = 9 in

Untuk *tebal surface course* 3 in perlu dicek lagi dengan ketebalan minimum yang ditentukan.

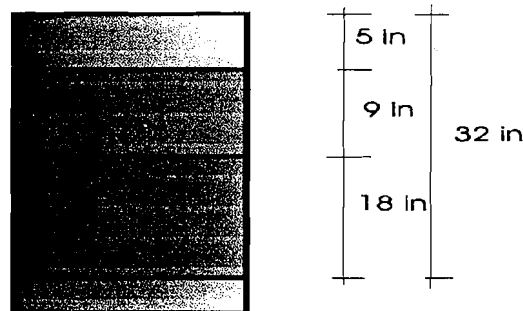
- e) Dikontrol ketebalan minimum lapisan perkerasan permukaan (*surface course*) dan pondasi atas (*base course*) dengan menggunakan tabel 3.4. Dari tabel tersebut dengan nilai CBR *base course* 80% dan daerah lalu lintas *rencana* (*design traffic area*) tipe A, didapat ketebalan minimum *base course* 6 in dan ketebalan *surface course* minimum 5 in.
- f) Hasil akhir ketebalan masing – masing lapisan keras lentur sebagai berikut :
1. tebal *surface course* = 5 in
 2. Tebal *base course* = 9 in
 3. Tebal total perkerasan = 32 in
 4. Tebal *subbase course* = $32 - 5 - 9 = 18$ in

Perlu dicek lagi tebal perkerasan setelah dikontrol jumlah ketebalan minimum *surface course* dan *base course*.

Tebal *surface course* (5") + tebal *base course* (9") = 14 " (> 12" maka kontrol ketebalan minimum yang dilakukan adalah aman)



Gambar 5.3 Tebal lapisan sesuai nilai CBR yang didapat dengan metode CBR



Gambar 5.4 Konstruksi lapis keras lentur dengan metode CBR

5.2 Metode FAA (*Federal Aviation Administration*)

a) Daftar lalu Lintas Udara yang Diramalkan

Jumlah keberangkatan pesawat dianggap setengah dari jumlah gerakan pesawat. Pemilihan pesawat rancangan berdasarkan pada beban pesawat yang membutuhkan ketebalan perkerasan yang paling besar dan tidak perlu harus pesawat yang paling berat yang akan beroperasi di bandar udara.

Tabel 5. 4 Data lalu lintas udara yang diramal

Jenis <i>Aircraft</i>	Tipe <i>gear</i>	Keberangkatan tahunan ramalan	MTOW (lbs)
DC-9-32	Dual	25	109.000
F - 28	Dual	3.491	72.994
F - 27	Dual	1.125	44.996
F - 50	Dual	35	72.994
HS - 748	Dual	816	46.500
VC - 8	Dual	10	64.506
DC - 3	Dual	52	26.896
C - 130	Dual Tandem	135	130.004
CN - 212	Single	4.582	14.330

- b) Menghitung nilai keberangkatan tahunan ekuivalen (EAD) pesawat berdasarkan tipe konfigurasi roda pendaratan pesawat rencana. Tipe roda pendaratan utama pesawat campuran yang berbeda terlebih dahulu dikonversikan ke tipe roda pesawat rencana dengan menggunakan tabel 3.4. Pesawat F -28 dijadikan pesawat acuan dalam perencanaan.

Tabel 5.5 Hasil ramalan keberangkatan tahunan pesawat yang telah dikonversi

Jenis <i>Aircraft</i>	Tipe <i>gear</i>	Keberangkatan tahunan ramalan	Keberangkatan dual gear R_2
DC-9-32	Dual	25	25
F - 28	Dual	3.491	3.491
F - 27	Dual	1.125	1.125
F - 50	Dual	35	35
HS - 748	Dual	816	816
VC - 8	Dual	10	10
DC - 3	Dual	52	52
C - 130	Dual Tandem	135	230
CN -212	Single	4.582	3.666

- c) Menentukan beban roda pesawat rencana (W_1) dan beban roda pesawat campuran (W_2).

a. $W_1 = 95 \% \times \text{MTOW pesawat rencana} \times 1/N \times 1/M$

$$b. W_2 = 95 \% \times \text{MTOW pesawat campuran} \times 1/N \times 1/M$$

Dengan :

MTOW = *Maximum Take Off Weight*

N = Jumlah roda pendaratan utama pada masing - masing gear

M = jumlah gigik (*gear*) pendaratan utama

Dan menentukan keberangkatan tahunan ekivalen (EAD) pesawat rencana

(R₁) dengan menggunakan rumus 3.6.

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \left[\frac{W_2}{W_1} \right]^{0,5}$$

Dengan :

R₁ = *Equivalent Annual Departures* pesawat rencana

R₂ = *Annual Departures* pesawat campuran

Tabel 5.6 Hasil penentuan beban roda pesawat rancangan dan campuran

Jenis Aircraft	Keberangkatan dual gear	Beban roda (lbs)	Beban roda rancangan pesawat (lbs)	Keberangkatan tahunan ekivalen pada rancangan pesawat
	R ₂	W ₂	W ₁	R ₁
DC-9-32	25	25.888	17.336	51
F-28	3.491	17.336	17.336	3.491
F-27	1.125	10.687	17.336	249
F-50	35	17.336	17.336	35
HS-748	816	11.044	17.336	211
VC-8	10	15.320	17.336	9
DC-3	52	6.386	17.336	11
C-130	230	15.438	17.336	169
Ligh	3.666	6.810	17.336	171
total				4.397

d) Menentukan tebal lapis penyusun perkerasan dari kurva rencana lapis keras lentur (pada lampiran 8) untuk daerah kritis. Pesawat rancangan dengan MTOW 72.994 lbs, tipe dual wheel dan *Equivalent Annual Departures* = 4.397.

1. Tebal total lapis keras lentur dengan CBR *subgrade* 3% diperoleh tebal 35 in. Sedangkan untuk daerah non kritis tebal perkerasan lentur didapat $35 \times 0,9 = 31,5$ in
2. Tebal lapisan diatas *subbase* dengan CBR *subbase* 20 % didapat ketebalan *base course* dan *surface course* 9 in.
3. Tebal *surface course* minimum = 4 in untuk daerah kritis.

Sedangkan tebal *surface course* minimum untuk daerah non kritis 3 in.

Maka tebal *base course* untuk daerah kritis : $9 - 4 = 5$ in

Ketebalan *base course* minimum di kontrol lagi dengan menggunakan kurva rancangan pada lampiran 10. Karena CBR *subgrade* yang ada hanya 3% tidak terdapat terdapat dalam kurva rancangan maka digunakan pendekatan dengan memakai CBR *subgrade* 4% dan tebal total perkerasan lentur yang ada 35 in maka didapat ketebalan *base course* minimum 8 in untuk daerah kritis dan 7 in untuk daerah non kritis.

4. Ketebalan *subbase* di hitung dengan :

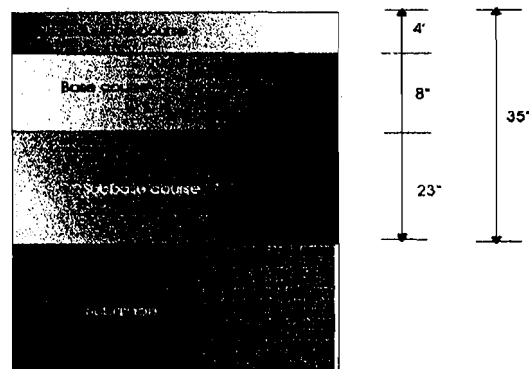
$$35 - 4 - 8 = 23 \text{ in untuk daerah kritis}$$

$$31,5 - 3 - 7 = 21,5 \text{ in untuk daerah non kritis}$$

Hasil akhir perhitungan ketebalan masing – masing lapisan perkerasan lentur dengan metode FAA yang didapat :

Tabel 5-7 hasil perhitungan tebal lapis keras lentur dengan metode FAA

Lapisan	Syarat ketebalan (in)	
	Daerah kritis	Daerah non kritis
<i>Surface course</i>	4	3
<i>Base course</i>	8	7
<i>Subbase course</i>	23	21,5
Total perkerasan	35	31,5



Gambar 5.5 konstruksi lapis keras lentur pada daerah kritis dengan metode FAA

5.3 Metode LCN (*Load Classification Number*)

5.3.1 Karakteristik Pesawat Terbang Rencana

Digunakan data - data karakteristik pesawat terbang, sebagai berikut :

- a) Jenis pesawat rencana = DC - 9 - 32
- b) Konfigurasi roda pesawat rencana = *dual wheel*
- c) *Maksimum take off weight* (MTOW) = 109.000 lbs
- d) Tekanan roda = 152 psi
- e) Beban pada *nose gears* = 7,6 %
- f) Distribusi beban pada *main gear* = 2 x 46,2 %
- g) Jarak roda dari sumbu ke sumbu (S_d) = 25 in

5.3.2 Menentukan Nilai Ekuivalent Single Wheel Load (ESWL) Pesawat

- a) Beban pada susunan *main gear*

$$P_d = \text{distribusi } \textit{main gear} (\%) \times \text{MTOW}$$

$$= 46,2 \% \times 109.000$$

$$= 50.358 \text{ lbs (22.842 kg)}$$

Beban satu roda pada susunan *main gear* :

$$= \frac{P_d}{2} = 25.179 \text{ lbs (11.421 kg)}$$

$$b) \text{ Luas bidang kontak (A)} = \frac{\text{Beban roda}}{\text{Tekanan ban}}$$

$$\text{Luas bidang beban satu roda (A}_c) = \frac{25.179}{152} = 166 \text{ in}^2$$

$$c) \text{ Radius bidang kontak (r)} = \sqrt{\frac{Ac}{\pi}}$$

$$= 7,3 \text{ in}$$

$$d) \text{ Jarak roda ke roda bagian dalam (d)} = S_d - 2r$$

$$= 25 - (2 \times 7.3)$$

$$(d) = 10,4 \text{ in}$$

e) Menentukan nilai beban roda tunggal ekuivalen (ESWL) digunakan kurva rencana pada gambar 3.18 yang telah diplotkan pada gambar 5.4. Kedalaman akibat roda tunggal ekuivalen diasumsikan terletak antara $d/2$ (5,2 in) sampai $2S_d$ (50 in) dan dinyatakan sebagai absis. ESWL terletak antara beban satu roda pada susunan *main gear* (11.421 kg ~ 25.179 lbs) sampai dengan beban pada susunan *main gear* (22.842 kg ~ 50.358 lbs).

Nilai kedalaman akibat beban roda tunggal ekuivalen yang dipakai adalah $Z_1 = 63,5$ cm, yang merupakan nilai tengah dari $2S_d$ (127 cm) dan diplotkan ke gambar 5.4.

