

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI TEBAL LAPIS PERKERASAN  
DAN SISTIM DRAINASI PADA LANDAS PACU  
BANDAR UDARA ADISUTJIPTO YOGYAKARTA**



**Disusun Oleh :**

<b>BAMBANG IMAM SANTOSO</b>	<b>92310037</b>
<b>FACHRY CAHYADI</b>	<b>92310132</b>

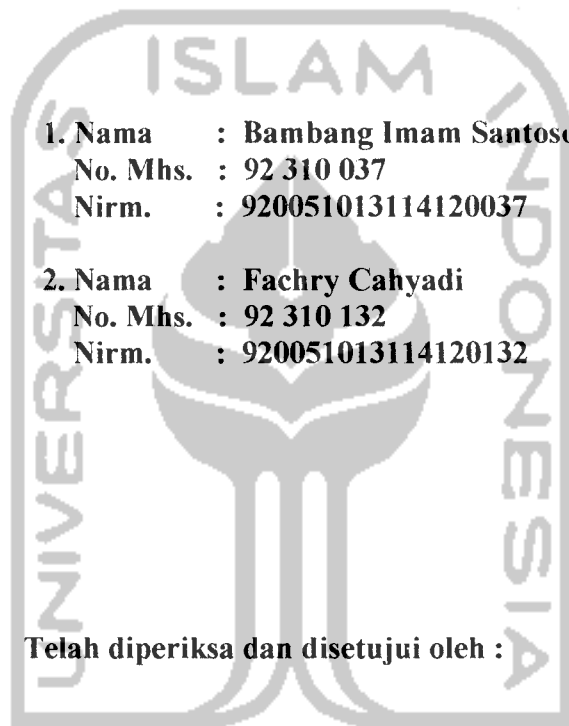
**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2000**

HALAMAN PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI TEBAL LAPIS PERKERASAN DAN  
SISTEM DRAINASI PADA LANDAS PACU BANDAR  
UDARA ADISUTJIPTO YOGYAKARTA**



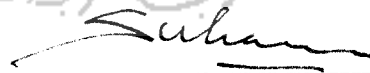
1. Nama : Bambang Imam Santoso  
No. Mhs. : 92 310 037  
Nirm. : 920051013114120037

2. Nama : Fachry Cahyadi  
No. Mhs. : 92 310 132  
Nirm. : 920051013114120132

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

**Ir. Sukarno. SU**

**Dosen Pembimbing I**



**Tanggal : 24-12-2000**

**Ir. Bachnas MSc.**

**Dosen Pembimbing II**



**Tanggal : 23 Des 2000**

HALAMAN PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

# EVALUASI TEBAL LAPIS PERKERASAN DAN SISTEM DRAINASI PADA LANDAS PACU BANDAR UDARA ADISUTJIPTO YOGYAKARTA



1. Nama : Bambang Imam Santoso  
No. Mhs. : 92 310 037  
Nirm. : 920051013114120037
2. Nama : Fachry Cahyadi  
No. Mhs. : 92 310 132  
Nirm. : 920051013114120132

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

*Hasil penelitian  
analisis / evaluasi  
sistem drainage.*

**Ir. Sukarno. SU**

**Dosen Pembimbing I**

**Tanggal :**

*20/12 2019*

**Ir. Bachnas MSc.**

**Dosen Pembimbing I I**

**Tanggal :**

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas Rahmat dan Inayah-Nya, tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Kami harap topik yang disampaikan ini dapat memperkaya wawasan pembaca tentang lapangan terbang khususnya Evaluasi Tebal Lapis Perkerasan dan Sistem Drainasi Pada Landas Pacu Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta, serta dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu dan teknologi di Indonesia.

Kami sadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak, topik yang kami kembangkan tak akan terwujud. Untuk itu kami ucapkan terimakasih kepada :

1. Ir. Sukarno, SU, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
2. Ir. Bachnas, MSc, selaku dosen pembimbing tugas akhir
3. Sutadi, selaku kepala divisi Teknik Umum PT. Angkasa Pura I Yogyakarta.
4. FX. Rismono, selaku kepala subsi Meteorologi Lanud Adisutjipto Yogyakarta.
5. Pimpinan Departemen Perhubungan Kanwil XII Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Segala upaya serta kemampuan telah dicurahkan sepenuhnya demi terselesaikannya Tugas Akhir ini. Namun semua itu tak terlepas dari kekurangan yang ada, karena itu diharapkan masukan dan kritikan yang membangun.

Akhir kata, semoga Allah selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua, *Amin yaa robbal 'aalamin*

*Wassalamualaikum Wr. Wb.*



Yogyakarta, Oktober 2000

Penyusun,

- Bambang Imam Santoso

- Fachry Cahyadi

## DAFTAR ISI

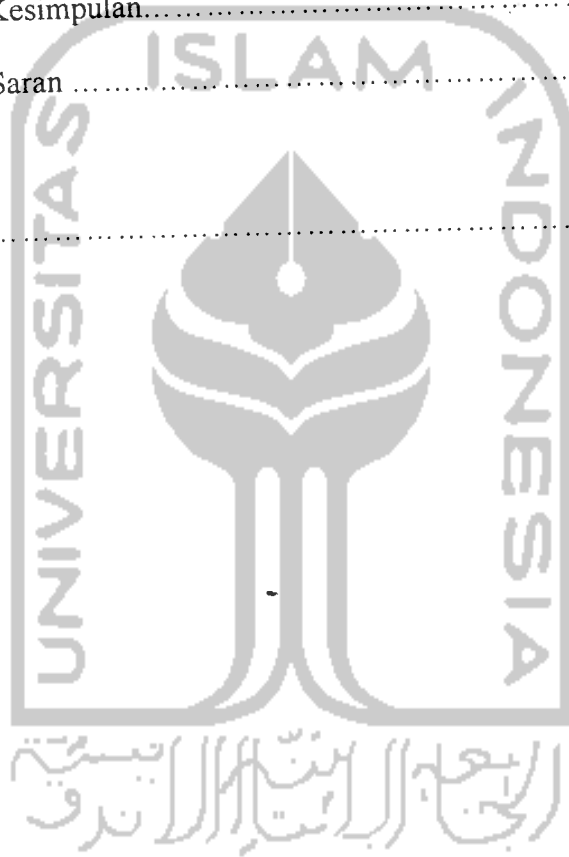
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
INTISARI .....	xv
BAB I      PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Tujuan Studi .....	2
1.3    Batasan Masalah .....	2
BAB II     TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1    Landas Pacu .....	4
2.2    Lapis Perkerasan Lentur .....	6
2.2.1 Struktur Lapis Perkerasan Lentur .....	6
2.2.2 Dasar Perencanaan Lapis Perkerasan Lentur .....	9

2.2.2.1 Pengaruh Karakteristik Pesawat Terbang .....	9
2.2.2.2 Daya Dukung Tanah Dasar .....	11
2.2.3 Metode Perencanaan Lapis Perkerasan Lentur .....	13
2.2.3.1 Metode FAA .....	13
2.2.3.2 Metode LCN .....	20
2.3 Sitem Drainasi .....	22
2.3.1 Karakteristik Drainasi Bandar Udara .....	22
2.3.2 Fungsi dan Klasifikasi Drainasi Bandar Udara .....	23
1 Aspek Hidrologi .....	24
a. Karakteristik Hujan .....	24
1) Durasi .....	24
2) Intensitas .....	25
3) Lengkung Intensitas .....	25
4) Waktu Konsentrasi .....	25
b. Data Hujan .....	27
1) Pengukuran .....	27
2) Kondisi dan Sifat Data .....	27
c. Pengolahan Data .....	27
1) Kala Ulang Hujan .....	27
2) Analisis Intensitas Hujan .....	27
d. Debit Rancangan dengan Metode Rasional .....	28

	1) Koefisien Pengaliran hujan ( $\alpha$ ) .....	29
	2) Koefisien Penyebaran hujan ( $\beta$ ) .....	29
	2. Aspek Hidrolika .....	30
	a. Data Permasalahan .....	31
	b. Data Topografi .....	31
	c. Data Tata Guna Lahan .....	31
	d. Jenis Tanah .....	32
	e. Master Plan .....	32
	f. Data Hujan .....	32
	3. Kriteria Perancangan .....	32
	a. Aspek Aliran / Teknis .....	33
	b. Perancangan Saluran .....	37
BAB III	METODE DAN PERANCANGAN .....	41
	3.1 Metodologi Pengumpulan dan Penyajian Data .....	41
	3.1.1 Bagan Alir .....	41
	3.1.2 Pengumpulan dan Penyajian Data .....	41
	3.2 Analisis Masalah .....	42
	3.2.1 Perancangan Perkerasan Metode FAA .....	42
	3.2.2 Perancangan Perkerasan Metode LCN .....	51
	3.2.3 Perancangan Sistem Drainasi .....	57



BAB IV	PEMBAHASAN .....	76
	4.1. Perkerasan Landas Pacu .....	76
	4.2. Drainasi Lapangan Terbang .....	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	81
	5.1. Kesimpulan.....	81
	5.2. Saran .....	82
DAFTAR PUSTAKA .....		83



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Faktor Konversi Roda Pendaratan.....	15
Tabel 2.	Tabel Kecepatan Untuk Saluran Alami .....	26
Tabel 3.	Tabel Besarnya Koefisien Pengaliran .....	29
Tabel 4.	Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan .....	35
Tabel 5.	Nilai Koefisien Kekasaran Manning .....	37
Tabel 6.	Tipe Pesawat dan Roda Pendaratan .....	43
Tabel 7.	Jenis Pesawat dan Keberangkatan Tahunan Ekivalen.....	49
Tabel 8.	Tabel Hasil Perhitungan Perkerasan Metode FAA .....	51
Tabel 9.	Tabel Hasil Perhitungan Perkerasan Metode LCN .....	56
Tabel 10.	Tabel Hasil Perhitungan Sistem Drainasi.....	74
Tabel 11.	Tabel Hasil Perhitungan Perkerasan Lama, Metode FAA dan LCN .....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tipe Konfigurasi Roda Pendaratan .....	12
Gambar 2. Grafik Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk Daerah Kritis .....	17
Gambar 3. Kurva Rencana Perkerasan Fleksibel Untuk Daerah Kritis.....	19
Gambar 4. Tebal Minimum Base Course .....	20
Gambar 5. Bilangan Penggolongan Beban Untuk Perkerasan Lentur.....	21
Gambar 6. Kurva Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk Landasan.....	22
Gambar 7. Kurva Intensitas Hujan.....	25
Gambar 8. Penampang Saluran Segi Empat Terbuka .....	39
Gambar 9. Penampang Saluran Trapesium .....	40
Gambar 10. Diagram Alir Perancangan.....	41
Gambar 11. Situasi Drainasi untuk Daerah Apron AU kearah Barat ( Runway, Shoulder dan Fasilitas inlet ) .....	57
Gambar 12. Situasi Saluran Inlet I.....	61
Gambar 13. Situasi Saluran Pembuangan I.....	64
Gambar 14. Tampak Atas Saluran Drainasi .....	75
Gambar 15. Tebal Lapis Perkerasan .....	77
Gambar 16. Tampak Atas Lubang Inlet.....	79

## LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

$\delta$  = beda tinggi (m)

$\alpha$  = koefisien pengaliran air

$\beta$  = koefisien penyebaran hujan

A = Luas daerah, luas penampang ( satuan luas )

b = lebar saluran (m)

CBR = California Bearing Ratio

cm = centi meter ( satuan Panjang )

ESWL = Equivalent Single Wheel Load

FAA = Federal Aviation Administration

h = tinggi saluran (m)

I = intensitas hujan (dalam mm/jam)

ICAO = Internatinal Civil Aviation Organization

ILS = Instrument Landing System.

in = inci (satuan panjang )

LCN = Load Classification Number

Log = Logaritme

m = kemiringan dinding.

MD = Migh Douglas

mm = milimeter

MTOW = Maximum Take Off Weight

n = angka kekasaran dinding (manning)

N = Jumlah roda pendaratan utama.

P = Keliling basah (m)

Psi = tekanan

Q = debit air ( m<sup>3</sup>/det )

$R$  = jari-jari hidrolis (m)

$R_1$  = Keberangkatan tahunan ekivalen pesawat rencana

$R_2$  = Jumlah keberangkatan tahunan dari setiap jenis pesawat

$S$  = kemiringan dasar saluran

$t$  = detik (satuan waktu)

$T$  = ton (satuan berat)

$t_d$  = waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di hilir (detik)

$t_o$  = waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah menuju saluran drainasi (detik)

$v$  = kecepatan air (m/detik)

$W_1$  = Beban roda pesawat rencana

$W_2$  = Beban roda pesawat yang sudah dirubah



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 01. Spesifikasi Bandar Udara .....	84
Lampiran 02. Pra rencana Pengembangan Terminal Terpadu dan Bandara Adisutjipto Yogyakarta. ....	85
Lampiran 03. Data Landas Pacu Bandara Adisutjipto Yogyakarta. ....	86
Lampiran 04. Karakteristik Pesawat MD-11 .....	87
Lampiran 05. Jadwal Penerbangan Reguler .....	88
Lampiran 06. Data Lalu-lintas Angkutan Udara Tahun 1990 – 2000 .....	89
Lampiran 07. Daftar Curah hujan DIY tahun 1995 .....	90
Lampiran 08. Daftar Curah hujan DIY tahun 1996 .....	91
Lampiran 09. Daftar Curah hujan DIY tahun 1997 .....	92
Lampiran 10. Daftar Curah hujan DIY tahun 1998 .....	93
Lampiran 11. Daftar Curah hujan DIY tahun 1999 .....	94
Lampiran 12. Rencana Drainasi Yogyakarta, Grafik hujan dan grafik aliran pembuangan hujan .....	95
Lampiran 13. Komposisi Lapis Perkerasan .....	96
Lampiran 14. Komposisi Lapis Perkerasan dan Drainasi Tertutup/terbuka .....	97
Lampiran 15. Komposisi Drainasi Tertutup/terbuka .....	98
Lampiran 16. Peta Situasi Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta .....	99

## INTISARI

Landas pacu merupakan salah satu komponen utama dalam sistim Bandar Udara yang sangat mempengaruhi kinerja dari seluruh kegiatan operasionalnya. Bandar Udara Adisutjipto yang saat ini mempunyai panjang landas pacu 2200 m, lebar 45 m, dan tebal 92,5 cm, dengan frekuensi pelayanan penerbangan reguler 3721 kali pada tahun ini dan telah mampu melayani penerbangan pesawat Boeing 737-500 secara penuh, akan dikaji ulang agar memenuhi persyaratan operasional penerbangan pesawat berbadan lebar khususnya jenis MD-11. Terkait dengan pengkajian landas pacu, kondisi drainasi perlu ditinjau kembali sesuai dengan rencana perpanjangan landasan.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengevaluasi ketebalan perkerasan landasan pacu guna melayani penerbangan pesawat MD-11 sebagai pesawat rencana hingga sepuluh tahun mendatang, dengan menggunakan Metode FAA dan Metode LCN, dengan CBR *Subgrade* 6 %, CBR *Subbase Course* 25 % dan CBR *Base Course* 80 % serta pendimensian sistim drainasi untuk *runway* saluran *inlet* dan *outlet* dengan tinjauan jarak setiap 100 m dengan menggunakan Metode Rasional.

Dari hasil rancangan didapat ketebalan perkerasan landas pacu maksimal adalah 91,5 cm berdasar metode FAA, dan 71,1 cm berdasar metode LCN. Hasil ini menunjukkan bahwa ketebalan lapis perkerasan lentur pada landas pacu Bandar Udara Adisutjipto yang telah tersedia dengan tebal 92,5 cm, sudah mampu untuk melayani pesawat berbadan lebar jenis MD-11. Pendimensian penampang saluran *inlet* yaitu didapat ukuran 40 cm x 40 cm, dengan ukuran di lapangan adalah 70 cm x 70 cm. Sedangkan saluran *outlet* didapat ukuran lebar ( b ) antara 27,6 cm – 30,2 cm masih jauh lebih kecil dari ukuran di lapangan yaitu 70 cm, untuk tinggi saluran didapat dimensi ( h ) antara 42 cm – 82 cm, masih dibawah ukuran lapangan yaitu antara 100 cm sampai 211 cm.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Sejalan dengan program pemerintah untuk meningkatkan sektor pariwisata, Bandar Udara Adisutjipto sebagai salah satu pintu gerbang moda transportasi Yogyakarta yang merupakan kota budaya, niaga dan daerah tujuan wisata kedua Indonesia setelah Bali, dituntut adanya peningkatan pelayanan transportasi yang memadai untuk kelancaran proses pergerakan arus penumpang maupun barang.