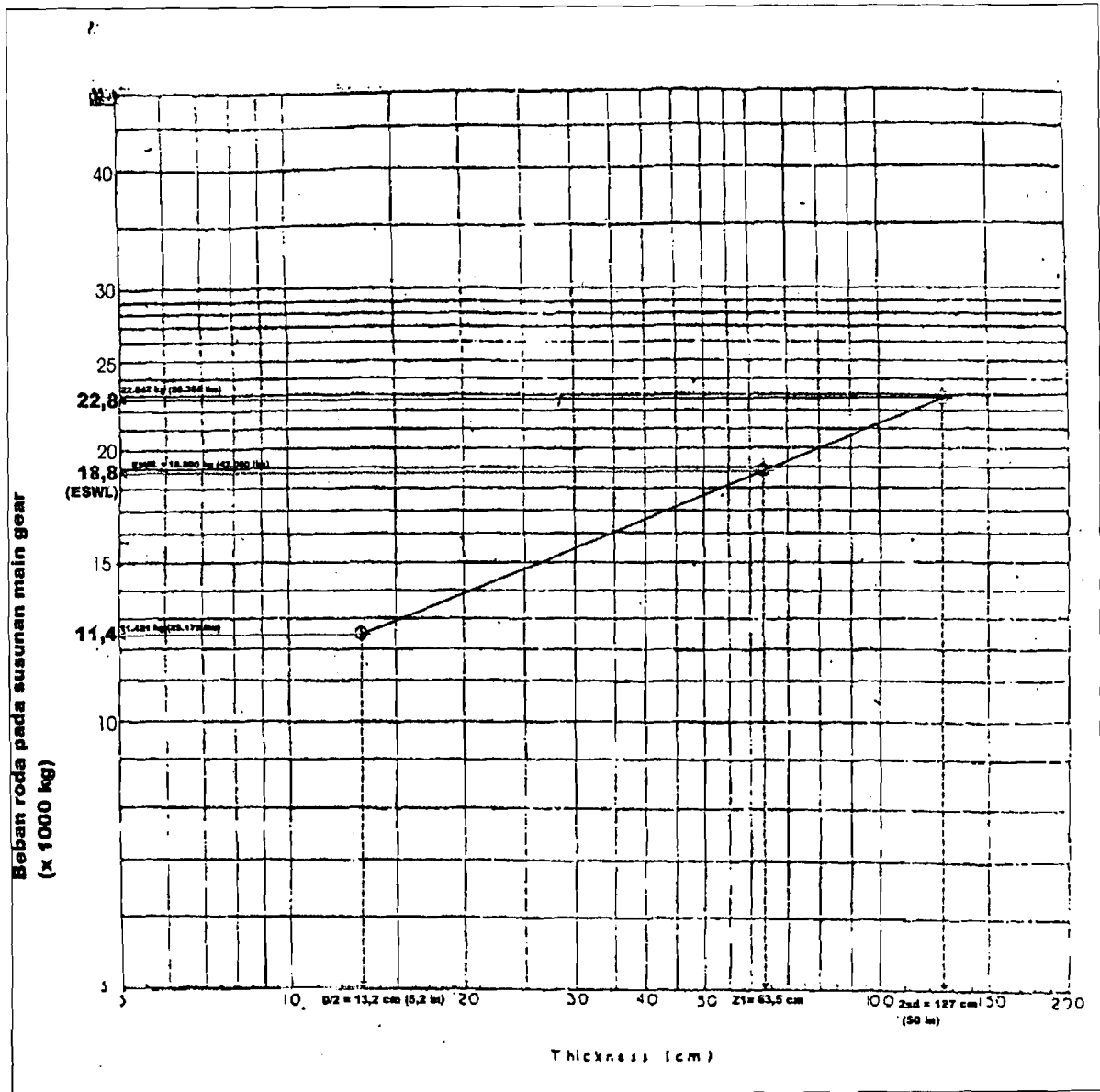
Dari absis (kedalaman $Z_1 = 63,5$ cm) ditarik garis vertikal dan diplotkan ke garis AB, kemudian ditarik garis horisontal maka akan didapatkan nilai beban satu roda ekuivalen (ESWL) = 18.800 kg (42.000 lbs).

5. 3.3 Menentukan Nilai LCN pesawat

Untuk menentukan nilai LCN pesawat adalah dengan memasukan nilai ESWL dan nilai tekanan roda yang sudah diketahui kedalam gambar 3.16. Untuk pesawat DC - 9 - 32 dengan nilai ESWL 42.000 lbs (18.800 kg) dan tekanan roda 152 psi (10,687 kg/cm²) dari gambar 3.16 terbaca nilai LCN pesawat sebesar 50.

Nilai LCN pesawat juga bisa ditentukan dengan menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Boeing pavement evaluation*, 1976, dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{LCN pesawat} &= (1,14345 \times 10^{-3} \times \text{ESWL} \times T_p^{0,78895})^{0,820450} \\ &= (1,14345 \times 10^{-3} \times 18.800 \times 10,687^{0,78895})^{0,82045} \\ &= 50,37 \sim 50 \text{ (LCN pesawat dengan grafik)} \end{aligned}$$



Gambar 5.4 Kurva rencana perhitungan ESWL pesawat
 Sumber : Departemen Perhubungan Udara Kalimantan Barat

5.3.4 Menentukan Tebal Lapis Keras

Dari nilai LCN pesawat sebesar 50 di masukan ke kurva perencanaan lapis keras lentur landas pacu metode LCN dengan menggunakan gambar 3.20. Penentuan masing – masing tebal perkerasan juga menggunakan nilai CBR setiap lapisan.

- a) Penentuan tebal total perkerasan dengan menggunakan nilai CBR *subgrade* 3% .

Didapat tebal total (H_t) = 98 cm ~39 in

- b) Penentuan tebal lapis keras diatas *subbase course* dengan nilai CBR *subbase* 20% dan nilai LCN 50.

Didapat tebal *base course* (H_1) dan *surface course* (H_2) = 29 cm ~ 12 in

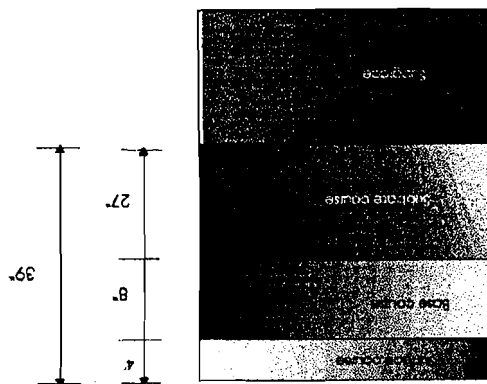
- c) Tebal *subbase course* (H_3) = $98 - 29 = 69$ cm ~ 27 in

- d) Tebal lapis keras diatas *base course* dengan nilai CBR *base course* 80% dan nilai LCN 50.

Didapat tebal *surface course* 10 cm ~ 4 in

Maka tebal *base course* (H_2) = $29 - 10 = 19$ cm ~ 8 in

Gambar 5.7 konstruksi lapis keras lentur dengan metode LCN



BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Uraian

Dari hasil perancangan ketebalan lapis keras lentur landasan diharapkan diperoleh manfaat pelayanan dan kelancaran lalu lintas penggunaan jasa angkutan udara. Sehingga kasus pembatalan atau penundaan keberangkatan penumpang atau barang yang disebabkan kondisi landasan yang belum memenuhi syarat untuk pengoperasian pesawat yang lebih besar dari jenis F-28 seperti pesawat DC - 9 - 32 dapat diatasi.

Ada beberapa metode perancangan perkerasan lapangan terbang, tetapi belum ada yang dianggap standard oleh badan - badan dunia penerbangan ICAO. Metode perancangan perkerasan lapangan terbang yang paling banyak digunakan selama ini yaitu metode yang berdasarkan pada kekuatan daya dukung (CBR) tanah. Seperti halnya metode CBR, FAA dan LCN yang digunakan dalam perancangan ini.

Tetapi metode - metode ini memberikan batasan atau tidak memperhitungkan pengaruh distribusi tekanan oleh beban pesawat dalam struktur penggunaan bahan - bahan konstruksi campuran pengikat bitumen, seperti semen aspal padat sebagai komponen struktur utama.

Sesuai dengan hasil perancangan yang telah dilakukan berdasarkan data primer dan sekunder yang sama, dihasilkan ketebalan perkerasan yang berbeda – beda untuk setiap metode perancangan CBR, FAA dan LCN. Hasil perhitungan ketebalan setiap lapisan perkerasan untuk masing – masing metode di tabelkan sebagai berikut :

Tabel 6.1 hasil perhitungan tebal perkerasan untuk berbagai metode

Susunan lapis keras	Tebal (in)		
	CBR	FAA	LCN
<i>Surface course</i>	5 (13 cm)	4 (10 cm)	4 (10 cm)
<i>Base course</i>	9 (23 cm)	8 (21 cm)	8 (21 cm)
<i>Subbase course</i>	18 (46 cm)	23 (58 cm)	27 (69 cm)
Total	32 (82 cm)	35 (89 cm)	39 (100 cm)

6.2 Metode CBR

Dari sudut pandangan teori yang ketat kondisi – kondisi yang diasumsikan dalam perhitungan – perhitungan mempunyai beberapa batasan.

Salah satu batasan yaitu grafik pada gambar 3.2 dan 3.4 diasumsikan bahwa struktur perkerasan merupakan masa yang homogen. Walaupun demikian berdasarkan pengalaman perencanaan, pendekatan awal dengan grafik tersebut yang paling baik dan terbukti cocok dengan ketebalan yang dikembangkan kemudian dari pengujian lintasan skala penuh.

Untuk keperluan perencanaan konstruksi ketebalan perkerasan, beban roda tunggal pesawat dianggap ekuivalen dengan beban roda banyak, yang dikenal dengan konsep beban roda tunggal ekuivalen (ESWL). Bidang kontak dari ESWL ini sama dengan bidang kontak dari salah satu roda dari susunan roda banyak pesawat.

Dalam perencanaan ini dipilih pesawat rencana yaitu pesawat yang menentukan ketebalan perkerasan untuk melayani pesawat yang akan beroperasi. Harus diketahui karakteristik pesawat rencana, antara lain tipe konfigurasi roda pendaratan utama, berat lepas landas maksimum (MTOW) dan tekanan roda untuk menentukan nilai ESWL.

Jumlah pergerakan pesawat yang beroperasi dikonversikan kedalam pergerakan pesawat rencana. Faktor konversi merupakan faktor yang menunjukkan perbandingan kerusakan lapis keras akibat satu lintasan suatu kendaraan terhadap kerusakan lapis keras akibat satu lintasan kendaraan standard tertentu pada lapis keras yang sama.

Ketebalan masing – masing lapisan perkerasan juga ditentukan oleh kekuatan daya dukung bahan – bahan perkerasan yang digunakan. Perlu dikontrol ketebalan minimum lapisan perkerasan permukaan (*surface course*) dan pondasi atas (*base course*) dengan menggunakan tabel 3.4 dengan

berdasarkan katagori beban pesawat rencana dan daerah lalu lintas (*traffic area*).

6.3 Metode FAA

Dalam perancangan dengan metode ini digunakan beban lepas landas maksimum pesawat (MTOW). Dianggap 95 persen dari beban tersebut didukung oleh susunan roda pendaratan utama. Sedangkan 5 persen didukung oleh roda depan.

FAA menyajikan grafik – grafik untuk perancangan lapis keras sesuai dengan konfigurasi roda pendaratan serta untuk pesawat khusus berbadan lebar. Sedangkan untuk perencanaan perkerasan landasan di bandar udara Supadio digunakan pesawat rencana dengan konfigurasi roda *dual wheel*.

Ramalan terhadap gerakan pesawat setiap tahun selama umur rencana setiap jenis pesawat (*annual departures by aircraft tipe*) digunakan juga untuk menentukan tebal perkerasan yang akan direncanakan.

Pesawat rencana yang dipilih sedemikian rupa sehingga tebal lapis keras yang dihasilkan dari grafik rencana FAA merupakan tebal maksimum. Pesawat rencana yang dipilih dengan memperhitungkan beban roda pendaratan dan jumlah keberangkatan tahunan yang paling tinggi diantara pesawat lain yang beropersi.

Karena setiap bandar udara melayani sejumlah pesawat dengan bermacam – macam konfigurasi roda pendaratan, maka pesawat – pesawat tersebut harus dikelompokan berdasarkan konfigurasinya. Kemudian dihitung jumlah keberangkatan pesawat rencana yang telah ditentukan dengan menggunakan faktor konversi pada tabel 3.6.

Grafik rencana yang disajikan oleh FAA menghasilkan hasil rancangan tebal lapis keras untuk daerah kritis. Sedangkan untuk daerah non kritis perlu dikalikan faktor reduksi 0,9 untuk tebal *subbase* dan *base course*. Untuk tebal permukaan ditentukan tebal minimum 10 cm untuk daerah kritis dan 7,5 cm untuk daerah non kritis. Tebal lapis pondasi perlu dikontrol terhadap persyaratan minimum dengan memperhatikan tebal total lapis keras dan CBR tanah, selanjutnya digunakan grafik rencana pada lampiran 10.

Kualitas bahan lapis keras akan mempengaruhi ketebalan dari tiap – tiap lapisan. Makin baik kualitas bahan yang digunakan maka ketebalan lapis keras menjadi berkurang. Persyaratan daya dukung minimum untuk tiap – tiap lapis keras telah dipenuhi dalam perancangan ini. Dalam perancangan perkerasan landasan Bandar Udara Supadio ini digunakan CBR *subgrade* 3%, CBR *subbase* 20% dan CBR *base* 80%.

Dalam perancangan ini tebal total lapis keras dan tebal tiap – tiap lapis keras digunakan grafik rencana FAA untuk : *Flexible pavement design curve for critical areas for dual wheel gear.*

6.4 Metode LCN

Dalam perancangan tebal perkerasan dengan metode ini total ketebalan perkerasan hanya ditentukan oleh pesawat rencana yang mempunyai nilai LCN terbesar sehingga menghasilkan total tebal pekerasan yang terbesar.

Kelemahan metode ini yaitu lalu lintas udara dinyatakan dalam gerakan untuk satu jenis pesawat tertentu, padahal bandar udara umumnya melayani berbagai macam jenis pesawat. Setiap pesawat akan memberikan tingkat kerusakan pada lapis keras yang berbeda – beda tergantung dari beban roda, konfigurasi roda dan tekanan roda.

Penentuan nilai ESWL pada perancangan ini ditentukan dengan cara grafis karena sederhana dan sudah sering digunakan dalam perancangan. Cara grafik ini memperhitungkan distribusi beban, konfigurasi roda, beban roda, jarak tepi dalam antara roda, jarak sumbu antara roda dan tebal total lapis keras.

Terdapat dua nilai LCN untuk kriteria perancangan yaitu *LCN of pavement* dan *LCN aircraft*. Nilai *LCN pavement* dipengaruhi oleh CBR tanah dasar dan tebal total lapis keras. Sedangkan nilai *LCN aircraft* dipengaruhi oleh

ESWL, tekanan roda dan jenis lapis keras. Kedua nilai LCN tersebut dapat ditentukan dengan grafik.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan lapis keras lentur landas pacu bandar udara Supadio Pontianak penulis dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan metode perancangan CBR, FAA dan LCN ternyata masing – masing metode menghasilkan tebal lapis keras lentur landas pacu yang berbeda satu sama lain.
2. Perbedaan utama dari ketiga metode perancangan CBR, FAA dan LCN yaitu pada asumsi, parameter dan prosedur perancangan yang dipergunakan dalam penelitian pengembangan permasalahan lapis keras untuk landas pacu yang dilakukan oleh masing – masing badan penerbangan yang mengeluarkan metode tersebut.
3. Persamaan dari ketiga metode perancangan CBR, FAA dan LCN adalah penentuan ketebalan lapis keras yang berdasarkan pada daya dukung tanah dasar dan bahan lapis keras yang dinyatakan dalam nilai CBR.
4. Dari perancangan tebal total lapis keras lentur landas pacu didapat tebal total lapis perkerasan terkecil (paling tipis) yang dihasilkan

oleh metode CBR dan tebal total perkerasan terbesar (paling tebal) diperoleh dari metode LCN.

7.2 Saran

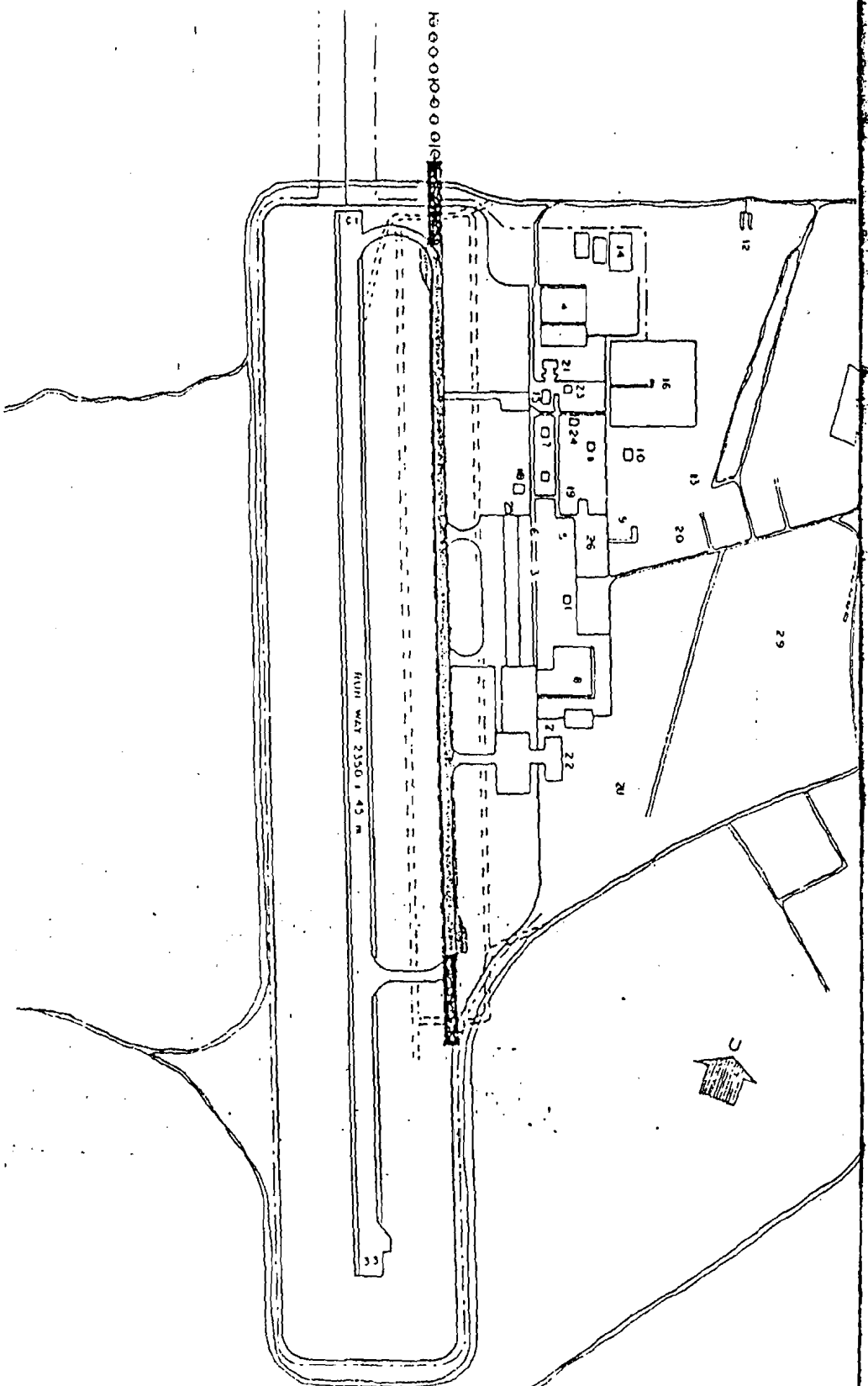
Dari hasil perancangan lapis keras lentur landas pacu bandar udara Supadio Pontianak yang dilakukan, penulis mengajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu adanya penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk suatu metode perancangan penentuan tebal lapis keras lentur landas pacu bandar udara khusus untuk kondisi Indonesia berkaitan dengan adanya perubahan cuaca dan letak geografis.
2. Perlu adanya penelitian lebih dalam perhitungan gaya – gaya yang terjadi pada struktur lapis keras untuk mendapatkan lapis keras yang tidak mudah dan cepat rusak selama umur rencana.
3. Perlu diadakan analisis untuk ramalan lalu lintas dengan memper timbangkan berkembangnya teknologi pesawat terbang, agar lalu lintas udara yang akan datang dapat dilayani oleh landas pacu yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad Zaenuddin, 1983, **Selintas Pelabuhan Udara**, Ananda Yogyakarta.
2. E.J. Yorder and M.W. Wityczak, 1975, **Principles of Pavement Design**, 2nd. Ed., John Wiley & Sons Inc., New York.
3. G. Venkatappa Rao, 1992, **Airport Engineering**, Tata McGraw – Hill Publishing Company Limited., New Delhi.
4. Heru basuki, 1984, **Merancang, Merencanakan Lapangan Terbang**, Alumni, Bandung.
5. Michel Sargious, 1975, **Pavement and Surfacing for Highways and Airport**, Applied Science Publishers Ltd., London.
6. Norman Ashford dan Paul. H. Wright, 1991, **Airport Engineering**, 3th. Ed. ,John Wiley & Sons, Inc., New York.
7. Robert Horonjeff and Francis X. Mc Kelvey, 1994, **Planning & Design Of Airports**, 4th. Ed., Mc Graw - Hill, Inc, New York.
8. Silvia Sukirman, 1993, **Perkerasan Lentur Jalan Raya**, Nova, Bandung.
9. Wardani Sartono, 1992, **Airport Engineering**, Pt. 2 : Pavement Design, Literature, Yogyakarta.
10. Wardani Sartono, 1992, **Airport Engineering**, pt.1 : Geometric Design, Literature, Yogyakarta.
11. _____, _____, **Laporan Kinerja Perusahaan, PT Angkasa Pura II**, Pontianak.