Berdasarkan konsep pra rencana pengembangan Bandar Udara Adisutjipto akan meningkatkan status bandara domestik menjadi bandara internasional untuk mengantisipasi momentum kegiatan pasca krisis serta berlakunya kebijakan pasar bebas dimasa mendatang

Rencana pengembangan tersebut mencakup sarana dan prasarana bandara yang dalam waktu dekat ini akan melayani penerbangan pesawat berbadan lebar jenis MD-11 dengan pertimbangan kondisi perekonomian diperkirakan membaik pada tahun 2000 dan mempunyai tingkat pertumbuhan normal pada tahun 2005 hingga 2010 dengan prediksi penumpang angkutan udara 1.500.000 orang.

Landas pacu merupakan salah satu komponen utama dalam sistim bandar udara yang sangat mempengaruhi kinerja dari seluruh kegiatan operasionalnya.

Bandar Udara Adisutjipto yang saat ini mempunyai panjang landas pacu 2200 m, lebar 45 m, dan tebal 92 cm dengan frekuensi pelayanan penerbangan reguler 71 kali perhari dan telah mampu melayani penerbangan pesawat Boeing 737 – 500 secara penuh, akan dikaji ulang agar memenuhi persyaratan operasional penerbangan pesawat berbadan lebar khususnya jenis MD – 11.

Terkait dengan pengkajian landas pacu, kondisi drainasi perlu ditinjau kembali sesuai dengan rencana perpanjangan landasan .

### **1.2 Tujuan Studi**

Tujuan dari penulisan ini adalah mengevaluasi ketebalan perkerasan landas pacu guna melayani penerbangan pesawat MD - 11 sebagai pesawat rencana serta perancangan sistim drainasi dalam rangka peningkatan fasilitas pelayanan penerbangan di Yogyakarta.

### **1.3 Batasan Masalah**

Dalam perancangan ketebalan perkerasan landas pacu digunakan metode FAA (Federal Aviation Administration ) dan LCN ( Load Classification Number ) dengan batasan :

1. Pembahasan hanya pada tebal lapis perkerasan
2. Jenis perkerasan yang digunakan adalah perkerasan lentur (*flexible Pavement*) sesuai dengan perkerasan lama .

3. Dalam perhitungan diasumsikan bahwa struktur perkerasan merupakan massa yang homogen

Dan perancangan sistim drainasi digunakan metode rasional dengan batasan :

1. Data curah hujan yang diambil langsung pada Badan Meteorologi Lanud Adisutjipto.
2. Angka aliran air (*koeffisien of run off*) jalan aspal dianggap homogen = 0.95 dan tanah lapang = 0.30.
3. Bentuk saluran yang dirancang adalah saluran segi empat terbuka dan saluran trapesium.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Landas Pacu

Landas pacu merupakan komponen pokok dari bandar udara yang digunakan untuk pendaratan (*landing*) dan lepas landas (*take off*) pesawat, yang jumlahnya tergantung pada volume lalu lintas, arah landasan, arah angin dominan dan luas tanah yang tersedia.

Sistim landas pacu bandar udara (Pranoto, 1998) terdiri dari:

1. Struktur Perkerasan

Didefinisikan sebagai struktur yang terdiri dari satu lapisan atau lebih dari bahan-bahan yang diproses, yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Perkerasan ini dimaksudkan untuk mendukung beban akibat pesawat, yaitu beban struktur, kemampuan manuver, kendali, stabilitas, kriteria dimensi dan operasi lainnya.

2. Bahu Landasan

Bahu landasan terletak dipinggir perkerasan struktur yang berfungsi menahan erosi akibat hembusan pesawat dan untuk penempatan peralatan pemeliharaan dan keadaan darurat.

### 3. Bantalan Hembusan

Bantalan ini adalah suatu daerah yang berfungsi untuk mencegah erosi pada permukaan yang dekat dengan ujung-ujung landasan pacu yang menerima hembusan tenaga dari pesawat yang terus menerus.

### 4. Daerah Aman Landasan

Daerah aman landasan adalah suatu area yang harus mampu mendukung peralatan pemeliharaan dan mendukung pesawat yang karena suatu hal keluar dari perkerasan. Daerah ini bebas dari halangan atau benda-benda yang mengganggu, terdapat drainasi, perkerasan struktur serta bahu landasan.

Konfigurasi landas pacu pada umumnya merupakan kombinasi dari berbagai konfigurasi dasar yang telah disesuaikan dengan keadaan lingkungan bandara (Pranoto DP, 1998). Konfigurasi tersebut adalah :

#### 1. Landas Pacu Tunggal

Konfigurasi ini merupakan konfigurasi yang paling sederhana dan digunakan disebagian besar lapangan terbang di Indonesia yang tergantung pada komposisi pesawat terbang campuran dan ketersediaan alat-alat bantu navigasi.

#### 2. Landas Pacu Sejajar

Landas pacu sejajar adalah landas pacu yang terdiri dari dua atau lebih yang terletak sejajar. Kapasitas sistim ini sangat tergantung pada jumlah landasan dan jarak diantara keduanya. Jumlah landasan yang tersedia biasanya tidak lebih dari 4 landasan pacu sejajar karena selain kapasitas lahan yang terbatas juga kesulitan dalam pengaturan sistim pengendalian lalu lintas udara. Jarak antar landasan

terbagi dalam jarak rapat ( 700 – 2500 kaki ), jarak menengah (2500 – 4300 kaki) jarak renggang ( 4300 kaki atau lebih ).

### 3. Landas Pacu Dua Jalur

Landas pacu dua jalur terdiri dari dua landas pacu sejajar yang berjarak rapat ( 700 – 2500 kaki ) dengan mengutamakan landasan yang paling dekat dengan bangunan terminal sebagai landas keberangkatan pesawat.

### 4. Landas Pacu Bersilang

Landas pacu bersilang adalah landasan yang terdiri dari dua atau lebih yang arahnya berbeda dan letaknya saling berpotongan. Landasan bersilangan diperlukan saat angin yang bertiup keras lebih dari satu arah yang mengakibatkan angin sisi yang berlebihan apabila hanya satu landasan yang disediakan.

### 5. Landas Pacu V Terbuka

Landas pacu V terbuka adalah landasan yang terdiri dari dua atau lebih yang arahnya berbeda dan tidak saling berpotongan. Landasan ini dibentuk karena arah angin keras dari banyak arah, sehingga harus membuat landasan dengan dua arah. Pengoperasian landasan satu arah dilakukan saat angin bertiup kencang dari satu arah dan apabila keadaan angin bertiup cukup lemah, kedua landasan dapat digunakan.

## 2.2. Lapis Perkerasan Lentur

### 2.2.1 Struktur Lapis Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan bahan pengikat aspal yang berfungsi sebagai tumpuan pesawat. Dari perkerasan ini diharapkan dapat memberikan permukaan yang rata yang dari setiap lapisnya

mampu menahan beban sehingga menghasilkan jalan pesawat yang aman dan nyaman (Heru Basuki, 1985).

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapis permukaan (*Surface Course*), lapis pondasi atas (*Base Course*) dan lapis pondasi bawah (*Subbase Course*) yang dihamparkan pada tanah dasar (*Subgrade*) yang telah dipersiapkan (Heru Basuki, 1985)

Lapis permukaan (*Surface Course*) adalah lapis yang terletak paling atas yang dibuat dari campuran agregat dengan bahan pengikat aspal. Lapisan ini berfungsi sebagai berikut:

1. Lapis yang menerima dan menahan langsung beban dari roda pesawat.

Karena lapisan ini berhubungan langsung dengan pesawat, maka dituntut untuk mempunyai stabilitas yang tinggi baik terhadap beban maupun tumpahan bahan bakar dan pelarut lainnya yang kemungkinan terjadi terutama pada daerah dimana dilakukan pemeliharaan pesawat.

2. Lapis Aus

Lapisan ini menahan gesekan dari roda pesawat sehingga diharapkan tidak menimbulkan keausan pada roda yang tidak semestinya.

3. Lapis Kedap Air

Lapisan permukaan melindungi lapis pondasi atas dari perembesan air yang dapat merusak dan menurunkan kualitas fungsi lapisan.

4. Lapis Penyebar Beban

Beban yang diterima dari roda pesawat diteruskan oleh lapisan ini kelapisan-lapisan yang ada dibawahnya.

Lapis Pondasi Atas (*Base Course*) adalah bagian struktur utama pada perkerasan lentur yang terletak dibawah lapis permukaan yang dibuat dari material yang dicampur dengan semen atau aspal. Lapisan ini berfungsi sebagai :

1. Lapis Penyebar Beban

Beban yang diterima dari lapis permukaan didistribusikan kelapis pondasi bawah dan tanah dasar

2. Menahan tekanan vertikal yang cenderung untuk memindahkan deformasi dari lapisan permukaan.
3. Menahan perubahan volume yang diakibatkan oleh perubahan kandungan kelembaban.

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar yang pada umumnya dibuat dari sirtu yang dihamparkan dan dipadatkan. Lapisan ini berfungsi sebagai :

1. Lapis Penyebar Beban.

Beban yang diterima dari lapis pondasi atas, diteruskan ke lapis tanah dasar.

Lapisan pondasi bawah ini mempunyai intensitas tegangan yang lebih rendah karena tidak menerima beban secara langsung.

2. Lapis Peresapan

Lapis ini meresapkan air dan mencegah naiknya partikel - partikel halus dari lapis tanah dasar ke lapis pondasi atas.



Lapis Tanah Dasar ( *Subgrade* ) adalah lapisan tanah baik berupa tanah asli yang dipadatkan atau tanah hasil galian atau timbunan yang dipadatkan. Lapisan ini berfungsi sebagai tempat perletakan dari lapisan-lapisan perkerasan.

## **2.2.2 Dasar Perencanaan Lapis Perkerasan Lentur**

### **2.2.2.1 Pengaruh Karakteristik Pesawat Terbang**

#### 1. Bobot Pesawat

Dalam perencanaan perkerasan harus mempertimbangkan komponen dasar yang memberi bobot suatu pesawat selama mendarat dan lepas landas karena berat pesawat dan komponen - komponen beratnya merupakan salah satu faktor utama dalam menentukan ketebalan perkerasan. Jenis bobot pesawat yang berhubungan dengan operasi penerbangan sebagai berikut :

##### a. Bobot Kosong Operasi

Bobot kosong operasi adalah bobot dasar pesawat termasuk awak dan peralatan pesawat tanpa muatan dan bahan bakar yang besarnya tergantung konfigurasi tempat duduk.

##### b. Bobot Bahan Bakar Kosong

Bobot bahan bakar kosong adalah bobot operasi ditambah dengan berat bahan bakar.

##### c. Bobot Muatan

Bobot muatan adalah jumlah bobot penumpang, bagasi, barang muatan lainnya.

##### d. Muatan Struktur Maksimum

Muatan struktur maksimum adalah beban maksimum berupa penumpang dan barang yang diijinkan diangkut oleh pesawat. Secara teoritis muatan struktur maksimum adalah selisih antara bobot bahan bakar kosong dengan bobot kosong operasi.

e. Bobot Lerengan Maksimum

Bobot lerengan maksimum adalah bobot maksimum yang diijinkan untuk melakukan pergerakan di darat termasuk bahan bakar untuk jalan perlahan dan perpindahan.

f. Bobot Lepas Landas Struktur Maksimum

Bobot lepas landas struktur maksimum adalah bobot maksimum yang meliputi berat kosong operasi, bahan bakar dan muatan yang diijinkan pada saat pesawat akan lepas landas.

g. Bobot Pendaratan Struktur Maksimum

Bobot pendaratan struktur maksimum adalah bobot pesawat pada saat akan mendarat. Pada saat mendarat bobot pesawat merupakan jumlah dari bobot kosong operasi, muatan dan cadangan bahan bakar.

h. Bobot Statik Roda Pendaratan Utama dan Roda Depan.

Pembagian bobot diantara roda pendaratan utama dan roda depan tidak tetap, tergantung pada jenis pesawat dan letak titik bobot pesawat.

Untuk perencanaan perkerasan dianggap 5 % dari bobot pesawat dipikul oleh roda depan dan 95 % sisanya didukung oleh roda utama.

## 2. Konfigurasi Roda Pendaratan Utama

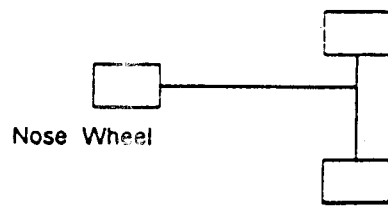
Konfigurasi roda pendaratan utama sangat berpengaruh terhadap perancangan tebal lapis keras. Konfigurasi ini dirancang untuk menyerap gaya-gaya yang ditimbulkan selama melakukan pendaratan (semakin besar gaya yang ditimbulkan semakin kuat roda yang digunakan) dan untuk menahan beban yang lebih kecil dari beban pesawat lepas landas maksimum. Konfigurasi roda pendaratan ini dapat dilihat pada gambar 1.

### 2.2.2.2 Daya Dukung Tanah Dasar

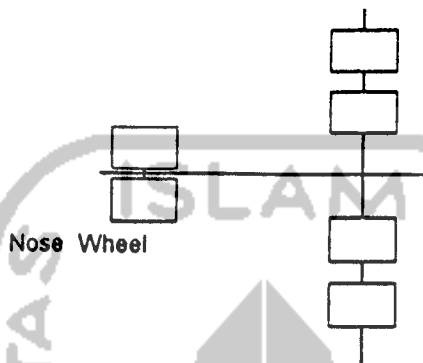
Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan lentur sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasarnya. Permasalahan tanah dasar yang sering ditemui adalah perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat beban pesawat, sifat mengembang dan menyusut akibat perubahan kadar air, tidak meratanya daya dukung akibat pelaksanaan yang kurang baik, perbedaan penurunan dan kondisi geologis setempat.

Perbaikan tanah dasar dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

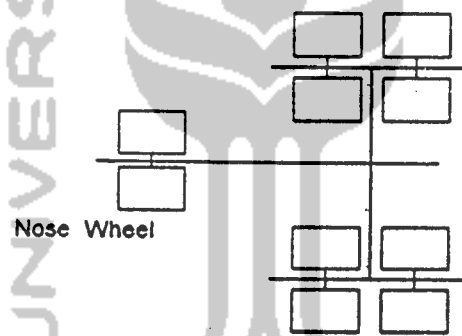
1. Secara dinamis, yaitu dengan memadatkan tanah dasar dengan alat pemadat.
2. Perbaikan gradasi, yaitu dengan menambahkan fraksi agregat tertentu.
3. Stabilisasi kimia, yaitu dengan menambahkan semen, kapur dan bahan tambah lainnya.
4. Membongkar dan mengganti tanah dasar.