LAMPIRAN

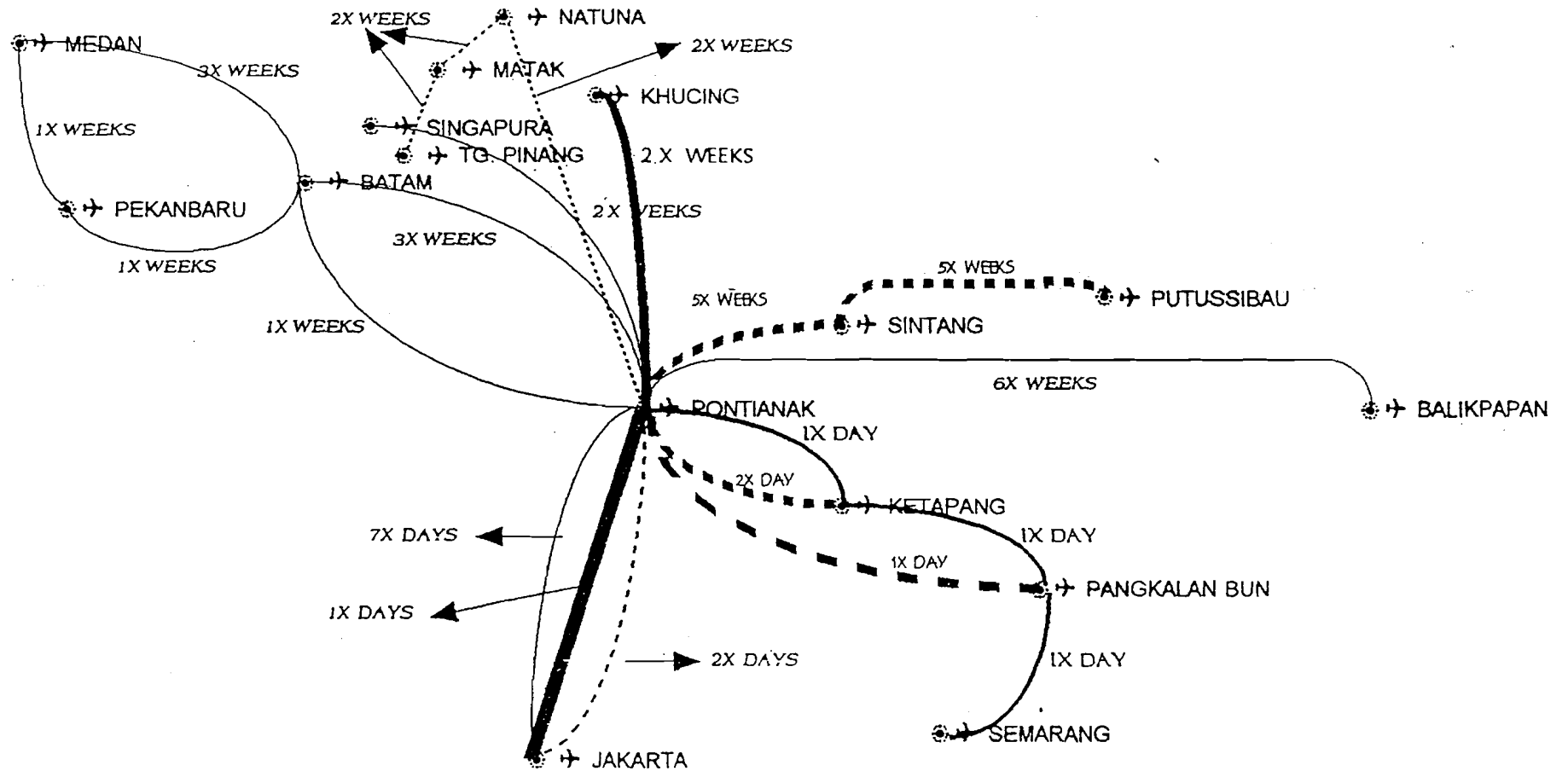


LEGENDA

- PERPANJANGAN LANDASAN
- EXISTING LANDASAN
- RENCANA INDUK
- SALUHAN

PI. ASHIDA VIRASIA SELIA A. DESAIN DAN PERENCANAAN ARSITEKTUR		1. PERENCANAAN JENDELA 2. PERENCANAAN UDARA	
DIREKTORAT PERENCANAAN UDARA			
MR. JAWAB DR. ABJ SARIOSA	IR. ABJ SARIOSA		
DIBANGUN SUCIHO			
DIPERIKSA IR. OLET HONOJONO			
DITSTURKI			
SPMER :			
TAREKAT			
SKALA			
CONTOH :			
LAY OUT		NOOR	(EMIL)

FLIGHT NETWORK SUPADIO AIRPORT



Remark :

- MNA, By : F28, F100.
- - - - - GIA, By : F28.
- SSR, BOU, MDL, By : F28.
- MAS, By : F50.
- · · · · DAS, By : BN2A.
- DRY, By : C402.
- · · · · SMAC, By : C212.

ROUTE KUCHING - PONTIANAK

TAHUN	1994	1995	1996	
PENUMPANG	5.198	6.457	6.594	KENAIKAN RATA-RATA 13,17

LAPORAN LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA
PT.(Persero) ANGKASA PURA II CABANG BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK
TAHUN 1996

DOMESTIK

BULAN	PESAWAT		PENUMPANG			BAGASI (Kg)		CARGO (Kg)		SURAT (Kg)		KETERANGAN
	DTG	BRKT	DTG	BRKT	EX. CREW	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	
JANUARI	649	649	18,937	17,267	37	313,490	214,830	276,204	100,448	27,781	14,177	
PEBRUARI	686	687	29,512	21,990	139	306,594	257,812	163,216	109,272	19,541	16,548	
MARET	670	671	25,884	30,985	144	271,964	357,831	219,831	145,113	15,269	12,002	
APRIL	627	625	16,791	20,546	159	195,372	249,953	247,142	111,750	11,500	13,224	
MEI	649	651	19,014	17,888	174	247,343	235,030	245,658	102,220	16,307	14,403	
JUNI	588	591	20,831	25,361	96	228,362	320,741	260,783	100,853	15,409	11,359	
JULI	717	714	27,263	21,515	135	320,772	305,305	272,326	109,068	19,875	13,301	
AGUSTUS	753	749	21,616	22,125	138	231,817	341,030	290,819	114,524	17,242	15,426	
SEPTEMBER	748	751	19,347	20,168	116	222,369	315,556	280,871	109,425	18,721	16,816	
OKTOBER	629	623	20,457	20,256	118	232,077	290,757	303,009	110,879	23,083	15,491	
NOPEMBER	597	600	18,801	18,851	121	217,828	271,624	295,788	102,095	20,271	13,463	
DESEMBER	632	624	22,053	21,620	122	253,309	277,743	317,365	103,710	28,887	16,876	
T O T A L	7,945	7,935	260,506	258,572	1,499	3,041,297	3,438,212	3,173,012	1,319,357	233,886	173,086	

Pontianak, 28 Januari 1997

KEPALA CABANG PT (Persero) ANGKASA PURA II
 BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK



WIYANTONO S.

NRP. 502276

DATA ARI'S LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA
PT.(Persero). ANGKASA PURA II CABANG BANDARA SUPADIO
TAHUN : 1995

DOMESTIK

BULAN	PESAWAT		PENUMPANG		TRANSIT	BAGASI (Kg)		CARGO (Kg)		POS (Kg)		KETERANGAN
	DTG	BRKT	DTG	BRKT		BGKR	MUAT	BGKR	MUAT	BGKR	MUAT	
Januari	530	529	20,181	15,100	14	230,436.5	221,565	90,138.5	93,943	9,461.5	15,563	
Pebruari	537	533	17,242	19,438	12	187,674	227,598	174,006	324,084	15,716	17,813	
Maret	612	605	23,463	22,747	10	239,885	263,812	129,493	59,179	10,385	11,050	
April	537	537	14,881	17,973	15	184,979	214,409	204,250	62,599	10,501	13,409	
Mei	499	500	16,743	15,856	22	204,434	207,226	145,366	62,729	12,400	9,063	
Juni	555	558	18,819	22,265	11	231,606	267,601	208,148	62,947	16,159	11,602	
Juli	583	582	26,032	19,394	11	312,801	260,987	123,378	71,040	13,863	10,813	
Agustus	552	555	18,651	19,173	6	237,025	292,007	155,281	58,657	15,700	10,427	
September	508	506	16,444	17,882	12	231,831	252,285	230,189	89,855	24,185	11,607	
Oktober	555	557	18,038	17,882	13	222,609	231,940	183,957	88,460	18,871	13,345	
Nopember	591	590	17,937	17,852	37	252,672	185,130	214,234	84,690.5	20,211.5	12,072	
Desember	592	593	19,211	18,984	52	289,476	240,483	231,338	86,532.5	26,101.5	12,135	
TOTAL	6,651	6,645	227,642	224,546	215	2,825,428.5	2,865,043	2,089,778.5	1,144,716	193,554.5	148,899	

Pontianak, 8 Januari 1996

KEPALA CABANG PT. (Persero) ANGKASA PURA II
 BANDARA UDARA SUPADIO PONTIANAK



BASUKI SUKOTJO
 NRP. 503031

**PT. (PERSERO) ANGKASA PURA II BANDARA
SUPADIO PONTIANAK TAHUN : 1994**

DOMESTIK

B U L A N	PESAWAT		PENUMPANG		TRANSIT	BAGASI (KG)		CARGO (KG)		P O S (KG)	
	DATANG	BERANGKAT	DATANG	BERANGKAT		BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT
JANUARI	582	580	16.315	14.845	80	244.056	248.705	190.757	87.880	20.329,5	12.089,5
PEBRUARI	582	584	17.492	16.808	46	214.220	263.149	170.519	81.241,5	25.391	14.119
M A R E T	648	648	21.642	22.159	34	216.513	273.809,5	157.319	65.410	21.601,5	15.976
A P R I L	571	570	14.124	17.102	12	166.911	212.913	205.781	53.926	18.488,5	13.163,5
M E I	524	524	14.018	14.003	03	171.758,5	188.602	192.855,5	63.637	18.096,5	11.449
J U N I	569	574	18.962	20.580	20	223.132	258.573	166.050	66.205	17.655	12.937,5
J U L I	628	621	22.717	17.853	11	280.535,5	247.620	178.214	86.747,5	22.581	11.434
AGUSTUS	610	608	18.770	19.156	06	238.744,5	259.826	112.175,5	73.843,5	19.162,5	10.184,5
SEPTEMBER	355	360	10.479	11.132	07	104.603	148.814,5	96.057,5	45.231	9.568,5	7.912
OKTOBER	419	417	13.289	13.233	02	184.598,5	166.890,5	141.598,5	68.536,5	14.703	10.512,5
NOPEMBER	519	518	15.918	15.590	11	217.048	204.739	176.428	65.061,5	19.332,5	12.137,5
DESEMBER	565	564	17.113	16.754	19	235.389	210.653	87.187,5	64.081,5	21.899,5	13.157,5
JUMLAH :	6.572	6.568	200.839	199.215	251	2.497.509	2.684.294,5	1.874.942,5	821.801	228.809	145.072

Pontianak, 02 Januari 1995

KEPALA CABANG PT. (PERSERO) ANGKASA PURA II
BANDARA UDARA SUPADIO PONTIANAK



Des. BASUKI SUKOTJO

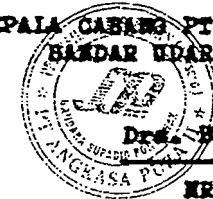
NRP. 505031

DATA ARUS LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA
PT. (PERSERO) ANGKASA PURA II BANDARA
SUPADIO PONTIANAK TAHUN 1993

B U L A N	PESAWAT		PENUMPANG			BAGASI (KG)		CARGO (KG)		P O S (KG)	
	DATANG	BERANGKAT	DATANG	BERANGKAT	TRANSIT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT
JANUARI	579	579	17.230	14.247	315	221.427	189.322	159.381	97.157	29.376	38.615
FEBRUARI	555	554	12.236	13.961	237	131.510	175.416	172.488	87.834	22.815	12.110
M A R E T	612	612	16.081	14.169	233	163.317	185.708	177.728	75.741	23.653	17.282
A P R I L	546	547	12.799	15.882	237	145.650	204.374	169.254	67.320	19.295	12.251
M E I	559	557	11.793	12.061	196	134.065	154.816	177.536	62.780	15.341	10.450
J U N I	583	583	16.487	18.526	227	177.268	220.595	148.331	58.120	17.794	8.984
J U L I	660	660	20.835	16.498	210	242.809	275.283	129.026	73.332	18.172	9.838
AGUSTUS	570	570	17.228	15.806	48	197.789	281.039	153.236	73.493	17.642	12.447
SEPTEMBER	565	565	14.305	15.302	28	174.529	301.292	161.546	78.337	38.939	13.099
OKTOBER	594	600	14.627	15.121	26	178.876	259.154	210.312	76.184	20.214	11.994
NOVEMBER	540	543	14.474	13.995	24	200.327	204.016	205.551	81.285	19.047	10.735
DESEMBER	549	549	16.243	16.157	164	223.159	231.665	201.021	82.451	22.452	13.475
JUMLAH :	6.912	6.919	184.338	181.725	1.945	2.190.726	2.682.680	2.065.410	914.054	244.840	171.280

Pontianak, 03 Januari 1994

KEPALA CABANG PT. (PERSERO) ANGKASA PURA II
BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK



Drs. BASUHI SUKOTJO

KEP. 503031

PERUM ANKASA PURA II
CABANG BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

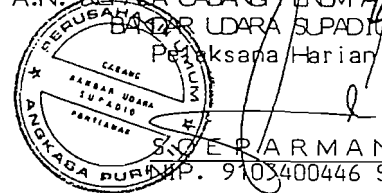
DATA ARUS LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA
DI PAP II CABANG BANDAR UDARA SUPADIO
TAHLN : 1992

DOMESTIK

B U L A N	PESAWAT		PENUMPANG			BARANG (KG)		CARGO (KG)		POS (KG)	
	DATANG	BERANGKAT	DATANG	BERANGKAT	TRANSIT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT
JANUARI	601	601	15.693	11.848	315	180.565	133.837	202.388	146.356	23.600	9.054
PEBRUARI	589	585	15.056	16.020	357	144.513	151.260	170.681	97.587	16.528	8.197
MARET	581	582	13.988	12.716	258	144.571	131.097	178.635	100.189	27.097	12.961
APRIL	543	542	14.176	15.291	228	128.344	146.440	153.721	85.953	17.358	9.950
M E I	636	640	10.984	11.342	289	106.326	118.855	197.379	98.572	17.437	10.954
J U N I	566	560	12.908	16.243	345	134.030	162.504	170.471	88.319	16.400	8.963
J U L I	659	664	19.268	14.774	547	200.245	173.081	189.492	129.400	20.722	10.151
AGUSTUS	593	596	14.563	15.690	355	153.523	179.151	163.844	89.844	16.769	11.471
SEPTEMBER	586	588	12.542	12.813	337	139.695	146.062	179.339	93.285	24.000	12.869
OCTOBER	520	517	12.510	12.360	345	140.741	159.376	186.622	83.090	24.164	14.465
NOPEMBER	513	515	12.656	12.179	280	148.540	80.396	85.094	37.900	8.433	6.665
DESEMBER	552	549	13.909	13.032	311	183.470	187.346	208.067	92.600	25.628	13.673
J U M L A H	6.939	6.939	168.253	164.308	3.967	1.804.563	1.769.405	2.085.733	1.143.095	238.136	129.373

Pontianak, 4 Januari 1993

A.N. KEPALA CABANG PERUM ANKASA PURA II
BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK
Pelaksana Harian



PERUM ANGKASA PURA
CABANG BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

DI PAP II CABANG BANDARA SUPADIO..