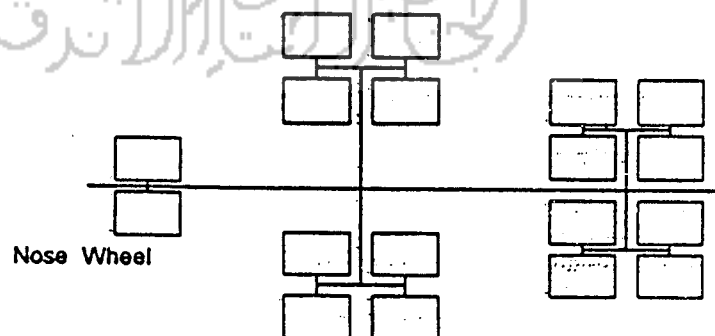
Konfigurasi roda pendaratan *single wheel*  
( C - 212 )



Konfigurasi roda pendaratan *dual wheel*  
( DC-9, B-737, B-727 )



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



Konfigurasi roda pendaratan *double dual tandem wheel*  
( B-747-100, MD-11 )

Gambar 1 Tipe Konfigurasi Roda Pendaratan  
Sumber : Horonjeff & Kelvey, 1983

## 2.2.3 Metode Perencanaan Lapis Perkerasan Lentur

### 2.2.3.1 Metode FAA

Metode perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh FAA menggunakan sistim penggolongan tanah terpadu yang pada dasarnya adalah pemisahan antara tanah berbutir kasar, halus dan tanah organik tinggi untuk mendapatkan karakteristik kekuatan tanah berupa nilai CBR untuk digunakan dalam perencanaan perkerasan lentur (Horonjeff & Kelvey, 1983)

#### 1. Pertimbangan Perencanaan Perkerasan

Perencanaan perkerasan merupakan suatu masalah rekayasa yang kompleks yang melibatkan pertimbangan dari sejumlah besar variabel.

Parameter-parameter yang dibutuhkan untuk perencanaan perkerasan meliputi berat lepas landas kotor pesawat, konfigurasi dan ukuran roda pendaratan, bidang kontak dan tekanan ban dan volume lalu lintas (Horonjeff & Kelvey, 1983).

Tipe roda pendaratan membagi beban berat pesawat kepada roda-roda dan diteruskan ke perkerasan.

Kurva-kurva perencanaan ketebalan perkerasan dibuat atas dasar parameter-parameter tersebut yang mempunyai hubungan dengan berat kotor pesawat dengan penganggapan tertentu bagi konfigurasi roda-roda pendaratan pesawat (Basuki, 1985).

Penganggapan tersebut adalah :

1. Pesawat roda pendaratan tunggal (*single gear*)

Diperhitungkan apa adanya dan tidak ada asumsi khusus.

2. Pesawat roda pendaratan ganda (*dual gear*)

Studi atas konfigurasi roda menunjukkan bahwa jarak antara poros roda menunjukkan bahwa jarak antara poros roda-roda sekitar 51 cm (20 in) cukup memadai untuk pesawat ringan dan 86 cm (34 in) untuk pesawat yang lebih berat.

3. Pesawat roda pendaratan tandem ganda (*dual tandem gear*)

Jarak antara poros-poros roda ganda 51 cm (20 in) dan jarak tandemnya 114 cm (45 in) untuk pesawat ringan. Untuk pesawat yang lebih berat jarak antara roda-roda ganda 76 cm (30 in) dan jarak tandemnya 140 cm (55 in).

4. Pesawat berbadan lebar

Bagi pesawat berbadan lebar seperti B - 747, DC - 10, L - 1011 dibuat kurva tersendiri karena bentuk roda pendaratan serta berat pesawatnya sangat berbeda dengan pesawat lainnya.

Didalam rancangan lalu lintas pesawat, perkerasan melayani berbagai macam jenis pesawat yang mempunyai tipe roda pendaratan yang barbeda - beda dan berlainan beratnya. Pengaruh dari semua jenis model lalulintas harus dikonversikan kedalam Pesawat Rencana yaitu pesawat yang membutuhkan ketebalan perkerasan yang paling besar dan tidak perlu merupakan pesawat yang paling berat.

Sebagai langkah awal ramalan keberangkatan tahunan ditentukan dari setiap jenis pesawat dan mengelompokkan ukuran pesawat berdasarkan konfigurasi

roda pendaratan bagi pesawat berbadan sempit dan tipe pesawat bagi pesawat berbadan lebar.

Beragamnya jenis pesawat yang beroperasi di bandar udara yang mempunyai konfigurasi roda pendaratan dan berat yang berlainan maka keberangkatan tahunan ekivalen ditentukan dari setiap jenis pesawat yang dikonversikan kedalam konfigurasi roda pendaratan pesawat rencana seperti pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Faktor konversi roda pendaratan

Poros roda pendaratan	Poros roda pendaratan pesawat rencana	Faktor pengali
Roda tunggal	Roda ganda	0,8
	Tandem ganda	0,5
Roda ganda	Roda tunggal	1,3
	Tandem ganda	0,5
Tandem ganda	Roda tunggal	2,0
	Roda ganda	1,7
Tandem ganda dua	Roda ganda	1,7
	Tandem ganda	1,0

Sumber : Horonjeff & Kelvey ( 1983 )

Keberangkatan tahunan ekivalen pesawat rencana ditetapkan dengan menjumlahkan keberangkatan tahunan ekivalen dari setiap jenis pesawat dengan menggunakan persamaan :

$$\log R_1 = \log R_2 \left( \frac{W_1}{W_2} \right)^2 \quad (2.1)$$

dengan :  $R_1$  = Keberangkatan tahunan ekivalen pesawat rencana

$R_2$  = Jumlah keberangkatan tahunan dari setiap jenis pesawat

$W_1$  = Beban roda pesawat rencana

$W_2$  = Beban roda pesawat yang sedang diubah

Penyebaran lalu lintas pesawat selama operasi pada umumnya terjadi pada daerah lateral dari permukaan perkerasan.

FAA membari toleransi perubahan tebal perkerasan pada permukaan yang berbeda mengingat sifat-sifat aerodinamik pesawat akan menurunkan beban perkerasan sebenarnya (Horonjeff & Kelvev, 1983). Toleransi perubahan diatur sebagai berikut :

1. Tebal penuh  $T$  diperlukan di tempat yang akan digunakan oleh pesawat yang akan berangkat seperti apron, daerah tunggu (*holding area*) dan bagian tengah landas hubung dan landas pacu.
2. Tebal perkerasan  $0.9 T$  diperlukan ditempat yang akan digunakan oleh pesawat yang datang, seperti belokan landas pacu kecepatan tinggi.
3. Tebal perkerasan  $0.7 T$  diperlukan ditempat yang jarang dilalui pesawat seperti tepi luar landas hubung dan landas pacu.

## 2. Perencanaan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, pondasi bawah dan tanah dasar.

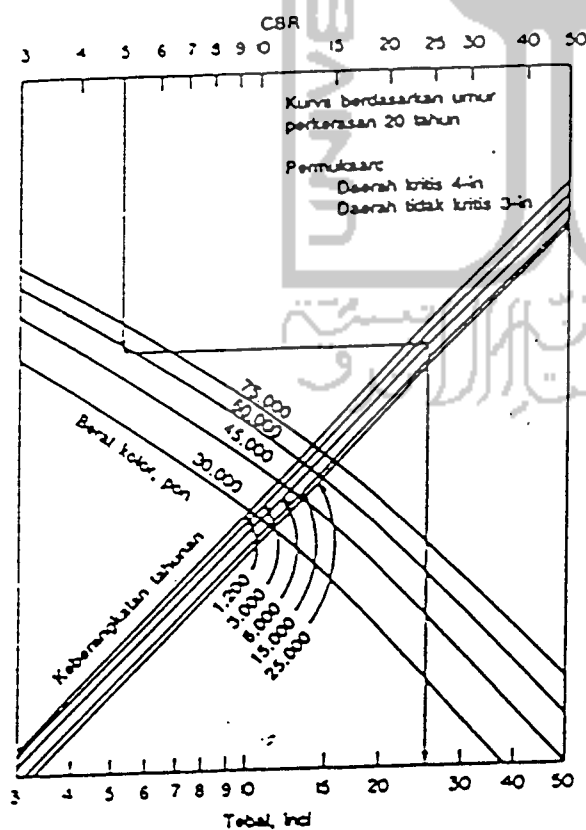


Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur yang diperlukan, FAA menggunakan grafik kurva berdasarkan tipe roda pesawat seperti yang tertera pada gambar 2 yang menggunakan data-data CBR, berat lepas kotor pesawat dan keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat rencana.

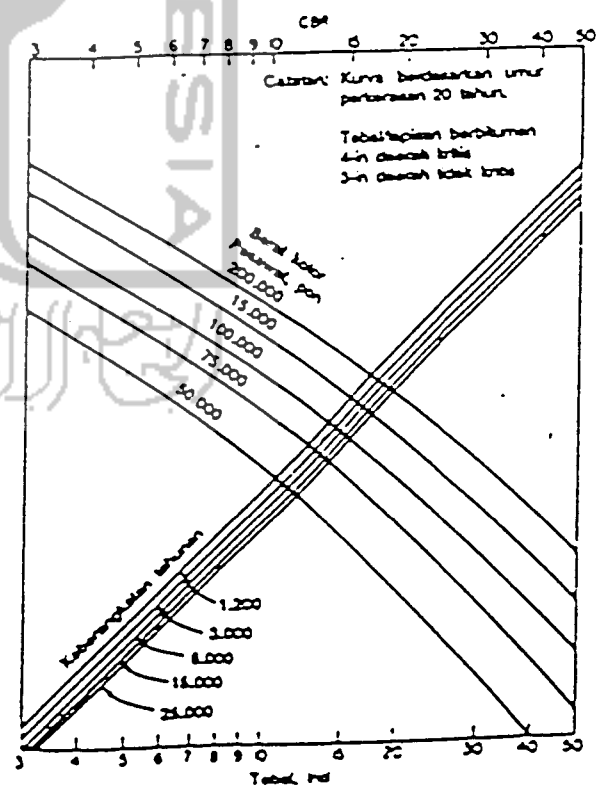
CBR ialah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan uji terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Pengujian CBR pada masing-masing lapis perkerasan adalah untuk mengetahui kepadatan lapisan tersebut yang dinyatakan dalam prosentase

Data CBR digunakan pada perancangan tebal lapis subgrade, subbase, dan base bersama-sama dengan data berat lepas landas kotor pesawat dan keberangkatan tahunan ekuivalen pesawat.

Sedangkan pada penentuan surface course berdasarkan batasan-abatasan yang di tentukan dalam grafik perencanaan perkerasan lentur yang tertera pada gambar 2

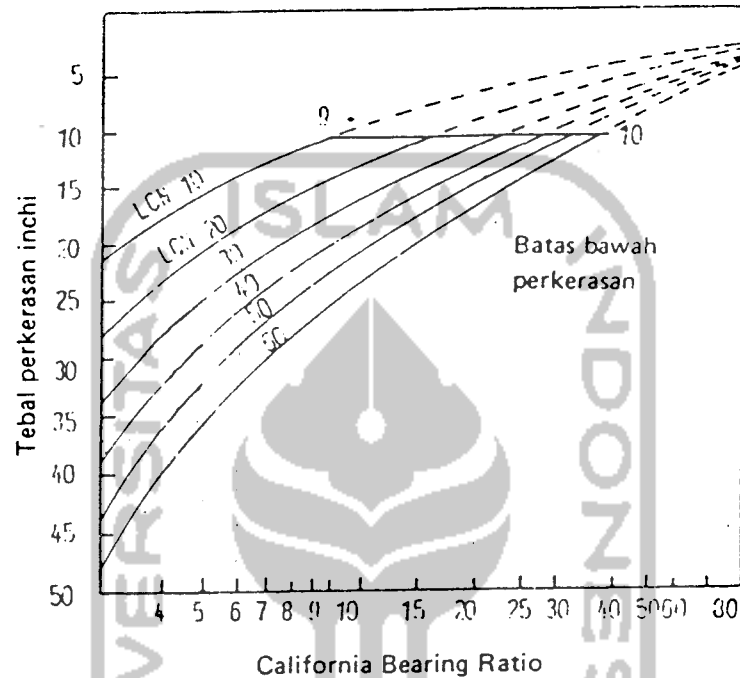


Gambar 2.a Grafik perencanaan perkerasan lentur untuk daerah kritis, roda pendaratan tunggal



Gambar 2.b Grafik perencanaan perkerasan lentur untuk daerah kritis, roda pendaratan ganda

*subgrade*, nilai berat lepas landas kotor pesawat rencana dan jumlah keberangkatan tahunan ekivalen.

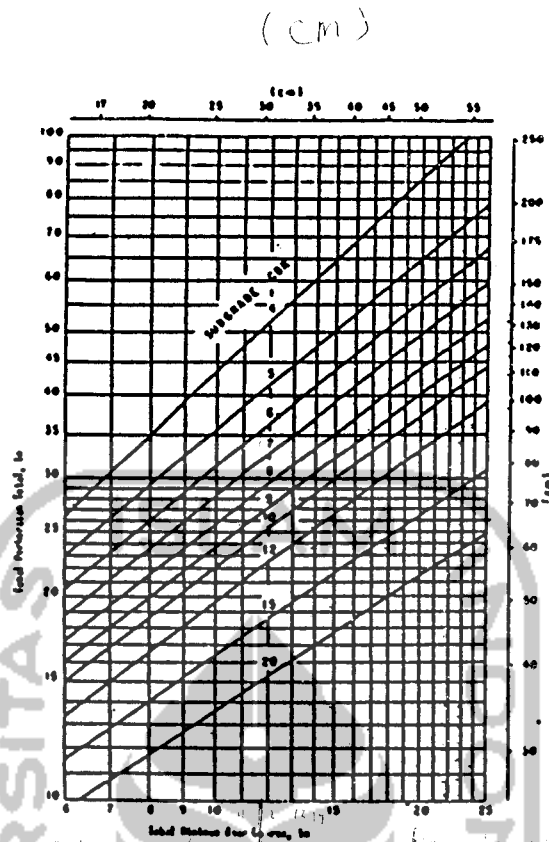


Gambar 3 Kurva rencana perkerasan fleksibel untuk daerah kritis

Sumber Basuki, 1985

Dengan grafik kurva yang sama dan berdasarkan CBR subbase, nilai berat lepas landas kotor pesawat rencana dan jumlah keberangkatan tahunan ekivalen ketebalan dari tiap lapis perkerasan dapat ditentukan.

Dalam perancangan tebal lapis penyusun perkerasan digunakan grafik kurva tebal minimum base course seperti pada gambar 4 sebagai syarat tebal minimum *base course* yang dipakai untuk menentukan ketebalan *subbase course*.



Gambar 4. Tebal minimum base course

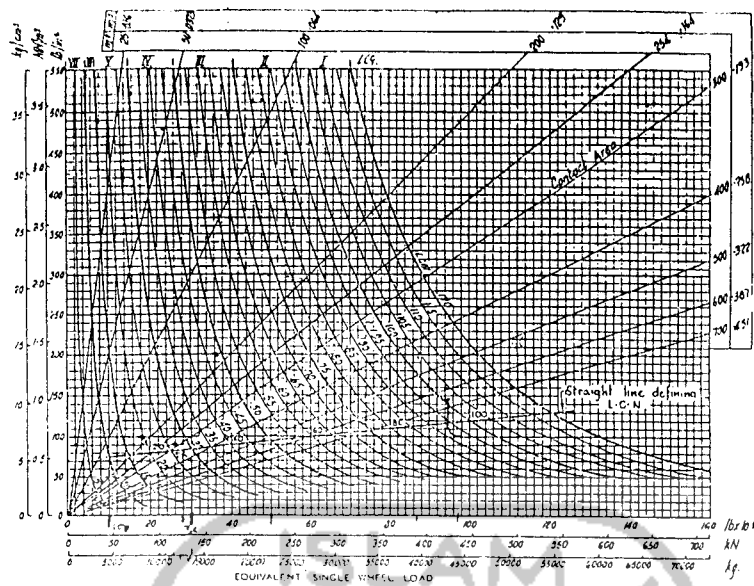
Sumber : Heru Basuki Ir, 1985

### 2.2.3.2 Metode LCN

Metode LCN adalah metode perencanaan perkerasan dan evaluasi pesawat dengan bilangan penggolongan beban yang dalam prosedurnya kapasitas daya dukung perkerasan dinyatakan dengan LCN (Heru Basuki, 1985).