TAHUN : 1991

A N	PESAWAT		PENUHPANG		TRANSIT	BAGASI (KG)		CARGO (KG)		P O S , (KG)	
	DATANG	BERANGKAT	DATANG	BERANGKAT		PONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT
RI	572	570	14.005	12.924	333	168.579	133.757	64.094	107.310	16.557	11.663
ARI	572	575	16.621	14.599	501	174.608	152.818	199.077	99.201	24.013	10.805
	605	602	15.071	16.306	570	150.720	151.437	260.710,5	90.957,5	20.834,5	11.203
	626	620	15.612	17.078	490	145.859	173.789	192.134	85.996,5	18.945	13.715
I	620	618	13.410	14.098	438	139.797	174.172	199.235,5	103.814	18.735,5	11.314
N I	613	622	17.934	21.264	518	182.409	208.931	197.333	87.196	13.507	9.852
L I	656	655	21.806	16.404	472	233.937	159.380	132.750	89.016	18.017,5	7.675
TUS	644	645	15.207	15.402	433	151.325	153.510	198.884,5	96.139	17.746,5	9.685,5
EMBER	447	444	9.834	9.522	135	97.973	107.651	114.500,1	66.996	11.355	7.965,5
BER	485	487	10.273	10.240	153	106.491	98.261,5	165.002,5	95.295	15.094	10.933,5
EMBER	558	558	11.763	11.660	114	129.048	107.044	211.037	128.178,5	16.945	7.726
EMBER	601	600	14.049	13.553	-	152.104	130.881	168.788	144.482,5	17.714	9.111
LAH :	7.004	6.996	175.585	173.050	4.157	1.832.850	1.751.631,5	2.103.546	1.194.582	209.462	121.648,

Pontianak, 02 Januari 1992

KEPALA CABANG PERUM ANGKASA PURA II
BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK



ARJUN ADUL

NRP. 502024

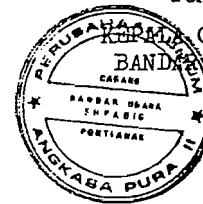
CABANG BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

DATA ARUS LALU LINTAS ANGKUTAN UDARA
DI BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

TAHUN : 1990

BULAN	PESAWAT		PENUMPANG			BAGASI (KG)		CARGO (KG)		P O S (KG)	
	DATANG	BERANGKAT	DATANG	BERANGKAT	TRANSIT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT
JANUARI	616	618	18.423	13.602	611	181.981	165.115	188.929	110.496	17.681	11.752
FEBRUARI	603	605	13.606	16.084	534	129.186	178.785	163.588	102.987	15.403	7.723
MARET	438	436	13.883	13.432	526	143.598	145.051	231.353	125.621	17.767	7.917
APRIL	573	574	14.118	15.594	403	131.524	166.563	197.920	89.730	24.324	16.159
MEI	668	668	15.879	15.724	577	147.901	168.474	175.169	76.404	14.562	6.739
JUNI	653	653	18.305	20.956	666	179.577	199.985	183.987	107.190	11.483	7.764
JULI	665	664	21.569	15.832	597	231.940	170.251	174.411	95.904	18.492	1.699
AUGUSTUS	626	634	15.646	14.641	467	159.304	153.675	205.875	99.232	17.594	9.446
SEPTEMBER	555	554	13.022	12.907	512	138.554	155.113	219.907	131.805	17.633	9.393
OKTOBER	602	597	13.642	13.058	462	149.968	139.683	232.039	106.739	15.461	10.275
NOPEMBER	603	604	13.155	12.887	948	140.315	135.917	230.474	88.107	17.206	9.043
DESEMBER	587	585	14.488	14.102	493	152.516	158.356	259.829	121.202	18.611	11.366
JUMLAH	7.187	7.192	185.736	178.819	6.796	1.886.364	1.936.968	2.463.481	1.255.417	206.217	109.276

Pontianak, 29 April 1991



CABANG PERUM ANGKASA PURA II
BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

TARJUN ADUL

NRP. 502024

TABEL 05
AIR TRAFFIC TAHUN 1989 – 1993
BANDAR UDARA : SUPADIO PONTIANAK

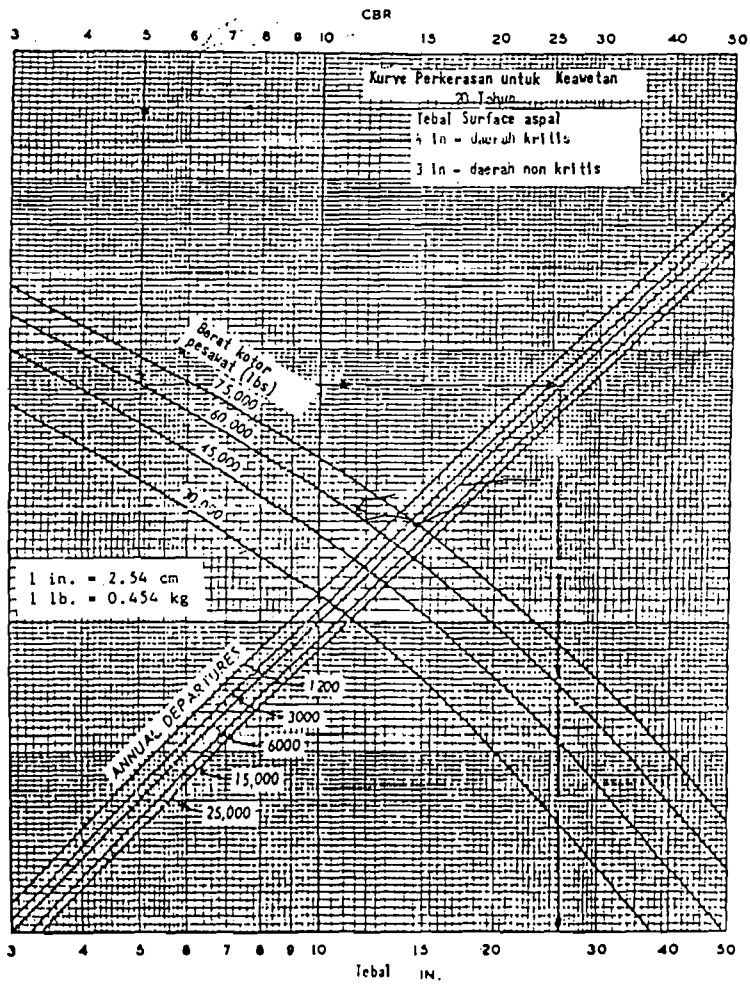
NO.	URAIAN	JUMLAH					PERSEN (%)				TOTAL		RATA-RATA	
		1989	1990	1991	1992	1993	90/89	91/90	92/91	93/92	Fi	%	Fi	%
1.	PESAWAT													
	a. Domestik	15.396	14.416	13.349	13.161	11.948	(6,37)	(7,40)	(1,41)	(9,22)	68.270	(24,39)	13.654	(6,10)
	b. Internasional	0	0	658	658	619	0,00	0,00	4,28	(5,93)	1.908	(1,65)	636	(0,82)
	c. Lokal	0	0	46	1.759	741	0,00	0,00	3.723,91	(57,87)	2.546	3.666,04	849	1.833,02
	Jumlah	15.396	14.416	14.026	15.578	13.308	(6,37)	(2,71)	11,07	(14,57)	72.724	(12,58)	14.545	(3,14)
2.	PENUMPANG													
	a. Domestik	339.660	335.007	335.849	333.670	333.670	6,58	(7,23)	(0,65)	(0,00)	1.704.844	(1,30)	340.969	(0,32)
	b. Internasional	0	0	12.896	13.653	13.653	0,00	0,00	5,87	(6,12)	39.367	(0,25)	13.122	(0,12)
	c. Lokal	4.621	6.531	0	0	0	41,33	(100,00)	0,00	0,00	13.495	(58,67)	4.498	(29,33)
	Jumlah	344.281	368.538	348.323	347.323	347.819	7,05	(5,37)	(0,41)	0,43	1.757.706	1,70	351.541	0,42
3.	BAGASI													
	a. Domestik	4.113	3.789	3.470	3.203	4.868	(7,88)	(8,42)	(7,69)	51,98	19.443	27,99	3.889	7,00
	b. Internasional	0	0	195	157	183	0,00	0,00	(19,49)	16,56	535	(2,93)	178	(1,46)
	Jumlah	4.113	3.789	3.665	3.360	5.051	(7,88)	(3,27)	50,33	50,33	19.978	30,86	3.996	8
4.	KARGO													
	a. Domestik	3.133	3.653	3.100	2.727	2.964	16,60	(15,14)	(12,03)	8,69	15.577	(1,88)	3.115	(0,47)
	b. Internasional	0	0	185	233	141	0,00	0,00	25,95	(39,48)	559	(13,54)	186	(6,77)
	Jumlah	3.133	3.653	3.285	2.960	3.105	16,60	(10,07)	(9,89)	4,90	16.136	1,53	3.227	0,38
5.	POS													
	a. Domestik	332,40	470,91	329,18	332,53	415,72	41,67	(30,10)	1,02	25,02	1.881	37,61	376,15	9,40
	b. Internasional	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00
	Jumlah	332,40	470,91	329,18	332,53	415,72	41,67	(30,10)	1,02	25,02	1.881	37,61	376,15	9,40