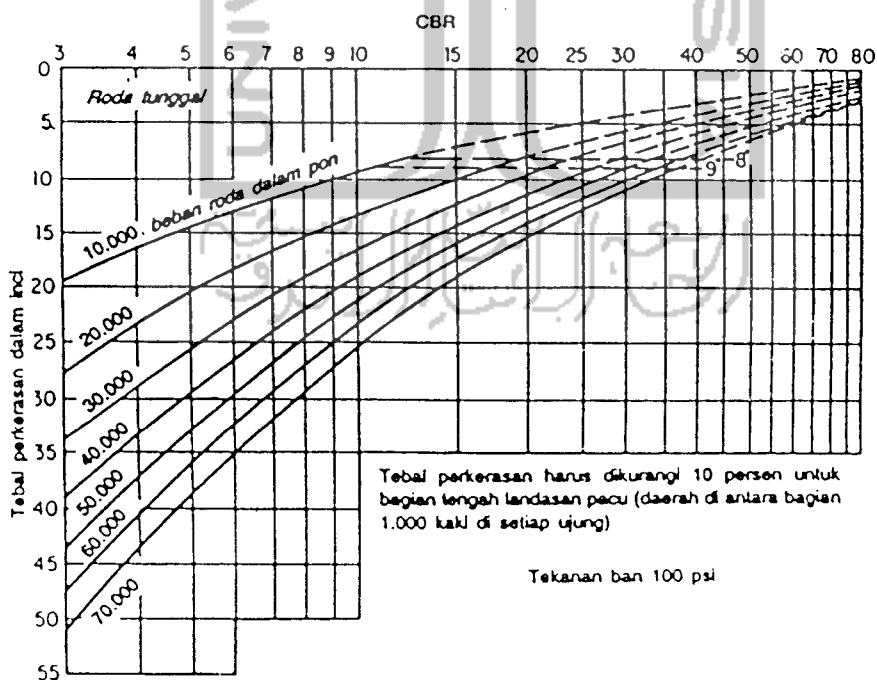
Metode ini merupakan formulasi dari Direktorat Kementrian Udara, Pekerjaan Umum Inggris yang dewasa ini telah diakui oleh ICAO (*International Civil Aviation Organization*) dalam Aerodome Manual.

LCN pesawat ditentukan dengan menggunakan grafik bilangan penggolongan beban untuk perkerasan lentur seperti pada gambar 5 dengan memperhatikan faktor bidang kontak ban dan beban roda tunggal ekuvalen.

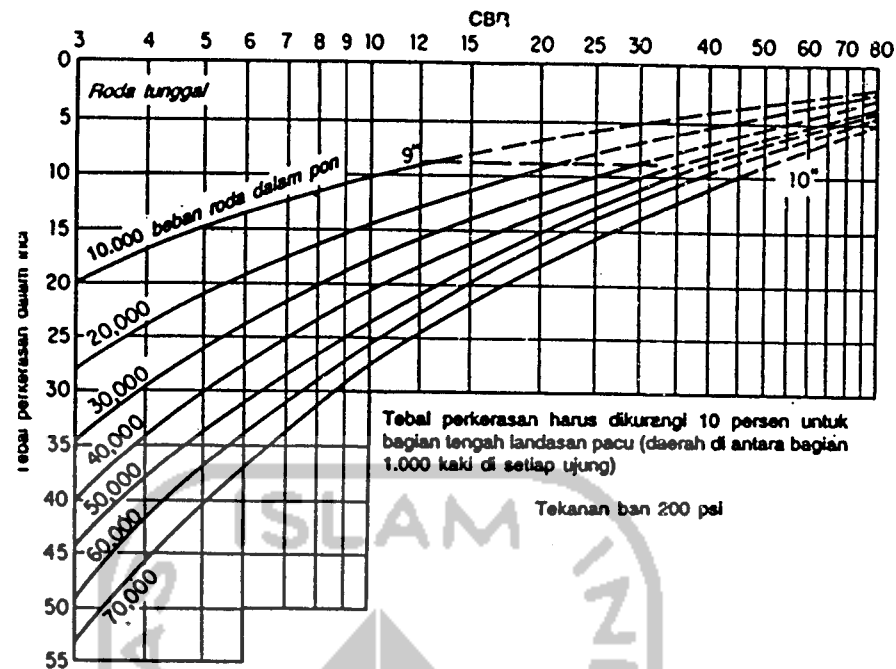


Gambar 5. Bilangan Penggolongan Beban untuk Perkerasan Lentur  
 Sumber: Heru Basuki Ir, 1985

Sedangkan LCN perkerasan yang ditentukan dengan menggunakan grafik kurva perencanaan perkerasan lentur untuk landasan seperti pada gambar 6 a dan b berdasarkan tekanan roda. Bila LCN dari perkerasan lebih besar dari LCN pesawat maka pesawat dapat menggunakan perkerasan dengan aman.



Gambar 6 a Kurva Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk Landasan (tekanan ban 100 psi)



Gambar 6.b Kurva Perencanaan Perkerasan Lentur Untuk Landasan ( tekanan ban 200 psi)

Gambar 6. Bilangan Penggolongan Beban untuk Perkerasan Lentur

Sumber : R. Horonjeff / F.X. McKelvey, 1983.

## 2.3 Sistem Drainasi

### 2.3.1 Karakteristik Drainasi Bandar Udara

Sebuah Bandar Udara harus mempunyai permukaan yang rata, operasional drainasi yang baik dengan stabilitas izin yang memadai sangat berpengaruh terhadap pergerakan pesawat pada kondisi musim yang berbeda. Perencanaan drainasi yang baik sangat penting, karena berpengaruh langsung terhadap stabilitas dan penggunaan tanah / tanah, yang mana jenis tanah dan keadaan drainasi keduanya saling berhubungan. ( FAA, 1970 ).

Sistem drainasi harus dibuat terlebih dahulu, atau bersamaan dengan perataan permukaan areal. Karena drainasi dan perataan saling berhubungan. Sistem drainasi tidak dapat difungsikan dengan sempurna sebelum semua daerah

bandar udara diratakan untuk mengalihkan air permukaan ke dalam sebuah sistem. Tidak adanya stabilisasi atau pemadatan, drainasi yang memadai, semuanya itu berhubungan dengan pemakaian bandar udara yang relatif pendek. ( FAA, 1970 ).

Areal yang harus didrainasi harus ekonomis dengan pemanfaatan yang optimal berdasarkan investasi yang ada. Prinsip dasar yang harus diketahui dalam perencanaan drainasi adalah adanya ketersediaan data tentang peta topografi, keadaan tanah, muka air tanah, intensitas, frekuensi dan lama hujan, cuaca dan suhu, serta keadaan alam di sekitar bandara ( FAA, 1970 ).

Peta topografi harus mencakup keadaan *runway*, *apron*, *taxiway* dan bangunan bandara. Lokasi dan ukuran fasilitas ini untuk mengontrol dalam perataan dan diperlukan mendukung drainasi.

Hal ini penting dalam perataan lapangan terbang, terutama kemiringan *shoulder* dan drain yang berasal dari *runway*, *taxiway*, *apron*, dan perkerasan lainnya. Setelah elevasi terakhir pada airport diukur, seluruh permukaan yang dialiri air harus dipinggirkan dan dibuang, daerah yang rendah harus dibuat drainasi, dan seluruh permukaan yang terkena aliran air dihitung dan dialirkan kedalam saluran pembuang.

### **2.3.2 Fungsi dan Klasifikasi Drainasi Bandar Udara**

Menurut Hardjoso ( 1987 ) fungsi drainasi bandar udara adalah :

1. Mengurangi air yang masuk kedalam tanah sehingga daya dukung tanah mampu menahan beban pesawat yang sangat berat.

2. Mencegah terjadinya genangan air pada *runway* dan *taxiway* yang dapat mengganggu pesawat pada saat *take off* dan *landing*.
3. Menjaga seluruh daerah lapangan terbang termasuk bangunan terminal tidak tergenang air.

Fungsi drainasi lapangan terbang menurut FAA ( 1970 ) yaitu mengatur air yang mungkin mengganggu setiap aktifitas yang diperlukan untuk keselamatan dan efisiensi operasional lapangan terbang, mengumpulkan dan mengalirkan air permukaan dari tiap area, mengalirkan kelebihan air bawah tanah, mengurangi air permukaan, dan melindungi tanah dari erosi.

Drainasi alamiah biasanya tidak memerlukan syarat tertentu. Fasilitas konstruksi drainasi harus efisien dan memenuhi syarat. Perencanaan drainasi harus memperhatikan drainasi alamiah (sungai) yang berpengaruh terhadap sistem drainasi.

Sistem drainasi yang tidak seimbang dapat menyebabkan terganggunya lalu lintas udara. Bahaya terbesar akibat ketidakseimbangan sistem drainasi adalah masuknya air ke *subgrade* dan *subbase*, kerusakan *slope* akibat erosi, penurunan daya dukung tanah terhadap muka perkerasan dan terjadinya genangan air.

## **1. Aspek Hidrologi**

### **a. Karakteristik Hujan**

#### 1). Durasi.

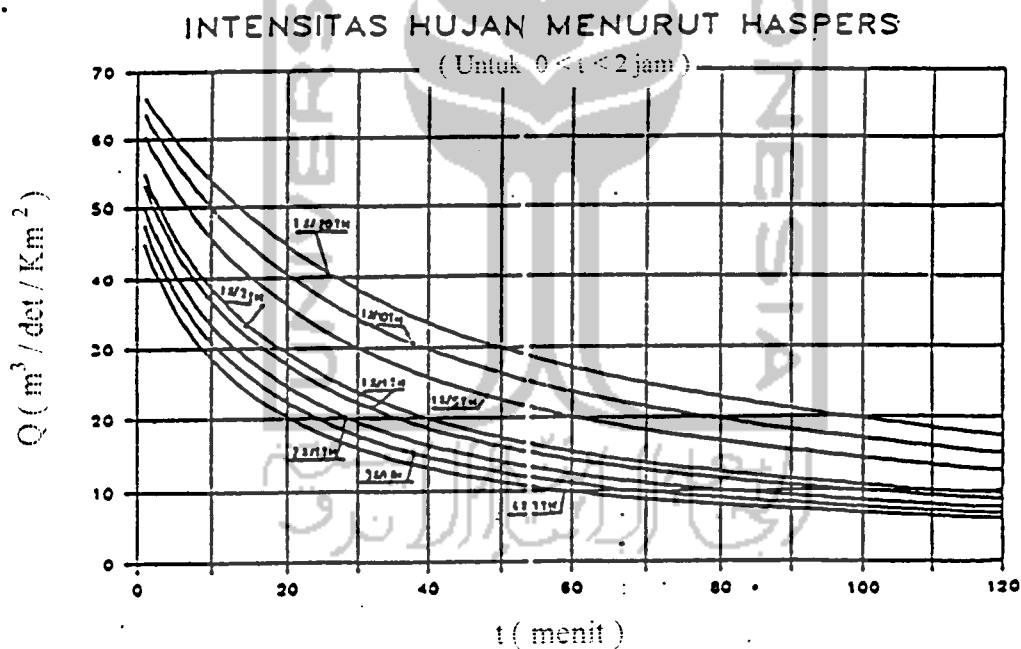
Durasi hujan adalah lama kejadian hujan ( menitan, jam-jaman, harian ) diperoleh terutama dari hasil pencatatan alat pengukur otomatis. Dalam perencanaan drainasi, durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khusus pada drainasi bandar udara diperlukan durasi yang relatif pendek, mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan.

## 2). Intensitas

Intensitas adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume tiap satuan waktu. Besar intensitas hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

## 3). Lengkung Intensitas

Lengkung intensitas adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkung intensitas hujan dengan kala ulang hujan tertentu. Salah satu contoh lengkung intensitas hujan untuk beberapa macam kala ulang hujan menurut Hasper dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Kurva intensitas hujan  
Sumber : Hardiharja, 1997

## 4). Waktu Konsentrasi ( T )

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.

Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi :



- a. Inlet time (  $t_0$  ), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainasi.
- b. Conduit time (  $t_d$  ), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir sepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir.

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus :

$$t_c = t_0 + t_d \quad (2.2)$$

lama waktu mengalir di dalam saluran ditentukan dengan rumus yang sesuai dengan kondisi salurannya. Untuk saluran alami, sifat-sifat hidrolis sukar ditentukan, maka  $t_d$  dapat ditentukan dengan menggunakan perkiraan air pada tabel 2.

Pada saluran buatan ini nilai kecepatan aliran dapat dimodifikasi berdasarkan nilai kekasaran manning, chezy atau lainnya.

Tabel 2. Tabel kecepatan untuk saluran alami.

Kemiringan rata-rata dasar saluran ( % )	Kecepatan rata-rata ( meter / det )
Kurang dari 1	0,40
1 – 2	0,60
2 – 4	0,90
4 – 6	1,20
6 – 10	1,50
10 – 15	2,40

Sumber : Hardihardja, 1997

Waktu konsentrasi besarnya sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini :

- a. luas daerah pengaliran
- b. panjang saluran drainasi.
- c. Kemiringan dasar saluran.
- d. Debit dan kecepatan aliran.

Dalam perencanaan drainasi , waktu konsentrasi sering dikaitkan dengan durasi hujan, karena air yang melimpas mengalir di permukaan tanah dan selokan drainasi sebagai akibat adanya hujan selama waktu konsentrasi.

## b. Data Hujan.

### 1). Pengukuran.

Hujan merupakan komponen yang amat penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainasi.

Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainasi tertentu data hujan yang diperoleh tidak hanya data hujan harian, akan tetapi juga distribusi jam-jaman atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

### 2). Kondisi dan sifat data

Data hujan yang baik diperlukan dalam melakukan analisis hidrologi, sedangkan untuk mendapatkan data yang berkualitas biasanya tidak mudah. Data hujan hasil pencatatan yang tersedia biasanya dalam kondisi tidak menerus.

## c. Pengolahan Data

### 1). Kala Ulang Hujan

Suatu data hujan adalah ( $x$ ) akan mencapai suatu harga tertentu/disamai ( $x_1$ ) atau kurang dari ( $x_1$ ) atau lebih dilampaui dari ( $x_1$ ) dan diperkirakan terjadi sekali dalam kurun waktu  $T$  tahun, maka  $T$  tahun ini dianggap sebagai periode ulang dari ( $x_1$ ).

Contoh :  $R_{2th} = 115 \text{ mm}$

Dalam perencanaan saluran drainasi periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan dikeringkan. Periode ulang untuk perencanaan saluran primer, sekunder, tersier dan kwarter masing-masing 10, 5, 2 dan 1 tahun.

Menentukan periode ulang didasarkan atas pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip pada dalam penyelesaian masalah drainasi perkotaan dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam-jaman atau menitan.

### 2). Analisis Intensitas Hujan

Data curah hujan dalam suatu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat ukur otomatis dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan per jam.

#### d. Debit Rancangan dengan Metode Rasional

Asumsi dasar yang ada selama ini adalah bahwa kala ulang debit ekuivalen dengan kala ulang hujan. Debit rencana untuk daerah lapangan terbang umumnya dikehendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air yang berarti. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus dibuat cukup sesuai dengan debit rancangan.

Faktor-faktor yang menentukan sampai berapa tinggi genangan air yang diperbolehkan agar tidak menimbulkan kerugian yang berarti adalah :

1. Berapa luas luas darah yang akan tergenang, sampai batas tinggi yang diperbolehkan .
2. Berapa lama waktu penggenangan itu.

Lapangan terbang umumnya merupakan bagian dri suatu daerah aliran yang lebih luas, dan di daerah ini sudah ada sistem drainasi alami. Perencanaan dan pengembangan sistem bagi suatu lapangan terbang yang baru harus diselaraskan dengan sistem drainasi alami yang sudah ada, agar keadaan aslinya dapat dipertahankan sejauh mungkin. Besarnya debit rencana dihitung dengan memakai metode Rasional kalau daerah alirannya kurang dari 80 ha.. Untuk daerah aliran yang lebih luas dari 5000 ha digunakan metode Rasional yang dikembangkan.

Rumus Metode Rasional :

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \quad (2.3)$$

Dengan :

$Q$  = debit rencana masa ulang  $T$  tahun dalam  $m^3 / det$

$\alpha$  = koefisien pengaliran

$\beta$  = koefisien penyebaran hujan

$I$  = intensitas selama waktu konsentrasi dalam mm/jam

$A$  = luas daerah aliran dalam ha

### 1). Koefisien Pengaliran ( $\alpha$ )

Koefisien pengaliran merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari.

Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Tabel Besarnya koefisien pengaliran

Keterangan	Nilai koefisien ( $\alpha$ )
Perkerasan aspal	0,75 – 0,95
Perkerasan beton	0,80 – 0,90
Perkerasan batu pecah	0,70 – 0,90
Tanah padat	0,35 – 0,70
Tanah padat dengan rumput	0,40 – 0,55
Tanah	0,30 – 0,55
Tanah dengan rumput	0,15 – 0,40
Tanah campur pasir	0,10 – 0,30
Tanah campur pasir dan rumput	0,10 – 0,20
Taman	0,05 – 0,25
Kebun	0,00 – 0,20

Sumber : Hardjoso, 1987

## 2). Koefisien penyebaran hujan ( $\beta$ )

Menurut Hardjoso (1987) daerah penyebaran hujan minimal 1 Km<sup>2</sup>. Angka penyebaran hujan didapat dari nomogram Dr. Ir. JH. Haspers sesudah luas areal/lahan diketahui. Koefisien penyebaran hujan ( $\beta$ ) menurut Hadihardjaja (1997) merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh penyebaran hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung dari kondisi dan luas daerah pengaliran.

Untuk daerah yang relatif kecil seperti lapangan terbang ( kurang dari 1 Km<sup>2</sup> ) biasanya kejadian hujan diasumsikan merata. Sehingga koefisien penyebaran hujan = 1.

## 3). Intensitas Hujan

Analisis curah hujan dalam suatu waktu tertentu ( beberapa menit ) dapat dirubah menjadi intensitas curah hujan perjam. Menurut DR. Mononobe dalam Hardiharja (1997), intensitas hujan ( I ) didalam rumus rasional dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{R}{24} \times \left( \frac{24}{tc} \right)^{2,3} \text{ mm/jam} \dots\dots\dots 2.4$$

Dengan : R = Curah hujan rancangan setempat dalam mm  
 Tc = Lama waktu konsentrasi dalam jam  
 I = Intensitas hujan dalam mm/jam

## 2. Aspek Hidrolika

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa saluran terbuka ( *open Channel flow* ) maupun saluran tertutup. Pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas ( *free surface* ), permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung.

Untuk memulai perencanaan sistim drainasi, perlu dikumpulkan data penunjang agar hasil perencanaan data dapat dipertanggungjawabkan. Data yang diperoleh dari sumbernya atau dikumpulkan langsung dengan melakukan penyelidikan/pengukuran. Jenis data dan sumbernya yang perlu diketahui meliputi

#### **a. Data Permasalahan**

Setiap usaha manusia akan didasarkan oleh suatu alasan yang mendorongnya untuk bertindak. Apabila diinginkan suatu perencanaan drainasi, harus diketahui pula alasannya. Pertimbangannya adalah laporan mengenai permasalahan genangan atau banjir. Laporan tersebut tidak cukup apabila tidak didukung data yang lebih lengkap. Data genangan yang perlu antara lain lokasi genangan, lama genangan, tinggi genangan.

#### **b. Data Topografi**

Peta topografi dalam skala besar (1 : 25000 atau 1 : 50000) umumnya tersedia di Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional di Bogor. Namun peta dalam skala kecil seringkali masih diperlukan, misalkan dalam skala 1 : 1000 atau 1 : 2000. Peta skala kecil diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan seluas wilayah yang diperlukan. Hasil pengukuran dituangkan dalam peta yang dilengkapi garis kontur yang digambarkan dengan beda tinggi 0,5 m untuk lahan yang sangat datar atau 1 m untuk lahan datar. Dalam pengukuran tersebut dilakukan pula pengukuran sampai ke alur buangan (sungai) terdekat berikut elevasi muka air pada saat banjir. Apabila pengukuran dilakukan pada saat kemarau, elevasi banjir tersebut dapat ditanyakan pada penduduk yang bermukim di dekatnya.

#### **c. Data Tata Guna Lahan**

Data tata guna lahan ada kaitannya dengan besarnya aliran permukaan. Aliran permukaan ini menjadi besaran aliran drainasi. Besarnya aliran permukaan tergantung dari banyaknya air hujan yang meresap. Betapa besarnya air yang meresap tergantung pula pada tingkat kerapatan permukaan tanah, dan ini berkaitan dengan penggunaan lahan. Penggunaan lahan bisa dikelompokkan dalam berapa besar koefisien larian yaitu persentase besarnya air yang mengalir. Contoh : jalan beton akan mengalirkan seluruh air hujan yang jatuh di atasnya,

atau koefisien lariannya adalah sama dengan 1. Lahan berpasir akan menyerap sebagian besar air yang jatuh di atasnya atau koefisien lariannya adalah 0,1.

#### **d. Jenis Tanah**

Tiap daerah mempunyai jenis tanah yang berbeda. Jenis tanah di suatu daerah dapat berupa tanah lempung, berpasir, kapur atau lainnya. Tujuan dari pengetahuan tentang jenis tanah adalah untuk menentukan kemampuan menyerap air.

#### **e. Master Plan**

Agar pembangunan dapat berkembang secara terarah diperlukan suatu master plan, demikian pula halnya dalam perencanaan sistem drainasi adalah sistem yang melayani kebutuhan kota akan saluran buangan. Dari data tersebut dapat diketahui arah perkembangan kota sehingga perencanaan sistem drainasi tinggal mengikuti saja.

#### **f. Data Hujan**

Data hujan diperoleh dari Dinas Meteorologi dan Geofisika atau stasiun pengamat hujan lainnya, misalnya Puslitbang Pengairan. Yang perlu dikumpulkan minimal data curah hujan harian selama 5 tahun atau lebih. Data ini diperlukan untuk menghitung debit rencana.

### **3. Kriteria Perancangan**

Kriteria perancangan adalah adalah suatu kriteria yang dipakai perancang sebagai pedoman untuk merancang. Perancang diharap mampu menggunakan kriteria secara tepat dengan membandingkan kondisi sebenarnya dengan parameter yang tertulis dalam kriteria seperti dibawah ini. Nilai-nilai yang digunakan dalam kriteria diambil dari hasil penelitian terlebih dahulu yang kemudian dikelompokkan dalam parameter yang umum.

Contoh :

- koefisien pengaliran (*run off coefficient*)  
makin kedap permukaan tanah, makin tinggi koefisien pengaliran.  
(lantai beton lebih kedap dari permukaan tanah).
- koefisien kekasaran manning

makin halus permukaan, makin kecil nilai koefisien Manning (beton lebih halus dari tanah).

- Kemiringan tebing saluran

Makin kaku (*stiff*) tanah, tebing saluran bisa lebih tegak, (cadas lebih kaku dari pada tanah berpasir)

Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk mengalirkan genangan air sesaat yang terjadi pada saat musim hujan.

Kelebihan air atau genangan air sesaat terjadi karena keseimbangan air pada daerah tersebut terganggu. Hal ini disebabkan oleh air yang masuk dalam daerah tersebut lebih besar dari air keluar.

Kapasitas infiltrasi pada lapangan terbang sangat kecil sehingga menyebabkan terjadinya limpasan air sesaat setelah hujan turun sehingga dimensi diperlukan untuk membuang kelebihan air air hujan yang terjadi, dimana air hujan dapat menimbulkan bahaya pada daerah lapangan terbang tersebut.

Dalam perancangan saluran drainasi, akan digunakan dasar-dasar perancangan saluran tahan erosi. Yaitu saluran yang mampu menahan erosi dengan memuaskan, yang mana dengan mengatur kecepatannya maupun dengan menggunakan dinding dan dasarnya diberi lapisan yang berguna baik untuk menahan erosi maupun mengontrol kehilangan rembesan.

#### **a. Aspek Aliran/Teknis**

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan untuk perancangan saluran tahan erosi adalah :

- Macam material yang membentuk tubuh saluran untuk menentukan koefisien kekasarannya
- Kecepatan aliran minimum yang diijinkan agar tidak terjadi pengendapan apabila air mengandung lumpur dan sisa kotoran.
- Kemiringan dasar dan dinding saluran.
- Tampang yang paling efisien, baik hidrolis maupun empiris.

Dimensi saluran dihitung dengan menggunakan rumus-rumus untuk perhitungan aliran seragam (beraturan) dengan mempertimbangkan : Efisiensi hidrolis, Kepraktisan dan Ekonomis.



Beberapa kriteria perancangan dapat diuraikan berikut ini :

a. Koefisien Larian (*Run off*)

Ketepatan dan menetapkan besarnya debit air yang harus dialirkan melalui saluran drainasi pada daerah tertentu, sangatlah penting dalam penentuan dimensi saluran.

Dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, namun bila terlalu kecil akan mempunyai tingkat ketidakterhasilan yang tinggi.

Menghitung besarnya debit rancangan drainasi lapangan terbang umumnya dilakukan dengan memakai metode Rasional

b. Bentuk-bentuk Saluran

Bentuk-bentuk saluran untuk drainasi tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air irigasi pada umumnya.

Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil, tingkat kerugian akan besar. Bentuk saluran drainasi terdiri dari :

1. Bentuk Trapesium

Saluran drainasi bentuk trapesium pada umumnya saluran dari tanah. Tapi dimungkinkan juga bentuk ini dari pasangan. Saluran ini membutuhkan ruangan yang cukup dan berfungsi untuk pengaliran air hujan atau air irigasi.

2. Bentuk Empat Persegi Panjang

Saluran ini tidak banyak membutuhkan ruang. Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini saluran dari pasangan ataupun beton, berfungsi sebagai saluran air hujan, irigasi ataupun rumah tangga.

3. Bentuk Lingkaran, Parabol atau Bulat Telur

Bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk saluran dasar yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah, berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga ataupun irigasi.

#### 4. Bentuk Tersusun

Bentuk ini dapat berupa saluran dari tanah maupun dari pasangan. Tampang saluran yang bawah berfungsi mengalirkan air pada kondisi tidak hujan, apabila terjadi hujan, maka kelebihan air dapat ditampung pada saluran bagian atas. Tampang ini membutuhkan ruang yang cukup dan dapat digunakan untuk saluran air hujan, saluran air rumah tangga, ataupun saluran irigasi.

#### c. Macam Material

Lapisan dasar dan dinding saluran drainasi tanah erosi bisa dibuat dari beton, pasangan batu kali, pasangan batu merah, aspal, kayu, besi cor, baja, plastik dan lain-lain, yang pilihan materialnya tergantung pada tersedianya serta harga bahan, cara konstruksi saluran.

Penampang melintang saluran drainasi perkotaan, termasuk lapangan terbang, pada umumnya dipakai bentuk segi empat, karena dipandang lebih efisien didalam pembebasan tanahnya dibandingkan dengan bentuk trapesium.

Untuk keadaan tertentu bila dipakai bentuk trapesium maka besarnya kemiringan dinding saluran yang dianjurkan sesuai dengan jenis bahan yang membentuk bahan saluran, seperti tabel 4 berikut:

Tabel 4. Kemiringan dinding saluran sesuai bahan.

Bahan saluran	Kemiringan dinding ( m )
Batuan / cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lempung keras/tanah	0,5 – 1
Tanah dengan pasangan batuan	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir lepas	2
Lempur berpasir	3

Sumber : Hardihardja, 1997

#### d. Kemiringan Saluran

Yang dimaksud kemiringan saluran adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dan dinding saluran.

Kemiringan dasar saluran disini adalah kemiringan dasar saluran arah memanjang dimana umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi, serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

Kemiringan dasar saluran maksimum yang diperbolehkan adalah 0,005 -- 0,008 tergantung pada bahan saluran yang digunakan. Kemiringan yang lebih curam dari 0,002 bagi tanah lepas sampai dengan 0,005 untuk tanah padat akan menyebabkan erosi (penggerusan).

#### e. Kecepatan Minimum yang Diijinkan

Kecepatan minimum yang diijinkan, adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman aquatic serta lumut. Kecepatan minimum adalah 0,5 m/det ( Hardjoso, 1987 ). Pada umumnya dalam praktek, kecepatan sebesar 0,60 – 0,90 m/det dapat digunakan dengan aman apabila prosentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan Maksimum 0,90 m/det ( Hardihardja, 1997 )

Kecepatan 0,75 m/det, bisa mencegah tumbuhnya tumbuh-tumbuhan yang dapat memperkecil daya angkut saluran ( Hardihardja, 1997 )

#### f. Koefisien Kekasaran Manning

Dari bermacam-macam jenis saluran, baik berupa saluran tanah maupun dengan pasangan, besarnya koefisien manning dapat mengacu pada tabel berikut :

Tabel 5. Nilai Koefisien Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Kondisi		
	Baik	Cukup	Buruk
<b>Saluran buatan</b>			
1. Saluran tanah, lurus beraturan	0,020	0,023	0,025
2. Saluran tanah, digali biasa	0,028	0,030	0,025
3. Saluran batuan, tidak lurus dan tidak beraturan	0,040	0,045	0,045
4. Saluran batuan, lurus beraturan	0,030	0,035	0,035
5. Saluran batuan, vegetasi pada sisinya	0,030	0,035	0,040
6. Dasar tanah, sisi batuan koral	0,030	0,030	0,040
7. Saluran berkelu-liku kecepatan rendah	0,025	0,028	0,030
<b>Saluran alam</b>			
1. Bersih, lurus, tetapi tanpa pasir dan tanpa celah.	0,028	0,030	0,033
2. Berliku, bersih, tetapi berpasir dan berlubang	0,035	0,040	0,045
3. Idem 3, tidak dalam, kurang beraturan.	0,045	0,050	0,065
4. Aliran lambat, banyak tanaman dan lubang dalam.	0,060	0,070	0,080
5. Tumbuh tinggi dan padat.	0,100	0,125	0,150
<b>Saluran dilapisi :</b>			
1. Batu kosong tanpa adukan semen	0,030	0,033	0,035
2. Idem 1, dengan adukan semen	0,020	0,025	0,030
3. Lapisan beton sangat halus	0,011	0,012	0,013
4. Lapisan beton biasa dengan tulangan baja.	0,014	0,014	0,015
5. Idem 4, tetapi tulangan kayu	0,016	0,016	0,018

Sumber : Hardihardja, 1997

### b. Perancangan Saluran

Sebelum merencanakan dimensi saluran, langkah pertama yang harus diketahui adalah berapa debit rencananya. Untuk menghitung debit rencana, perlu diketahui berapa luas daerah yang harus dikeringkan oleh saluran tersebut.

Berapa besar air yang dibuang berdasarkan tata guna lahan. Jadi langkah pertama adalah merencanakan tata letak. Tata letak direncana berdasarkan peta topografi. Tentukan letak saluran saluran, kemudian hitung beban saluran-saluran tersebut, dari yang terkecil sampai ke saluran induk. Setelah itu besarnya debit untuk masing-masing saluran diketahui, barulah dilakukan perhitungan dimensi saluran.

Untuk menentukan besarnya saluran penampang pada saluran drainasi digunakan pendekatan rumus-rumus aliran seragam.

Aliran seragam ini mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Dalamnya aliran, luas penampang lintang aliran, kecepatan aliran serta debit selalu tetap pada setiap penampang lintang.
- b. Garis energi dan dasar saluran selalu sejajar.

Bentuk penampang saluran drainasi dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu rumus ini dapat luas penggunaannya sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.4)$$

$$Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2.5)$$

Dengan :

V = kecepatan aliran ( m/det )

n = angka kekasaran saluran

R = jari-jari hidrolis saluran ( m ).