F. TARGET PERUSAHAAN

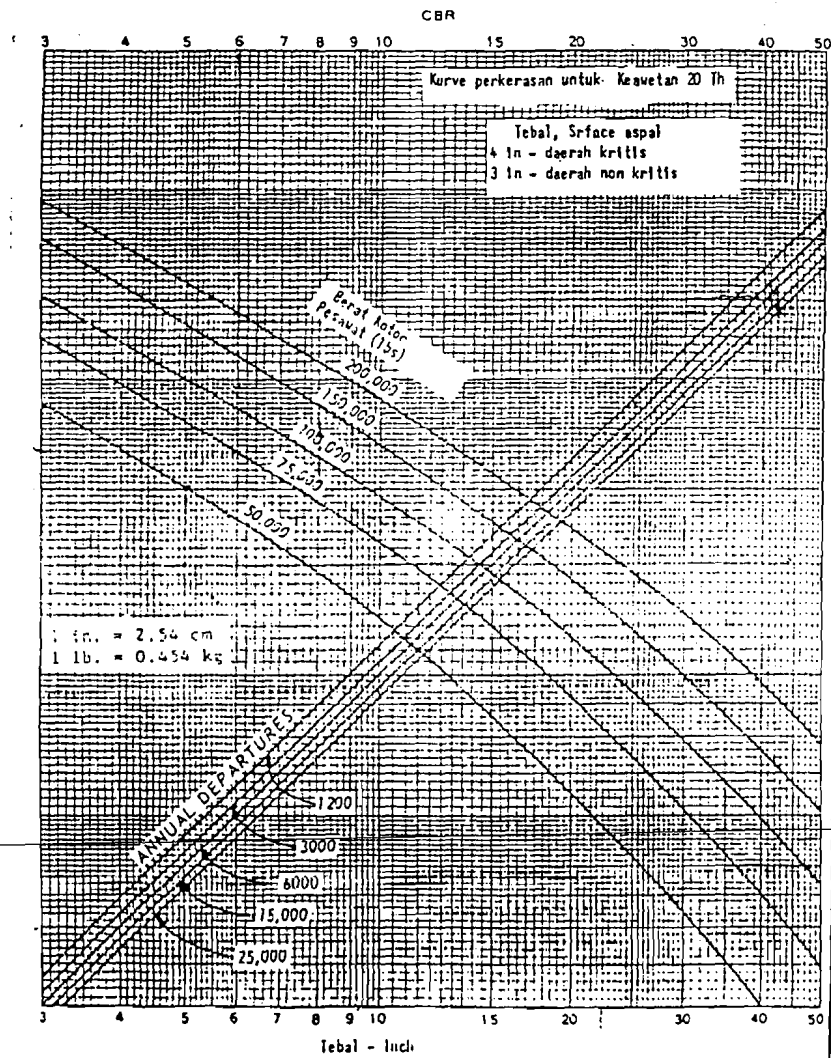
No.	URAIAN	DISKRIPSI KUALITATIF	TARGET				
			1994	1995	1996	1997	1998
1	PELAYANAN JASA BANDARA (PRODUKSI)	A. BIDANG OPERASI BANDARA					
		1) PERGERKAN PESAWAT	221.601	238.569	261.484	283.574	307.679
		2) ANGKUTAN BARANG (TON)	245.281	261.048	282.446	303.256	327.724
		3) ARUS PENUMPANG (ORANG)	14.881.446	15.786.970	16.872.783	18.167.327	19.560.647
		4) KEBERANGKATAN INTL	55' 30"	48' 30"	45' 30"	38' 30"	33' 30"
		5) KEDATANGAN	56'	52'	45'	40'	35'
		6) KEBERANGKATAN DOMESTIK	20' 30"	18' 30"	15' 30"	13' 30"	10' 30"
		7) KEDATANGAN	27'	25'	22'	20'	18'
		B. BIDANG OPERASI LLU					
		1) A F T N					
		a) CIRCUIT PERFORMANCE	97 %	97 %	98 %	98 %	98 %
		b) COMP. PERFORMANCE (BREAK DOWN LOGED)	3 %	3 %	2 %	2 %	2 %
		c) TRANSIT TIME	2' - 15'	2' - 14'	2' - 13'	2' - 12'	2' - 11'
		2) KESELAMATAN PENERBANGAN					
		a) PERFORMANCE OF C N S	> 95 %	> 96 %	> 96 %	> 97 %	> 98 %
		b) AIC SERVICE PERFORMANCE					
		- SERVICE COMPLAIN	< 12	< 11	< 10	< 8	< 6
		- INCIDENA / ACCIDEN	0	0	0	0	0
		3) ATC er CONDITION	> 90 %	> 90 %	> 91 %	> 92 %	> 92 %
		4) ATC SYSTEM PERFORMANCE	95 %	95 %	96 %	96 %	97 %
		5) PK-PPK (RESPONE TIME)	<= 3 MIN	<= 3 MIN	<= 3 MIN	<= 3 MIN	<= 3 MIN
2.	PEMASARAN BANDAR UDARA	A. PENDAPATAN AERONAUTIKA	222.4	263.3	277.1	288.7	288.7
		B. PENDAPATAN NON AERONAUTIKA	92.9	110.7	127.6	149.6	162.7

No.	URAIAN	DISKRIPSI KUALITATIF	T A R G E T				
			1994	1995	1996	1997	1998
3	FASILITAS & PERALATAN	1) R / W					
		BANDARA SOEKARNO - HATTA	3.660x60	3.660x60	3.660x60	3.660x60	3.660x60
		BANDARA HALIM PK	3.600x60	3.600x60	4.000x60	4.000x60	4.000x60
		BANDARA SMB II PALEMBANG	3.000x45	3.000x45	3.000x45	3.000x45	3.000x45
		BANDARA SMB II PALEMBANG	2.200x45	2.200x45	2.200x45	2.200x45	2.200x45
		BANDARA SUPADIO PNK	1.850x45	1.850x45	1.850x45	2.350x45	2.350x45
		BANDARA TABING PADANG	2.150x45	2.150x45	2.150x45	2.150x45	2.150x45
		BANDARA SIMPANG TIGA	2.150x30	2.150x45	2.150x45	2.150x45	2.150x45
		BANDARA POLONIA MEDAN	2.900x45	2.900x45	2.900x45	2.900x45	2.900x45
		BANDARA BLANG BINTANG	2.250x45	2.250x45	2.250x45	2.250x45	2.250x45
		BANDARA HUSEIN S. BDG	1.987x45	2.200x45	2.200x45	2.200x45	2.200x45
		2) TAXI WAY (M2)					
		BANDARA SOEKARNO - HATTA	398.760	398.760	429.360	452.990	452.990
		BANDARA HALIM PK	36.369,56	36.369,56	36.369,56	36.369,56	36.369,56
		BANDARA SMB II PALEMBANG	8.672	8.672	8.672	64.072	64.072
		BANDARA SUPADIO PNK	2.997	2.992	5.292	60.792	60.792
		BANDARA TABING PADANG	92.389,25	92.389,25	92.389,25	92.389,25	92.389,25
		BANDARA SIMPANG TIGA	6.470,60	6.470,60	6.470,60	6.470,60	6.470,60
		BANDARA POLONIA MEDAN	18.165	18.165	18.165	18.165	18.165
		BANDARA BLANG BINTANG	5.265	5.265	5.265	5.265	5.265
		BANDARA HUSEIN S. BDG	25.285	25.285	25.285	25.285	25.285
		3) APRON (M2)					
		BANDARA SOEKARNO - HATTA	729.870	729.870	758.620	763.150	763.150
		BANDARA HALIM PK	88.788	88.788	88.788	88.788	88.788
		BANDARA SMB II PALEMBANG	17.393	17.393	17.393	17.393	17.393
		BANDARA SUPADIO PNK	18.516	18.516	32.316	32.316	32.316
		BANDARA TABING PADANG	20.700	20.700	25.200	25.200	25.200
		BANDARA SIMPANG TIGA	34.034	34.034	38.402	38.402	38.402
		BANDARA POLONIA MEDAN	59.625	64.085	64.085	64.085	64.085
		BANDARA BLANG BINTANG	20.160	20.160	20.160	20.160	20.160
		BANDARA HUSEIN S. BDG	30.530	30.530	30.530	30.530	30.530
		4) G U D A N G					
		BANDARA SOEKARNO - HATTA	54.120	54.120	57.120	60.120	63.120
BANDARA HALIM PK	631	631	631	631	631		
BANDARA SMB II PALEMBANG	420	420	1.000	1.000	1.000		
BANDARA SUPADIO PNK	144	144	500	1000	1500		
BANDARA TABING PADANG	432	432	432	432	432		
BANDARA SIMPANG TIGA	960	960	960	960	960		
BANDARA POLONIA MEDAN	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300		
BANDARA BLANG BINTANG	347	347	347	347	347		
BANDARA HUSEIN S. BDG	200	200	200	200	200		

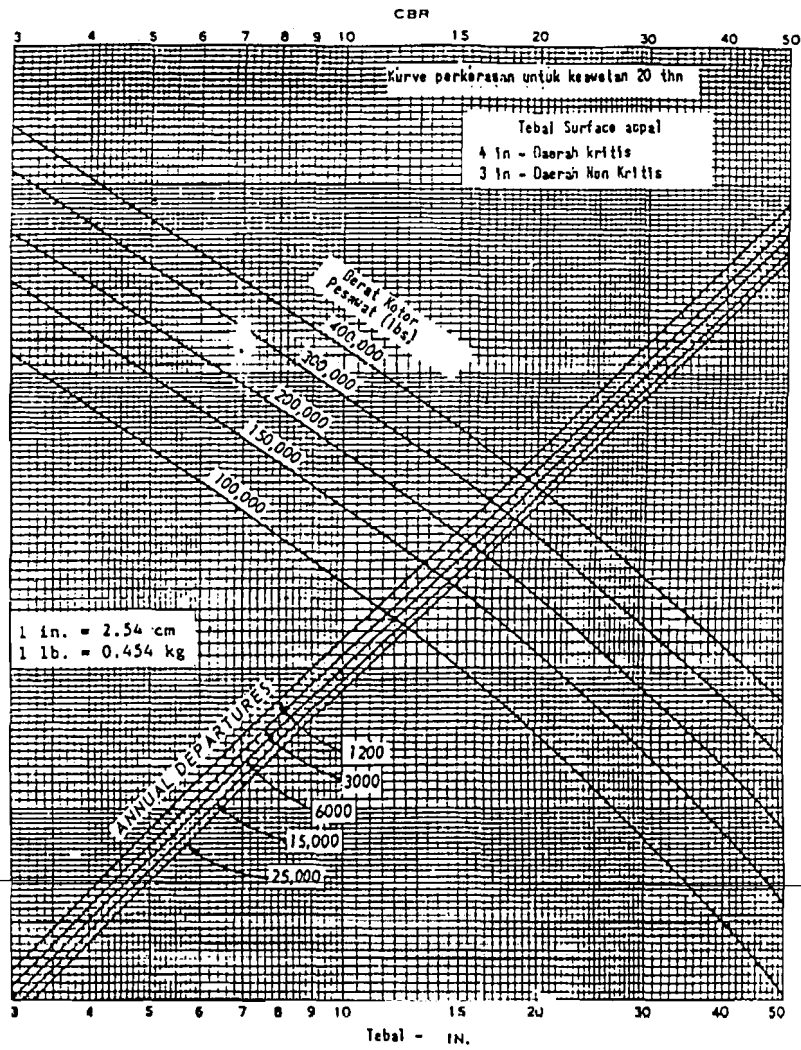
No.	URAIAN	DISKRIPSI KUALITATIF	TARGET					
			1994	1995	1996	1997	1998	
4	KEUANGAN							
	a	RENTABILITAS UMUM	LABA SEBELUM PAJAK TOTAL HARTA (%)	2,98	3,35	4,92	5,35	5,45
	b	LEVERAGE / SOLVABILITAS	1) HUTANG JANGKA PAN- JANG/TOTAL HARTA (%)	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
			2) TOTAL HARTA / TOTAL HUTANG (%)	2094	1491	2098	1175	2531
	c	RENTABILITAS USAHA DALAM OPERATING RATIO (OR) DAN WORKING RATIO (WR)	1) OPERATING (%)	78,33	76,98	69,60	64,84	66,96
			2) WORKING RATIO (%)	51,14	50,91	45,2	41,99	37,98
	d	PROFIT MARGIN	LABA SEBELUM PAJAK PENDAPATAN (%)	21,7	23	30,4	35,2	33
	e	ASSET TURN OVER (ATO) TOTAL AKTIVA	PENDAPATAN / TOTAL AKTIVA (%)	14	14	16	16	17
	f	LIKUIDITAS	AKTIVA LANCAR/HUTANG LANCAR X 100 %	425	310	468	471	575
	g	PAJAK	35 % x LABA SEBELUM PA- JAK SETELAH DIKURANGI % PELEK (000)					
	h	PELEK	3 % x LABA SEBELUM PA- JAK (JUTA RUPIAH)	1.914	2.149	3.292	4.185	4.473
5	SUMBER DAYA MANUSIA							
	a.	JUMLAH PERSONIL	PENYESUAIAN PERSONIL BERDASARKAN BEBAN KERJA (ORANG)	5.109	5.109	5.109	5.109	5.109
	b.	KOMPOSISI BIAYA PEGAWAI (%)	TERHADAP JML PENDAPATAN TERHADAP JML BIAYA	21,1	23,5	23,5	24,2	21,6