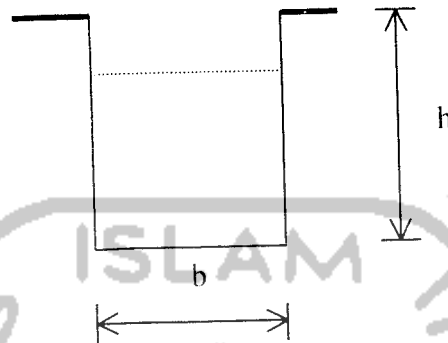
S = kemiringan dasar saluran

Q = debit aliran ( m<sup>3</sup>/det )

A = luas penampang saluran ( m<sup>2</sup> )

### 1. Penampang saluran segi empat terbuka

Penampang saluran segiempat terbuka dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini :

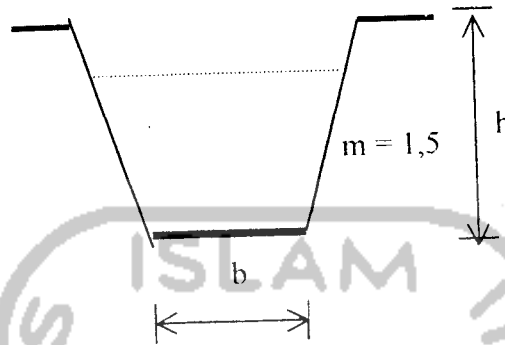


Gambar 8 Penampang saluran segiempat terbuka  
Sumber : Hardihardja, 1997

- rumus :  $V = I/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$   
 $Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$
- angka kekasaran (n) dapat ditentukan berdasarkan jenis bahan yang dipergunakan (lihat tabel 4)
- kemiringan tanah asli = kemiringan dasar saluran (s) dapat diketahui berdasarkan topografinya.
- penampang segiempat berarti talud  $t = 1 : 1$ ,  $m = 1$ , perbandingan lebar saluran (b) dan tinggi air (h) =  $b/h = 1$ , sehingga  $b=h$ .
- luas penampang (A) =  $b \times h = h^2$
- keliling basah (P) =  $b + 2h = h + 2h = 3h$
- jari-jari hidrolis (R) =  $A / P = h^2 / 3h = 0,333h$
- kecepatan aliran  $V = I/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$ , dapat dicari
- $Q = A \cdot V$  -----→ tinggi saluran didapat
- tinggi jagaan = 25 % h
- jadi tinggi saluran adalah (H) = h + m tinggi jagaan

## 2. Penampang Saluran Trapezium

Penampang saluran trapezium terbuka dapat dilihat pada gambar 9 sebagai berikut :



Gambar 9. Penampang Saluran Trapezium Terbuka  
Sumber : Hardihardja, 1997

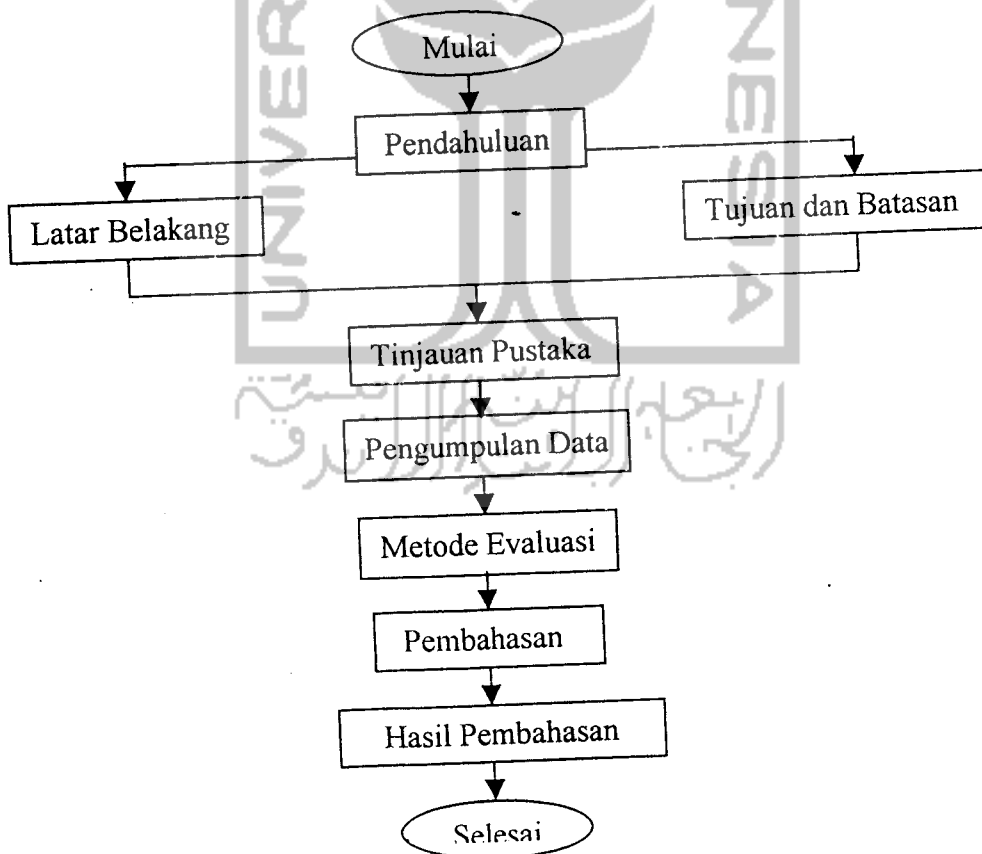
- rumus :  $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$   
 $Q = A \cdot V$ , dimana  $Q = Q$  rencana
- angka kekasaran ( $n$ ) dapat ditentukan berdasarkan jenis bahan yang dipergunakan (lihat tabel 4)
- kemiringan tanah asli = kemiringan dasar saluran ( $s$ ) dapat diketahui berdasarkan topografinya. (misal  $s = 0,0006$ ).
- kemiringan dinding saluran = 1 : 1,5 (berdasarkan kriteria)
- perbandingan lebar saluran ( $b$ ) dan tinggi air ( $h$ ) =  $b/h = 1$ .
- luas penampang ( $A$ ) =  $(b + mh) h = (h + 1,5h) h = 2,5 h^2$
- keliling basah ( $P$ ) =  $b + 2h \cdot \sqrt{1 + m^2} = h + 2h \sqrt{1 + 1,5^2} = 4,606 h$
- jari-jari hidrolis ( $R$ ) =  $A / P = 2,5 h^2 / 4,606 h = 0,543 h$
- kecepatan aliran  $V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$ , dapat ditentukan
- $Q = A \cdot V$  dimana  $Q = Q$  rencana telah didapat dalam perhitungan hidrologi.
- tinggi air ( $H$ ) = dapat dicari
- lebar dasar saluran =  $1,5 h$
- tinggi jagaan = 25 %  $h$
- jadi tinggi saluran adalah ( $H$ ) =  $h + m$  tinggi jagaan

## BAB III METODE DAN EVALUASI

### 3.1 Metode Pengumpulan dan Penyajian Data

#### 3.1.1 Diagram Alir

Evaluasi yang dilakukan secara garis besar meliputi pengumpulan data, mempelajari beberapa literatur mengenai tebal lapis perkerasan untuk landas pacu dan sistim drainasi, menghitung tebal lapis dengan metode FAA dan LCN serta sistim drainasi dengan metode Rasional, dan membahas hasil yang telah diperoleh. Dalam bentuk diagram alir Evaluasi seperti pada gambar 10 berikut :



Gambar 10. Diagram Alir Evaluasi



### 3.1.2 Pengumpulan dan Penyajian Data

Data yang dipakai adalah data sekunder yaitu data yang diambil dari hasil wawancara dari instansi terkait maupun studi literatur. Data-data tersebut antara lain :

1. Data teknis bandar udara yang diperoleh dari PT Angkasa Pura I khususnya pada Kantor Dinas Divisi Teknik Umum (lihat lamp. 1, 2 dan 3 hlm. 84, 85 dan 86 ).
2. Jadwal penerbangan pesawat reguler diperoleh dari kantor Dinas Operasional dan kantor Dinas Garuda pada Bandar Udara Adisutjipto (lihat lamp. 5 hlm. 88).
3. Data lalu lintas angkutan udara diperoleh dari kantor Dinas Operasional dan kantor Dinas Garuda pada Bandar Udara Adisutjipto ( lihat lamp. 6 hlm 89 ).
4. Peta situasi diperoleh dari PT Angkasa Pura I khususnya pada Kantor Dinas Divisi Teknik Umum ( lihat lamp. 16 hlm. 99 )
5. Data curah hujan diperoleh pada Badan Meteorologi dan Geofisika Lanud Adi Sutjipto ( lihat lamp. 7, 8, 9, 10 dan 11, hlm 90, 91, 92, 93 dan 94 ).
6. Data spesifik pesawat rencana dan pesawat kritis rencana dari literatur. ( lihat lamp. 4 hlm. 87 ).

### 3.2 Analisis Masalah

#### 3.2.1 Perancangan Perkerasan Metode FAA

A Menentukan Nilai Keberangkatan Tahunan Ekvivalen

Beragam tipe pesawat yang beroperasi dikelompokkan ke dalam tabel 6 berdasarkan tipe roda pendaratan.

Tabel 6 Tipe pesawat dan roda pendaratan

Jenis pesawat	Tipe gear	MTOW ( lb )	Keberangkatan tahun 2000	Keberangkatan ramalan tahun 2010
B-737-500	Dual Tandem	115.500	3285	9049
MD-11	Double Dual Tandem	605.000	-	66
F-70	Dual Wheel	98.000	104	287
F-28	Dual Wheel	60.000	260	716
F-27	Dual Wheel	45.000	52	144

Sumber : PT Angkasa Pura I, Yogyakarta

Untuk menentukan keberangkatan tahunan dari setiap pesawat dilakukan konversi ke dalam tipe roda pendaratan pesawat rencana yang telah ditetapkan. Faktor konversi roda pendaratan ditentukan berdasarkan tabel 1.

Keberangkatan pesawat tahun 2000 dapat dirinci sebagai berikut :

Lihat lampiran 25, Jadwal penerbangan reguler :

- Pesawat B-737/500 =  $365 \times 9 = 3285$
- Pesawat F-70 =  $52 \times 2 = 104$
- Pesawat F-28 =  $52 \times 5 = 260$
- Pesawat F-27 =  $52 \times 1 = 5$

Total penerbangan = 3721

Tingkat pertumbuhan pesawat ( lihat tabel 6 ) :

- Tahun 1990 – 1991 =  $\frac{(4973 - 2442)}{2442} \times 100 \% = 103,6 \%$
- Tahun 1991 – 1992 =  $\frac{(6363 - 4973)}{4973} \times 100 \% = 27,93 \%$
- Tahun 1992 – 1993 =  $\frac{(7172 - 6363)}{6363} \times 100 \% = 12,71 \%$

- Tahun 1993 – 1994 =  $\frac{(8844 - 7172)}{7172} \times 100 \% = 23,31 \%$
- Tahun 1994 – 1995 =  $\frac{10.029 - 8844}{8844} \times 100 \% = 13,40 \%$
- Tahun 1995 – 1996 =  $\frac{(9997 - 10.029)}{10.029} \times 100 \% = - 0,32 \%$
- Tahun 1996 – 1997 =  $\frac{(9002 - 9997)}{9997} \times 100 \% = - 9,95 \%$
- Tahun 1997 – 1998 =  $\frac{(5047 - 9002)}{9002} \times 100 \% = - 44,38 \%$
- Tahun 1998 – 1999 =  $\frac{(3162 - 5047)}{5047} \times 100 \% = - 37,35 \%$
- Tahun 1999 – 2000 =  $\frac{3721 - 3162}{3162} \times 100 \% = 17,68 \%$
- Total pertumbuhan lalu lintas pesawat =  $106,63 \% / 10 = 10,663 \%$   
 Prosentase keberangkatan tiap pesawat :
  - B-737/500 :  $365 \times 9 = 3285 = 3285 / 3725 \times 100 \% = 88,18 \%$
  - MD-11<sub>rencana</sub> :  $= 24 = 24 / 3725 \times 100 \% = 0,64 \%$
  - F-70 :  $52 \times 2 = 104 = 104 / 3725 \times 100 \% = 2,80 \%$
  - F-28 :  $52 \times 5 = 260 = 260 / 3725 \times 100 \% = 6,98 \%$
  - F-27 :  $52 \times 1 = 52 = 52 / 3725 \times 100 \% = 1,40 \%$
- Total keberangkatan pesawat = 3725

Perkiraan jumlah keberangkatan pesawat tahun 2010, dengan pertumbuhan 10,67 % adalah :  $3725 \times (100 \% + 10,67 \%)^{10} = 10.266$  pesawat.

- B-737/500 :  $88,18 \% \times 10.266 = 9049$
- MD-11<sub>rencana</sub> :  $0,64 \% \times 10.266 = 66$
- F-70 :  $2,80 \% \times 10.266 = 287$
- F-28 :  $6,98 \% \times 10.266 = 716$
- F-27 :  $1,40 \% \times 10.266 = 144$

B. Menentukan annual departures pesawat campuran ( $R_2$ ) Berdasarkan Pesawat Rencana

Perhitungan :

- Pesawat B-737-500

Tipe gear : *dual tandem*

Keberangkatan tahunan ramalan : 9049

$$R_2 = 9049 \times 1,0 = 9049$$

- Pesawat MD-11

Type Gear : Double dual tandem

Keberangkatan tahunan ramalan : 66

$$R_2 = 66 \times 1,0 = 66$$

- Pesawat F - 70

Tipe gear : *dual wheel*

Keberangkatan tahunan ramalan : 287

$$R_2 = 287 \times 0,6 = 172,2$$

- Pesawat F - 28

Tipe gear : *dual wheel*

Keberangkatan tahunan ramalan : 716

$$R_2 = 716 \times 0,6 = 429,6$$

- Pesawat F - 27

Tipe gear : *dual wheel*

Keberangkatan tahunan ramalan : 144

$$R_2 = 144 \times 0,6 = 86,4$$

Menentukan Beban Roda Pesawat.



### 1. Beban Roda Pesawat Campuran ( $W_2$ )

Dihitung berdasarkan rumus:

$$W_2 = 95\% \times \text{MTOW pesawat campuran} \times \frac{1}{n}$$

Dengan :  $N$  = Jumlah roda pendaratan utama

Untuk tipe roda *single wheel*  $N = 2$  , *dual wheel*  $N = 4$  , *dual tandem wheel*  $N = 8$  , *double dual tandem wheel*  $N = 16$

Perhitungan :

- Pesawat B-737-500  
 MTOW = 115.500 lb  
 Tipe gear = *dual tandem*  
 $W_2 = 95\% \times 115.500 \times \frac{1}{8} = 13.715$
- Pesawat MD-11  
 MTOW = 605.000 lb  
 Tipe gear = *double dual tandem*  
 $W_2 = 95\% \times 605.000 \times \frac{1}{16} = 35.922$
- Pesawat F-70  
 MTOW = 98.000 lb  
 Tipe gear = *dual wheel*  
 $W_2 = 95\% \times 98.000 \times \frac{1}{4} = 23.275$
- Pesawat F-28  
 MTOW = 60.000 lb  
 Tipe gear = *dual wheel*  
 $W_2 = 95\% \times 60.000 \times \frac{1}{4} = 14.250$
- Pesawat F-27

$$\text{MTOW} = 45.000 \text{ lb}$$

Tipe gear = dual wheel

$$W_2 = 95\% \times 45.000 \times \frac{1}{4} = 10.687$$

## 2. Beban Roda Pesawat Rencana ( $W_1$ )

Dihitung berdasarkan rumus:

$$W_1 = 95\% \times \text{MTOW pesawat rencana} \times \frac{1}{n}$$

Perhitungan:

- Pesawat B-737-500

MTOW pesawat rencana : 605.000 lb

Tipe gear pesawat rencana : *double dual tandem*

$$W_1 = 95\% \times 605.000 \times \frac{1}{16} = 35.922$$

- Pesawat MD-11

MTOW pesawat rencana : 605.500 lb

Tipe gear pesawat rencana : *double dual tandem*

$$W_1 = 95\% \times 605.000 \times \frac{1}{16} = 35.922$$

- Pesawat F-70

MTOW pesawat rencana : 605.500 lb

Tipe gear pesawat rencana : *double dual tandem*

$$W_1 = 95\% \times 605.000 \times \frac{1}{16} = 35.922$$

- Pesawat F-28

MTOW pesawat rencana : 605.500 lb

Tipe gear pesawat rencana : *double dual tandem*

$$W_1 = 95\% \times 605.000 \times \frac{1}{16} = 35.922$$

- Pesawat F-27

MTOW pesawat rencana : 605.500 lb

Tipe gear pesawat rencana : *double dual tandem*

$$W_1 = 95\% \times 605.000 \times \frac{1}{16} = 35.922$$

### C. Keberangkatan Tahunan Ekivalen dari Pesawat Rencana

Dihitung dengan rumus:

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } R_2 \left( \frac{W_2}{W_1} \right)^{0.5}$$

Perhitungan:

- Pesawat B-737-500

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 9049 \left( \frac{13.715}{35.922} \right)^{0.5}$$

$$\text{Log } R_1 = 2,445$$

$$R_1 = 278,471$$

- Pesawat MD-11

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 66 \left( \frac{35.922}{35.922} \right)^{0.5}$$

$$\text{Log } R_1 = 1,819$$

$$R_1 = 66$$

- Pesawat F-70

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 172,2 \left( \frac{23.275}{35.922} \right)^{0.5}$$

$$\text{Log } R_1 = 1,799$$

$$R_1 = 63,078$$

- Pesawat F-28

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 429,6 \left( \frac{14.250}{35.922} \right)^{0,5}$$

$$\text{Log } R_1 = 1,658$$

$$R_1 = 45,54$$

- Pesawat F-27

$$\text{Log } R_1 = \text{Log } 86,4 \left( \frac{14.250}{35.922} \right)^{0,5}$$

$$\text{Log } R_1 = 1,065$$

$$R_1 = 11,617$$

Tabel 7. Jenis Pesawat dan Keberangkatan Tahunan Ekuivalen

Jenis pesawat	Keberangkatan dual tandem ( $R_2$ )	Beban roda pesawat campuran ( $W_2$ )	Beban roda dari pesawat rencana ( $W_1$ )	Keberangkatan tahunan ekuivalen ( $R_1$ )
B-737-500	9049	13.715	35.922	279
MD-11	66	35.922	35.922	66
F-70	172,2	23.275	35.922	64
F-28	429,6	14.250	35.922	46
F-27	86,4	10.687	35.922	12
				Total $R_1 = 467$

Sumber : PT Angkasa Pura I, Yogyakarta

#### D. Menentukan Tebal Lapis Penyusun Perkerasan

Ketebalan seluruh lapis perkerasan dan lapis-lapis penyusunnya dirancang dengan menggunakan kurva rencana perkerasan lentur untuk daerah kritis pada gambar 2 d

↓  
has 10  
bagian 2 f



berdasarkan pesawat rencana MD-11 dengan nilai MTOW = 605.000 tipe gear  
*double dual tandem* dan keberangkatan tahunan ramalan ekivalen = 467

Perhitungan:

1. Tebal Total Lapis Perkerasan

Nilai CBR *subgrade* 6%

Tebal total perkerasan = 36 in

2. Lapis Permukaan ( *Surface Course* )

Tebal *surface* = 5 in untuk daerah kritis ( Basuki, 1985 )

3. Lapis Pondasi ( *Base Course* )

Nilai CBR *subbase* 25%

Tebal *surface* 5 in

Tebal *base course* = 11 - 5 = 6 in

Ketebalan *base course* dikontrol ulang dengan menggunakan kurva  
 tebal minimum *base course* pada gambar 4

Nilai CBR *subgrade* 6%

Tebal total perkerasan 36 in

Tebal minimum *base course* = 11,7 in

Tebal *base course* yang digunakan adalah 11,7 in

4. Lapis Pondasi Bawah ( *Subbase Course* )

Tebal total lapis perkerasan 36 in

Tebal *surface course* 5 in

Tebal *base course* 11,7 in

Tebal *subbase course* = 36 - 5 - 11,7 = 19,3 in

Perhitungan untuk daerah non kritis :

1. Tebal total lapis perkerasan

Tebal total perkerasan non kritis = 36 x 0,9 = 32,4 in

2. Lapis Permukaan ( *Surface Course* )

Tebal *surface* = 4 in untuk daerah non kritis ( Basuki, 1985 )

### 3. Lapis Pondasi ( *Base Course* )

Nilai CBR *subbase* 25%

Tebal *surface* 4 in

Tebal *base course* =  $11 - 4 = 7$  in

Ketebalan *base course* dikontrol ulang dengan menggunakan kurva tebal minimum *base course* pada gambar 4

Nilai CBR *subgrade* 6%

Tebal total perkerasan 32,4 in

Tebal minimum *base course* = 10,5 in

Tebal *base course* yang digunakan adalah 10,5 in

### 4. Lapis Pondasi Bawah ( *Subbase Course* )

Tebal total lapis perkerasan 32,4 in

Tebal *surface course* 4 in

Tebal *base course* 10,5 in

Tebal *subbase course* =  $32,4 - 4 - 10,5 = 17,9$  in

Hasil perhitungan Perkerasan Metode FAA dapat dilihat pada tabel 8 berikut :

Tabel 8. Hasil Perhitungan Perkerasan Metode FAA

Lapisan	Daerah Kritis		Daerah Non Kritis	
	( in )	( cm )	( in )	( cm )
<i>Surface Course</i>	5	12,7	4	10,2
<i>Base Course</i>	11,7	29,7	10,5	26,7
<i>Subbase Course</i>	19,3	49,1	17,9	45,4
Total Perkerasan	36	91,5	32,4	82,3

#### 3.2.2 Perancangan Perkerasan Metode LCN

CBR tanah dasar ( *Subgrade* ) = 6%

CBR lapis pondasi ( *Base Course* ) = 80 %

CBR lapis pondasi bawah ( *Subbase Course* ) = 25%

A. Menentukan Harga ESWL pesawat yang akan dilayani

Perhitungan :

- Pesawat B - 737-500

MTOW = 115.500 lb

Tipe gear : *dual tandem*

Nose gear : 7,4 %

$$ESWL = ((100 - 7,4) \% \times 115.500) / 8 = 13.369 \text{ lb}$$

- Pesawat MD-11

MTOW = 605.000 lb

Tipe gear : *double dual tandem*

Nose gear : 5,6 %

$$ESWL = ((100 - 5,6) \% \times 605.000) / 16 = 35.695 \text{ lb}$$

- Pesawat F-70

MTOW = 98.000 lb

Tipe gear : *dual wheel*

Nose gear : 8 %

$$ESWL = \{ (100 - 8) \% \times 98.000 \} / 4 = 22.540 \text{ lb}$$

- Pesawat F-28

MTOW = 60.000 lb

Tipe gear : *dual wheel*

Nose gear : 8 %

$$ESWL = \{ (100 - 8) \% \times 60.000 \} / 4 = 13.800 \text{ lb}$$

- Pesawat F-27

MTOW = 45.000 lb

Tipe gear : *dual wheel*

Nose gear : 5 %

$$ESWL = \{ (100 - 5) \% \times 45.000 \} / 4 = 10.350 \text{ lb}$$

### B. Menentukan Nilai LCN

Dengan menggunakan grafik bilangan penggolongan beban pada gambar 5 nilai LCN dari setiap pesawat dapat dapat ditentukan sebagai berikut:

Perhitungan :

- Pesawat B-737-500  
ESWL : 13.369  
Tekanan roda : 176 psi  
LCN = 19
- Pesawat MD-11  
ESWL : 35.695  
Tekanan roda : 206 psi  
LCN = 47
- Pesawat F-70  
ESWL : 22.540  
Tekanan roda : 96 psi  
LCN = 24
- Pesawat F-28  
ESWL : 13.800  
Tekanan roda : 100 psi  
LCN = 17
- Pesawat F-27  
ESWL : 10.350  
Tekanan roda : 77 psi  
LCN = 10

### C. Menentukan Tebal Total Lapis Perkerasan

Dengan menggunakan grafik kurva perencanaan perkerasan lentur untuk landasan pada gambar 6 ketebalan total lapis perkerasan untuk setiap jenis pesawat ditentukan sebagai berikut :

Perhitungan :

- Pesawat B-737-500

CBR subgrade 6%

Nilai LCN : 19

Tebal total perkerasan = 18 in = 45,7 cm → *nilai g<sub>e</sub> for level 21*

- Pesawat MD-11

CBR subgrade 6%

Nilai LCN : 47

Tebal total perkerasan = 28 in = 71,1 cm

- Pesawat F-70

CBR subgrade 6%

Nilai LCN : 24

Tebal total perkerasan = 21 in = 53,3 cm

- Pesawat F-28

CBR subgrade 6%

Nilai LCN : 17

Tebal total perkerasan = 17 in = 43,2 cm

- Pesawat F-27

CBR subgrade 6%

Nilai LCN : 10

Tebal total perkerasan = 13 in = 33,0 cm

#### D. Menentukan Tebal Lapis Penyusun Perkerasan

Dengan menggunakan grafik kurva perencanaan perkerasan lentur untuk landasan pada gambar 6 ketebalan lapis penyusun perkerasan untuk setiap jenis pesawat ditentukan sebagai berikut:

Perhitungan :

- Pesawat B-737-500

Nilai LCN : 19

Tebal total perkerasan (T) : 18 in = 45,7 cm

Dengan CBR *subbase* 25% terbaca tebal ( $t_1$ ) = 6 in = 15,2 cm

Tebal *subbase* :  $T - (t_1) = 12$  in = 30,48 cm

Dengan CBR *base course* 80% terbaca tebal ( $t_2$ ) = 2 in = 5,1 cm

Tebal *base course* :  $(t_1) - (t_2) = 4$  in = 10,16 cm

Tebal *surface course* ( $t_2$ ) = 2 in = 5,1 cm

- Pesawat MD-11

Nilai LCN : 47

Tebal total perkerasan (T) : 28 in = 71,1 cm

Dengan CBR *subbase* 25% terbaca tebal ( $t_1$ ) = 12 in = 30,48 cm

Tebal *subbase* :  $T - (t_1) = 16$  in = 40,6 cm

Dengan CBR *base course* 80% terbaca tebal ( $t_2$ ) = 2 in = 5,1 cm

Tebal *base course* :  $(t_1) - (t_2) = 10$  in = 25,4 cm

Tebal *surface course* ( $t_2$ ) = 2 in = 5,1 cm

- Pesawat F-70

Nilai LCN : 24

Tebal total perkerasan (T) : 21 in = 53,3 cm

Dengan CBR *subbase* 25% terbaca tebal ( $t_1$ ) = 8 in = 20,32 cm

Tebal *subbase* :  $T - (t_1) = 13$  in = 33 cm

Dengan CBR *base course* 80% terbaca tebal ( $t_2$ ) = 2 in = 5,1 cm

Tebal *base course* :  $(t_1) - (t_2) = 6$  in = 15,24 cm

Tebal *surface course* ( $t_2$ ) = 2 in = 5,1 cm

- Pesawat F-28

Nilai LCN : 17

Tebal total perkerasan (T) : 17 in = 43,2 cm

Dengan CBR *subbase* 25% terbaca tebal ( $t_1$ ) = 7 in = 17,8 cm

Tebal *subbase* :  $T - (t_1) = 10 \text{ in} = 25,4 \text{ cm}$

Dengan CBR *base course* 80% terbaca tebal  $(t_2) = 1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$

Tebal *base course* :  $(t_1) - (t_2) = 6 \text{ in} = 15,2 \text{ cm}$

Tebal *surface course*  $(t_2) = 1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$

- Pesawat F-27

Nilai LCN : 10

Tebal total perkerasan (T) :  $13 \text{ in} = 33 \text{ cm}$

Dengan CBR *subbase* 25% terbaca tebal  $(t_1) = 5 \text{ in} = 12,7 \text{ cm}$

Tebal *subbase* :  $T - (t_1) = 8 \text{ in} = 20,32 \text{ cm}$

Dengan CBR *base course* 80% terbaca tebal  $(t_2) = 1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$

Tebal *base course* :  $(t_1) - (t_2) = 4 \text{ in} = 10,16 \text{ cm}$

Tebal *surface course*  $(t_2) = 1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm}$

Hasil perhitungan dengan menggunakan Metode LCN dapat dilihat pada tabel 9 berikut :

Tabel 9. Hasil Perhitungan Perkerasan Metode LCN

Tipe pesawat	ESWL (lb)	LCN	Tebal Lapis Perkerasan (cm)			
			<i>Subbase Course</i>	<i>Base Course</i>	<i>Surface Course</i>	Total Perkerasan
B-737-500	13.369	19	30,5	10,1	5,1	45,7
MD-11	35.695	47	40,6	25,4	5,1	71,7
F-70	22.540	24	33,0	15,2	5,1	53,3
F-28	13.800	17	25,4	15,2	2,5	43,2
F-27	10.357	10	20,3	10,2	2,5	33,0

### 3.2.3 Perancangan Sistem Drainasi

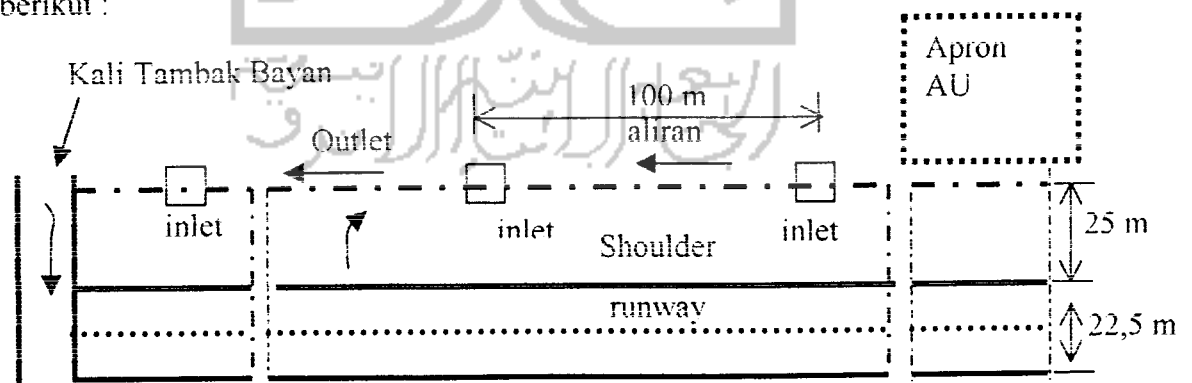
Di dalam mengevaluasi sistem drainasi lapangan terbang harus diketahui peta situasi ( lihat lampiran 16 ) dari Bandar Udara, terutama runway, shoulder dan fasilitas lainnya.

Hardihardja (1997) menganjurkan untuk mendimensi saluran inlet setiap 100 m. Untuk menghasilkan nilai yang aman dan ekonomis saluran outlet ditinjau setiap 100 m.

Diketahui :

Panjang *runway* pada Bandar Udara Adisutjipto adalah 2200 m dengan beda tinggi antara ujung runway sekitar 3 m, yaitu ujung runway timur lebih tinggi dari ujung barat. Atau  $s = 3 / 2200 = 0,00136$ . ( menurut Heru Basuki, 1984, kemiringan landasan maksimal adalah 1,5 % = 0,015 ). Kemiringan melintang runway 1,5 %, sedangkan kemiringan shoulder adalah 2,5 % - 5 %.

*Runway* dan *Shoulder* dan fasilitas inlet ( lihat lampiran 16 ) seperti pada gambar 11 berikut :



Gambar 11 Situasi Drainasi untuk Daerah Apron ke arah Barat ( Runway, Shoulder dan Fasilitas lubang inlet )



Menentukan Dimensi Saluran :

1. Menghitung luas area yang dikeringkan (*drain*), diambil setiap jarak 100 m.

$$O = (22,5 \times 100) + (25 \times 100)$$

$$= 4750 \text{ m}^2$$

$$= 0,475 \text{ ha}$$

2. Menghitung Koefisien Aliran ( $\alpha$ )

Lihat tabel 3

$$\text{Runway} = \alpha = 0,95$$

$$\text{Shoulder} = \alpha = 0,30$$

$$O_1 = (22,5 \times 100) / 4750 \times 100\% = 47,37 \%$$

$$O_2 = (25 \times 100) / 4750 \times 100\% = 52,63 \%$$

$$\text{Runway} = 47,37 \% \times 0,95 = 45 \%$$

$$\text{Shoulder} = 52,63 \% \times 0,30 = 15,789 \%$$

$$\text{Total angka aliran } (\alpha) = 60,79 \%$$

3. Menghitung Angka Penyebaran Hujan ( $\beta$ )

Untuk  $O = 4750 \text{ m}^2 = 0,475 \text{ ha}$  kurang dari  $1 \text{ km}^2$  nilai  $\beta = 1$ .