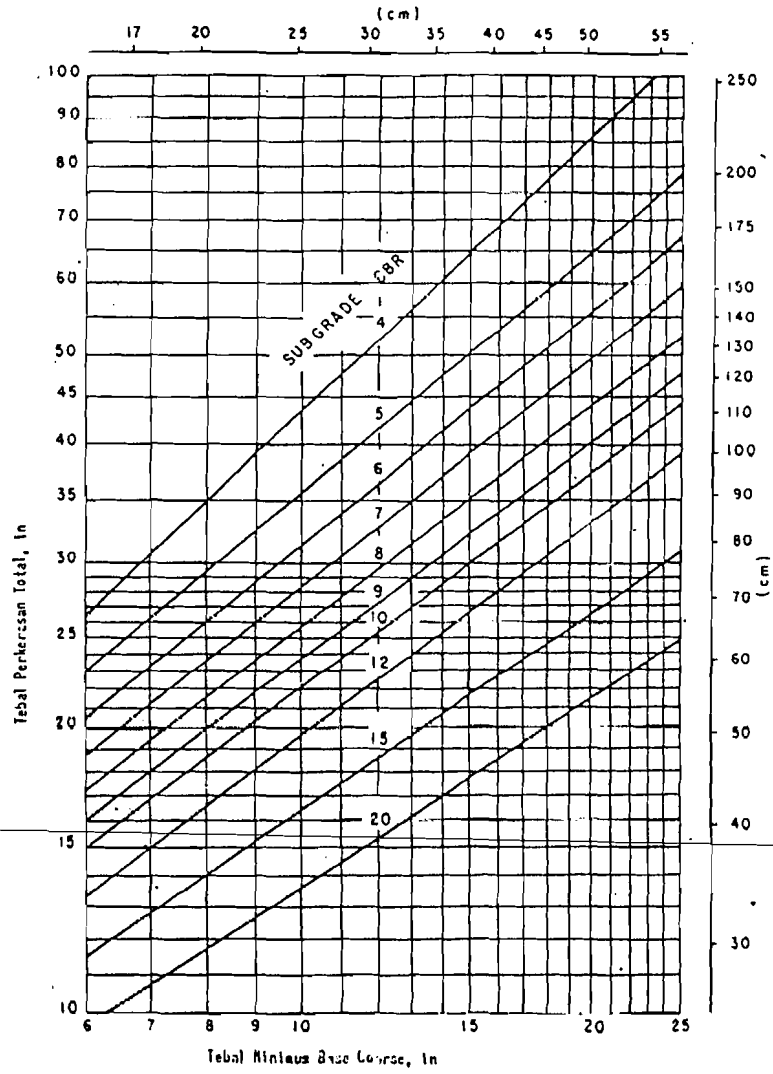
GAMBAR 6-15 : Kurve rencana perkerasan flexible, untuk daerah kritis-Single Wheel Gear
SINGLE WHEEL GEAR



GAMBAR 6-16 : Kurve rencana perkerasan flexible, untuk daerah kritis DUAL WHEEL GEAR

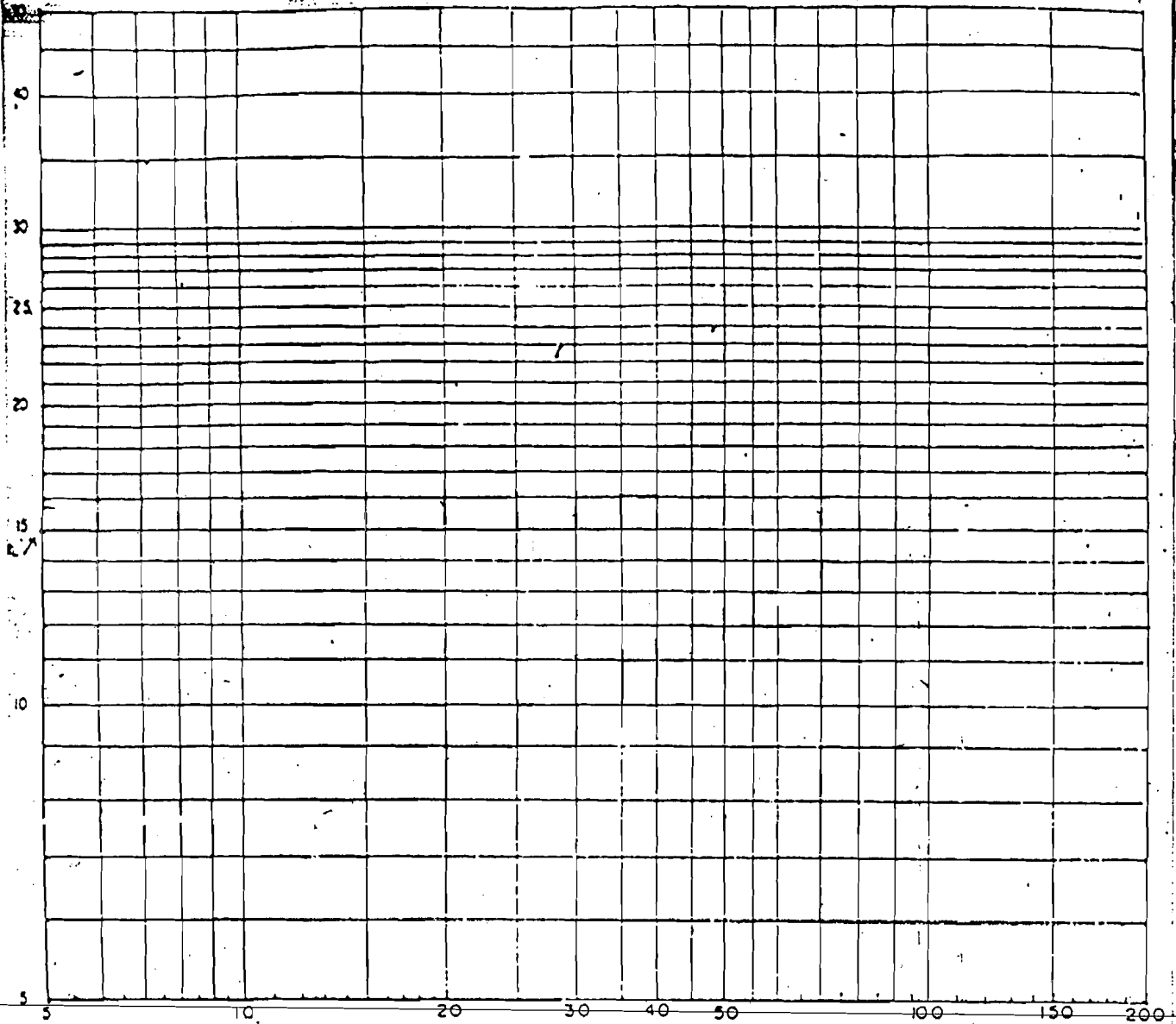


GAMBAR 6-17 : Kurve rencana Perkerasan Flexible untuk daerah kritis
DUAL TANDEM GEAR



GAMBAR 6-24 : Tebal minimum Base Course yang diperlukan.

Grafik 5.2
Equivalent Single Wheel Load



Thickness (cm)

<p>LEGENDA</p> <p>Wheel type : F - 28 Mk 4,000 gear configuration : duql distance on main wheel : 25.32 cm distance on main wheel : 55.00 cm distance on main wheel : 12,000 mm</p>	PT. ASANA WIRASTA SETIA JL. DELTASARI 5 KEBAYORAN BARU		DIREKTORAT JENDERAL PERHUBUNGAN UDARA DIREKTORAT PELABUHAN UDARA		
	PEN. JAWAB	IR. ADI SANTOSA	PROYEK : STUDI PERENCANAAN PERPANJANGAN LANDASAN PACU BANDAR UDARA SUPADIO-PONTIANAK		
	DIGAMBAR	SUGIRO			
	DIPERIKSA	IR. OLLY NOROJONO	TANGGAL SKALA GAMBAR :		
	DISETUJUI	[]			
SUMBER :	[]		NOMOR	LEMBAR	

LAPORAN KINERJA PERUSAHAAN TAHUN 1996
PT. (PERSERO) ANGKASA PURA II



CABANG BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

LAPORAN KINERJA PERUSAHAAN TAHUN 1996
PT.(PERSERO) ANGKASA PURA II
CABANG BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

I. PENDAHULUAN

1. Laporan Kinerja Perusahaan tahun 1996 ini dimaksudkan sebagai evaluasi atas pelaksanaan tugas pada PT.(Persero) Angkasa Pura II Cabang Bandar Udara Supadio Pontianak Selama tahun 1996 yang diharapkan dapat menjadi acuan dalam pelaksanaan tugas pada periode selanjutnya.
Dari evaluasi ini akan dapat diketahui seberapa jauh keberhasilan yang telah dicapai, kekurangan - kekurangan dan hambatan-hambatan yang dihadapi.
Bertitik tolak dari hasil evaluasi ini diharapkan dapat dicari alternatif-alternatif yang perlu ditempuh dalam rangka mempertahankan dan meningkatkan hasil yang telah dicapai, memecahkan masalah-masalah yang dihadapi dan mempergunakan kesempatan yang ada dengan sebaik-baiknya agar dapat menetapkan kebijakan yang tepat dalam meningkatkan kinerja perusahaan dalam waktu-waktu mendatang.
2. Laporan Kinerja Perusahaan PT.(Persero) Angkasa Pura II Cabang Bandar Udara Supadio Pontianak Tahun 1996 ini disusun dengan sistematika :
 - a. Pendahuluan
 - b. Perkembangan pengelolaan
 - c. Realisasi investasi / eksploitasi tahun 1996
 - d. Hambatan dalam pelaksanaan anggaran
 - e. Saran - saran
 - f. Penutup.

II. PERKEMBANGAN PENGELOLAAN

3. Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia merupakan faktor yang sangat menentukan dalam pengelolaan suatu usaha. Keterbatasan sumber daya manusia baik dari segi kualitas maupun dari segi kuantitas akan merupakan kendala dalam rangka menghadapi tugas-tugas pengelolaan usaha yang semakin berkembang dari waktu ke waktu.

a. Komposisi pegawai Bandar Udara Supadio Pontianak menurut pendidikannya.

UNIT KERJA	SD	SLTP	SLTA	D.II	D.III	SM	S.1
Kepala Cabang	~	~	~	~	1	~	~
OIC	1	~	1	1	~	~	~
Divisi Operasi	4	32	26	16	9	~	1
Divisi Teknik	11	12	17	16	~	~	~
Divisi Adkom	4	1	20	~	~	1	1
~~~~~							
Jumlah	20	45	64	33	10	1	2
~~~~~							

b. Komposisi pegawai Bandar Udara Supadio Pontianak menurut kelompok umurnya

UNIT KERJA	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50	>50
Kepala Cabang	~	~	~	~	~	1
OIC	~	1	1	~	~	1
Divisi Operasi	7	27	22	16	5	9
Divisi Teknik	10	9	21	9	5	2
Divisi Adkom	1	5	9	5	6	0
~~~~~						
Jumlah	18	42	53	30	16	13
~~~~~						

Dari data tersebut di atas, pada butir 3 huruf a terlihat bahwa sebagian besar pegawai berpendidikan SLTP dan SLTA. Sebagai tenaga-tenaga pelaksana mereka perlu terus dibina melalui pendidikan-pendidikan dan latihan-latihan disesuaikan dengan perkembangan tugas yang harus dilaksanakan serta teknologi yang terus berkembang dari waktu ke waktu.

c. Pelaksanaan diklat yang diikuti oleh pegawai Bandar Udara Supadio pontianak selama tahun 1996

Nama Diklat	Tempat Diklat	Lamanya Diklat	Jumlah Peserta
TCC Scondary Radar	Jakarta	2 bulan	1 orang
Teknik Dasar O I C	Curug	3 bulan	2 orang
Training AMSC	Bandung	2 minggu	3 orang
Yunior AVSEC	Jakarta	3 bulan	5 orang
Sistem Perencanaan	Bandung	1 minggu	5 orang
Sosialisasi Perpetual Method	Jakarta	2 minggu	4 orang
Diklat Komersial	Jakarta	3 bulan	4 orang
Factory VHF - ER	Inggris	3 minggu	1 orang
Training I L S	U S A	5 minggu	1 orang
Radar A T C	Curug	3 bulan	2 orang
Penilik Teknik Listrik	Jakarta	1 tahun	2 orang
Penilik Teknik Radio	Jakarta	1 tahun	1 orang

- d. Dari data seperti tersebut pada butir 3 huruf b, terdapat 13 orang berusia di atas 50 tahun yang berada pada Divisi Operasi dan Divisi Teknik. Mengingat Divisi Operasi dan Divisi Teknik tugasnya sangat erat dengan fungsi pelayanan bandar udara, perlu dipersiapkan tenaga agar bila waktunya mereka pensiun, pelaksanaan fungsi pelayanan tidak menurun/mengalami hambatan karena berkurangnya tenaga tersebut.

4. Sarana / Prasarana Bandar Udara

- a. Landasan pacu dengan panjang 1.850 m dan lebar 30 m baru mampu didarati oleh pesawat type F-100. Dalam rangka kerja sama BIMP-EAGA beberapa negara tetangga bermaksud mengadakan hubungan operasi ke Bandar Udara Supadio Pontianak, namun hal tersebut mengalami hambatan karena keadaan landasan pacu yang belum memenuhi syarat, untuk itu melalui RKA 1996 akan diadakan perpanjangan landasan pacu 300 m yang sampai akhir tahun masih dalam proses pelelangan / penetapan pelaksanaannya.
- b. Terminal sebagai pusat pelayanan umum pemakai jasa bandar udara, baru saja dioperasikan terminal baru pada tahun 1995, hasil proyek Ditjen. Perhubungan / Departemen Perhubungan. Terminal baru ini masih kurang memenuhi aspek komersial, sehingga walaupun pengoperasian sudah berjalan hampir 2 tahun dan usaha untuk dapat memasarkan ruangan-ruangan telah dilaksanakan dengan sungguh-sungguh namun masih terdapat ruangan yang belum terjual, untuk itu masih terus dipikirkan untuk mengadakan panataan-penataan kembali / renovasi - renovasi.

- c. Fasilitas penunjang keselamatan operasi penerbangan juga terus ditingkatkan dari waktu ke waktu dan diadakan pemeliharaan yang dilaksanakan secara intensif untuk menjaga keadaan peralatan tersebut.

5. Lalu - lintas angkutan udara ✓

Lalu lintas pesawat, penumpang dan barang di Bandar Udara Supadio Pontianak selama tahun 1996 mengalami kenaikan jika dibanding dengan pada tahun 1995.

a. Domestik

	1995	1996	Trend
1) Pesawat datang	6.651	7.945	+ 19,46%
Pesawat berangkat	6.645	8.235	+ 23,93%
2) Penumpang datang	227.642	260.506	+ 14,44%
Penumpang berangkat	224.546	258.572	+ 15,15%
3) Bagasi bongkar	2.825.428	3.041.297	+ 7,64%
Bagasi muat	2.089.778	3.438.212	+ 20,01%
4) Cargo bongkar	2.089.778	3.173.012	+ 51,83%
Cargo muat	1.144.716	1.319.357	+ 15,26%
5) Pos bongkar	193.554	233.886	+ 20,84%
Pos muat	148.899	173.086	+ 16,24%

b. Internasional

	1995	1996	Trend
1) Pesawat datang	206	293	+ 42,23%
Pesawat berangkat	206	277	+ 34,47%
2) Penumpang datang	8.300	8.623	+ 3,89%
Penumpang berangkat	6.670	7.053	+ 5,73%
3) Bagasi bongkar	118.225	130.956	+ 10,77%
Bagasi muat	59.782	70.678	+ 18,23%
4) Cargo bongkar	23.428	29.589	+ 26,30%
Cargo muat	89.900	100.991	+ 22,35%

6. Jasa non aeronautika

Jasa non aeronautika dalam tahun 1996 baru dapat memberikan kontribusi sebesar 24,62% dari pendapatan. Prosentase kontribusi pendapatan non aeronautika terhadap keseluruhan pendapatan ini turun jika dibandingkan dengan tahun 1995 sebesar 26,2%.

a. Pebandingan produksi jasa di Bandar Udara Supadio Pontianak tahun 1995 dan 1996.

JASA	1995	1996	TREND
Sewa ruangan (m2/bln)	9.385	10.818	+ 15,27%
Sewa gudang (m2/bln)	690	148	- 78,55%
Sewa tanah biasa (m2/bln)	232.563	218.764	- 5,93%
Sewa tanah diperkeras (m2/bln)	2.428	1.478	- 39,13%
Agro Bussines (m2/bln)	~	~	~
Konsesi (consesioner)	17	16	- 5,88%
Parkir Mobil (lbr)	195.349	198.009	+ 1,40%
Parkir Motor (lbr)	15.024	17.023	+13,30%
Pas Bandara (lbr)	59.332	77.572	+30,74%
Pemakaian Listrik (KwH)	33.762	28.864	- 4,50%
Pemakaian Air (m3)	1.801	1.985	+10,22%
Pemakaian Telepon (ps)	6	8	+33,33%
Sewa Tempat Reklame (m2/bln)	483	452	- 6,41%
Marshalling (pesawat)	5.535	5.743	+ 3,76%
Ground Handling (pesawat)	665	1.148	+72,63%
Jasa Gudang (kg)	~	1.544.507	100%

b. Perbandingan struktur pendapatan antara tahun 1995 dan 1996.

	1995	1996
Pendapatan aeronautika	66,40%	69,08%
Pendapatan non aeronautika	26,23%	24,62%
Pendapatan diluar usaha	7,33%	6,30%
	-----	-----
	100 %	100 %

Kenaikan prosentase pendapatan aeronautika antara lain disebabkan adanya perubahan tarif jasa aeronautika (PSC Domestik / Internasional dan JP3U).

c. Perbandingan pendapatan di Bandar Udara Supadio Pontianak tahun 1995 dengan tahun 1996 (dalam Rp. 1.000,-)

	1995	1996	Trend
Pendapatan Aeronautika	1.810.510	2.676.120	+ 47,81%
Pendapatan non Aeronautika	715.045	953.688	+ 33,37%
Pendapatan diluar usaha	200.828	244.126	+ 21,56%
	~~~~~	~~~~~	~~~~~
	2.726.383	3.873.934	+ 42,09%

d. Pada awal tahun 1995 diadakan renovasi pergudangan yang ada, yang mengakibatkan gudang tidak dapat disewakan. Sesudah selesai dilaksanakan renovasi, gudang tidak disewakan lagi, tetapi pengelolaan usaha pergudangan dilaksanakan sendiri terhitung mulai bulan Agustus 1995. Hal tersebut tampak pada laporan realisasi RKA 1995, pada produksi sewa gudang dan pendapatan sewa gudang terjadi penurunan.

### III. REALISASI EXPLOITASI / INVESTASI TAHUN 1996.

#### 7. Anggaran Exploitasi

a. Pendapatan ( Rp. 1.000,- )

	RKA	Realisasi	% The Target
1). Aeronautika	2.164.084 *)	2.676.120	123,66%
2). Non Aeronautika	1.189.318	953.688	80,19%
3). Lain - lain	132.439	244.126	184,33%
	-----	-----	-----
Jumlah	3.485.841	3.873.934	111,13%

b. Pengeluaran ( Rp. 1.000,- )

	RKA	Realisasi	% The Target
1). Biaya pegawai	2.688.971	2.141.560	79,64%
2). Biaya operasi	734.621	556.691	75,78%
3). Biaya pemeliharaan	321.344	311.318	96,88%
4). Aktiva tetap yang dibiayakan	10.000	2.451	24,51%
5). Biaya umum	230.822	156.767	67,00%
6). Biaya pajak	339.675	282.674	83,22%
7). Biaya lain - lain	77.770	93.976	120,84%
	-----	-----	-----
	4.403.203	3.545.437	80,52%

Keterangan :

*) Tidak termasuk pendapatan lintas udara Rp. 2.272.305.000,-

8. Anggaran Investasi

a. Tahun 1995

	<i>RKA</i>	<i>Realisasi</i>	
1. Program keselamatan operasi Penerbangan	4,392,760,000	4,207,885,000	95.79%
2. Program pelayanan penumpang / barang dan jasa Bandar Udara lainnya.	1,208,955,000	1,149,896,000	95.11%
3. Program pengembangan sumber daya manusia	15,000,000	14,960,000	99.73%
4. Program pengelolaan dan pengembangan usaha	291,541,000	226,064,000	77.54%
5. Program ketertiban dan pengamanan	27,120,000	27,120,000	100.00%
6. Program lingkungan, sosial dan golongan ekonomi lemah	4,950,000	4,950,000	100.00%
Jumlah	5,940,326,000	5,630,875,000	94.79%

b. Tahun 1996

	<i>RKA</i>	<i>Realisasi</i>	
1. Program keselamatan dan operasi penerbangan	2,032,170,000	0	0%
2. Program pelayanan penumpang / barang dan jasa Bandar Udara lainnya.	574,248,000	0	0%
3. Program pengembangan sumber daya manusia	0	0	0%
4. Program pengelolaan dan pengembangan usaha	37,971,000	29,983,000	78.96%
5. Program ketertiban dan pengamanan	390,000,000	390,000,000	100.00%
6. Program lingkungan, sosial dan golongan ekonomi lemah	0	0	0%
Jumlah	3,034,389,000	419,983,000	13.84%

#### IV. HAMBATAN DALAM PELAKSANAAN ANGGARAN

9. Usaha pengembangan kegiatan ground handling tidak dapat terlaksana karena kelengkapan peralatan dan tenaga pelaksana tidak mendukung, sehingga kesempatan untuk melaksanakan kegiatan ground handling untuk pesawat - pesawat yang ground handlingnya tidak dilaksanakan oleh perusahaan penerbangannya sendiri belum terlaksana.
10. Anggaran investasi tahun 1996, kebanyakan plafonnya diatas Rp. 50.000.000,00, pelaksanaannya oleh kantor pusat tidak dapat lancar seperti yang diharapkan. Sampai berakhirnya tahun anggaran umumnya masih dalam proses kontrak bahkan baru dalam proses pelelangan.

#### V. SARAN - SARAN

11. Pengembangan usaha ground handling yang pernah direncanakan perlu dilaksanakan dengan terlebih dahulu mempersiapkan :
  - a. Peralatan yang diperlukan untuk kegiatan usaha tersebut.
  - b. Pendidikan dan latihan untuk tenaga-tenaga pengelola kegiatan ground handling tersebut.
12. Kantor pusat diharapkan dapat membantu melobi ditingkat pusat agar ground handlingnya pesawat - pesawat udara yang belum dilaksanakan oleh perusahaan penerbangannya sendiri dapat dilaksanakan oleh PT.(Persero) Angkasa Pura II Cabang.
13. Perlu diupayakan / dikaji ulang hal - hal yang menghambat pelaksanaan anggaran investasi terutama yang bersifat interen.
14. Perlu memberi kesempatan yang lebih besar kepada cabang untuk pelaksanaan anggaran investasi sehingga pelaksanaannya dapat lebih lancar.

#### VI. PENUTUP

15. Demikian laporan Kinerja Perusahaan PT. (Persero) Angkasa Pura II Cabang Bandar Udara Supadio Pontianak tahun 1996 ini dibuat sebagai masukan bagi ~~pejabat-pejabat yang terkait guna menetapkan kebijakan yang perlu diambil pada waktu-waktu yang akan datang demi lebih berhasilnya usaha pengelolaan Bandar Udara Supadio Pontianak.~~

Pontianak, 17 Maret 1997

KEPALA CABANG PT.(Persero) ANGKASA PURA II  
BANDAR UDARA SUPADIO PONTIANAK

WIYANTONO S

NRP. 502276