4. Menghitung Debit Maksimum dan Dimensi Saluran Inlet

Curah hujan maksimum yang terjadi selama 5 tahun terakhir ( tahun 1995 – 1999 ) dapat dilihat pada lampiran 7 – 11.

Curah hujan rata – rata per harinya adalah :

- tahun 1995 jumlah CH = 2992,5 mm, Jumlah hari hujan 171 hari
  - tahun 1996 jumlah CH = 1745,1 mm, Jumlah hari hujan 137 hari
  - tahun 1997 jumlah CH = 1096,1 mm, Jumlah hari hujan 95 hari
  - tahun 1998 jumlah CH = 2761 mm, Jumlah hari hujan 176 hari
  - tahun 1999 jumlah CH = 2426,4 mm, Jumlah hari hujan 143 hari
  - Jumlah Curah Hujan rata-rata = Jumlah CH / Jumlah Hari Hujan
- $$= 11021,1 / 722$$
- $$= 15,265 \text{ mm}$$

### 1. Dimensi Inlet

Asumsi kecepatan aliran ( $v$ ) = 0,5 m/det. hardjoso ( 1987 ) mensyaratkan kecepatan minimum 0,5 m / det. untuk menghindari erosi

$$Q_{maks} = v \times A$$

Untuk merubah curah hujan kedalam satuan mm/jam digunakan rumus Rasional menurut DR. Mononobe dalam Hadiharja ( 1997 ), yaitu :

$$I = \frac{R}{24} \times \left( \frac{24}{tc} \right)^{2,5}$$

Dengan :  $R$  = Curah hujan rancangan setempat dalam mm  
 $tc$  = lama waktu konsentrasi dalam jam  
 $I$  = Intensitas hujan dalam mm / jam

Diketahui :

$$R = 15,265 \text{ mm}$$

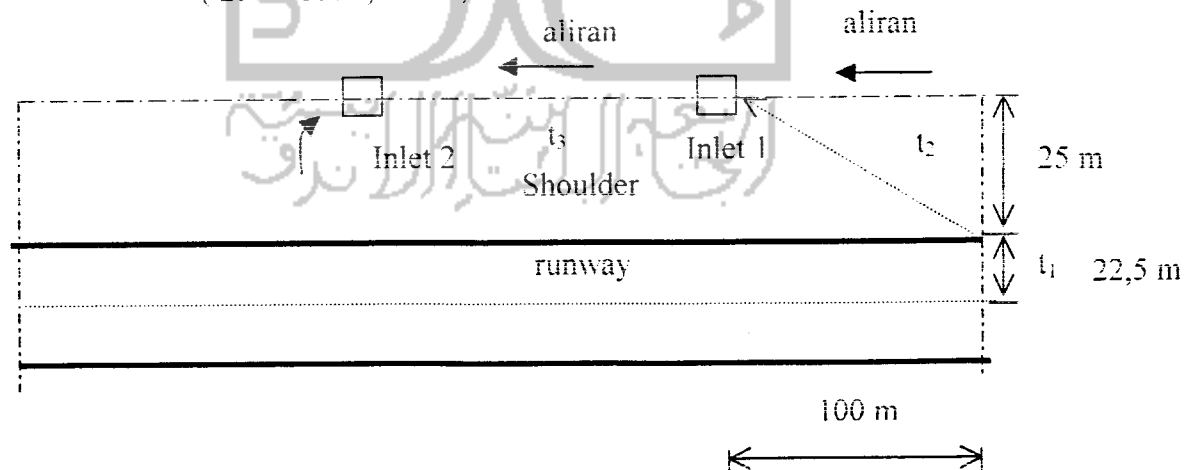
$$tc = L / V \quad (\text{Waktu konsentrsasi})$$

$$tc = L_1 / V_1 + L_2 / V_2$$

untuk peta situasi bisa dilihat lampiran 16

dengan :  $L_1$  = setengah lebar runway (  $0,5 \times 45 = 22,5 \text{ m}$  )

$$L_2 = \text{jarak terdekat dari runway terjauh ke lubang inlet 1} \\ = \sqrt{(25^2 + 100^2)} = 103,08 \text{ m}$$



Gambar 12 . Situasi saluran inlet 1

Kecepatan aliran dapat dilihat pada tabel 2, hal. 26

Dengan :  $V_1 = 0,6 \text{ m/det}$

$V_2 = 0,9 \text{ m/det}$

$$t_c = 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90$$

$$= 152,03 \text{ detik}$$

$$= 2,533 \text{ menit}$$

$$= 0,04223 \text{ jam}$$

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,04223} \right)^{2,0}$$

$$= 43,64 \text{ mm / jam}$$

Dengan melihat lampiran 12, hal 95 ( grafik curah hujan DIY ) maka debit yang dihasilkan 43,64 mm / jam atau 120 lt/det/ha .

Debit maksimum

$$Q_{\text{maks}} = C \times \alpha \times \beta \times qt$$

$$= 0,475 \times 0,6079 \times 1 \times 120$$

$$= 34,6503 \text{ lt / det / ha}$$

$$= 0,0346503 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Dimensi Saluran Inlet

Asumsi kecepatan aliran ( $v$ ) = 0,5 m/ det, hardjoso ( 1987 ) mensyaratkan kecepatan minimum 0,5 m / det. untuk menghindari erosi

$$Q_{\text{maks}} = v \times A$$

$$A = \frac{Q_{\text{maks}}}{v}$$

$$= \frac{0,0346503}{0,50}$$

$$= 0,0693 \text{ m}^2$$

Bentuk inlet bujur sangkar dengan lubang 50 %

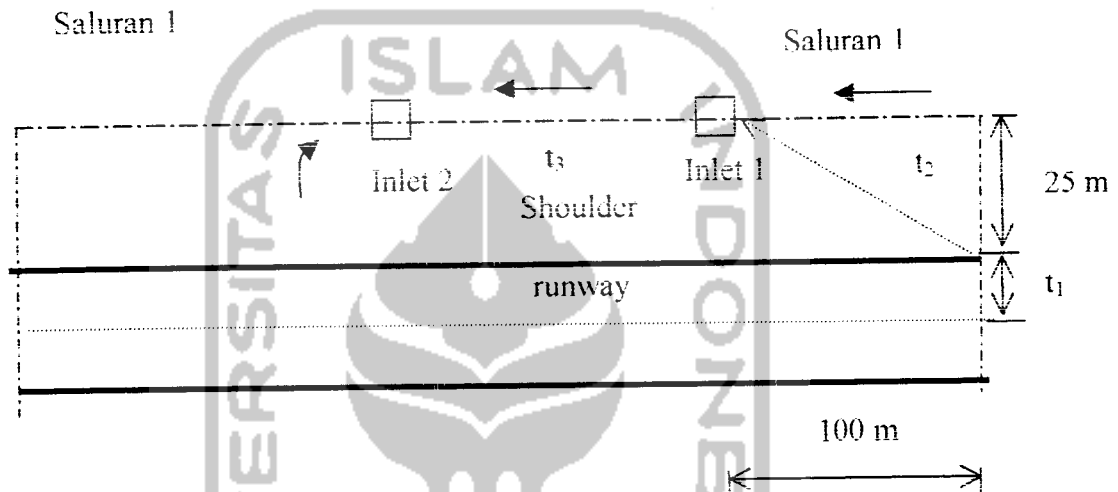
$$\Lambda = \frac{0.0693}{0.50}$$

$$= 0.1386 \text{ m}^2$$

$$b = h = (\Lambda)^{1/2} = (0.1386)^{1/2} = 0.37 \text{ m} = 0.40 \text{ m}$$

2. Dimensi Outlet ( Saluran Pembuangan ) bentuk Empat persegi

Saluran 1



Gambar 13. Situasi Saluran Pembuangan 1

Saluran 1 mengalirkan air dari daerah  $O_1$  seluas  $(22,5 - 25) \text{ m} \times 100 \text{ m}^2 = 4750 \text{ m}^2 = 0,475 \text{ ha}$ . Maka debit air hujan sama dengan yang masuk ke dalam inlet  $Q = 0,06497 \text{ m}^3 / \text{det}$

Tipe saluran :

Saluran dilapisi batu kosong dengan adukan semen kondisi sedang, maka angka kekasaran manning  $n = 0,025$  ( lihat tabel 6, hal 37 )

Kemiringan saluran pada Saluran Drainasi pada Bandar Udara Adisutjipto adalah 0,1 % atau terjadi beda tinggi 10 cm setiap 100 m,  $S = 0,001$

Bentuk Empat Persegi

- Luas Penampang ( A ) dengan  $b = 70 \text{ cm}$  dan  $h = 100 \text{ cm}$  untuk saluran 1

Maka Jika  $b = 0,7 h$

$$A = b \times h = 0,7 h \times h = 0,7 h^2$$

- Keliling Basah ( P )

$$P = b + 2 h = 0,7 h + 2 h = 2,7 h$$

- Jari-jari Hidrolis ( R )

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,7 h^2}{2,7 h} = 0,2593 h$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} \cdot (0,2593h)^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2}$$

$$= 0,51435 h^{2/3}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,7 h^2 = \frac{0,03465}{0,51435 h^{2/3}}$$

$$0,360045 h^{8/3} = 0,03465$$

$$0,360045 h^{8/3} - 0,03465 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,42 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,7 \times 0,42 = 0,294 \text{ m}$$

$$V = 0,51435 \times 0,42^{2/3}$$

$$= 0,288 \text{ m/det}$$

Kontrol :  $v < 0,5 \text{ m/det}$

Nilai  $v$  kurang dari  $0,5 \text{ m/det}$ , tidak memenuhi syarat, karena terjadi penggenangan disebabkan  $v$  air kecil sekali ( diam ). Untuk  $h = 100 \text{ cm}$  ( lapangan ) maka  $V = 0,51435 \times 1,00^{2/3} = 0,51435 \text{ m/det} > 0,5 \text{ m/det}$ .

Dipakai saluran dengan  $h = 0,42 \text{ m}$  ;  $b = 0,294 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 3 per mil sudah memadai untuk saluran 1. Dimensi di lapangan adalah  $1,00 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  dengan kemiringan saluran 1 per mil.

#### b. Saluran 2

Saluran 2 mengalirkan air dari daerah  $O_2$  seluas  $(22,5 + 25) \text{ m} \times 200 \text{ m} = 9500 \text{ m}^2 = 0,95 \text{ ha}$  (runway sepanjang 200 m, lihat gambar 14 ).

Maka : waktu konsentrasi diambil yang terjauh yaitu :

$$tc_1 = t_1 + t_2$$

$$= l_1/v_1 + l_2/v_2$$

$$\text{Dengan : } V_1 = 0,6 \text{ m/det ; } V_2 = 0,9 \text{ m/det}$$

$$tc_1 = 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90$$

$$= 152,03 \text{ detik} = 2,533 \text{ menit} = 0,04223 \text{ jam}$$

$$tc_2 = t_1 + t_2 + t_3$$

$$= l_1/v_1 + l_2/v_2 + l_3/v_3$$

Kecepatan aliran dapat dilihat pada tabel 2, hal. 26

$$\text{Dengan : } V_1 = 0,6 \text{ m/det ; } V_2 = 0,9 \text{ m/det ; } V_3 = 0,5 \text{ m/det}$$

$$tc_2 = 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90 + 100 / 0,5$$

$$= 352,03 \text{ detik} = 5,8672 \text{ menit} = 0,097786 \text{ jam}$$

maka dipakai waktu konsentrasi terlama = 0,097786 jam

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,09778} \right)^{2,3} = 24,934 \text{ mm / jam}$$

Dengan melihat lampiran 12, hal 95 ( grafik curah hujan DIY ) maka debit yang dihasilkan  $24,934 \text{ mm / jam}$  atau  $71,06 \text{ lt/det/ha}$  .

Debit maksimum :

$$Q \text{ maks} = O \times \alpha \times \beta \times qt$$

$$= 0,95 \times 0,6079 \times 1 \times 71,06$$

$$= 41,061 \text{ lt / det / ha} = 0,041061 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Saluran : angka kekasaran manning  $n = 0,025$  ( lihat tabel 6, hal 37 ),  $S = 0,001$

bentuk empat persegi ;  $b = 70$  cm dan  $h = 110$  cm

$$\text{Maka } b = 70/110 h = 0,636 h$$

$$A = b \times h = 0,7 h \times h = 0,7 h^2$$

$$P = b + 2 h = 0,636 h + 2 h = 2,636 h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,66 h^2}{2,636 h} = 0,2414 h$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot (0,2414 h)^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2} \\ &= 0,4904 h^{2/3} \end{aligned}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,636 h^2 = \frac{0,041601}{0,4904 h^{2/3}}$$

$$0,3119 h^{8/3} = 0,041601$$

$$0,3119 h^{8/3} - 0,041601 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,47 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,636 \times 0,47 = 0,299 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} V &= 0,4904 \times 0,47^{2/3} \\ &= 0,2964 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Kontrol :  $v < 0,5$  m/det

Dimensi yang ideal adalah :

$V = 0,5$  m/det ;  $n = 0,025$  ;  $R = 0,2414 h$  ; dengan  $h = 0,47$  m ( dimensi awal ) ;  $S =$  dicari

$$\begin{aligned} S &= \left\{ (V \cdot n) / R^{2/3} \right\}^2 \\ &= \left\{ (0,5 \cdot 0,025) / (0,2414 \cdot 0,47)^{2/3} \right\}^2 \end{aligned}$$

$$= 0,00284$$

Dipakai  $S = 0,0029$

dimensi saluran  $h = 0,47 \text{ m}$  ;  $b = 0,299 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 2,9 per mil sudah memadai untuk saluran 2. Dimensi di lapangan adalah  $1,10 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  dengan kemiringan saluran 1 per mil.

#### b. Saluran 6

$$\text{Luas daerah } O_6 (22,5 + 25) \text{ m} \times 600 \text{ m} = 28500 \text{ m}^2 = 2,85 \text{ ha}$$

Maka : waktu konsentrasi diambil yang terjauh yaitu :

$$tc_2 = t_1 + t_2 + t_3 \\ = L_1/v_1 + L_2/v_2 + L_3/v_3$$

Kecepatan aliran dapat dilihat pada tabel 2, hal 26 dengan :

$$V_1 = 0,6 \text{ m/det} ; V_2 = 0,9 \text{ m/det} ; V_3 = 0,5 \text{ m/det}$$

$$tc_2 = 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90 + 500 / 0,5 \\ = 1152,03 \text{ detik} = 19,2005 \text{ menit} = 0,3200 \text{ jam}$$

Waktu konsentrasi ( $tc$ ) = 0,32000 jam

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,3200} \right)^{2,5} = 11,3117 \text{ mm / jam}$$

Dengan melihat lampiran 12, hal 95 ( grafik curah hujan DIY ) maka debit yang dihasilkan  $11,3117 \text{ mm / jam}$  atau  $32,23 \text{ lt/det/ha}$ .

Debit maksimum :

$$Q_{\text{maks}} = O \times \alpha \times \beta \times qt \\ = 2,85 \times 0,6079 \times 1 \times 32,23 \\ = 55,8390 \text{ lt / det / ha} = 0,0558389 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Tipe saluran : angka kekasaran manning  $n = 0,025$  ,  $S = 0,001$

Bentuk Empat Persegi : dengan  $b = 70 \text{ cm}$  dan  $h = 150 \text{ cm}$  untuk saluran 6

$$\text{Maka } b = 70/150 \text{ h} = 0,467 \text{ h}$$

$$A = b \times h = 0,467 \text{ h} \times h = 0,467 \text{ h}^2$$



$$P = b + 2h = 0,467h + 2h = 2,467h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,467h^2}{2,467h} = 0,189h$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot (0,189h)^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2} \\ &= 0,4166h^{2/3} \end{aligned}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,467h^2 = \frac{0,055839}{0,4166h^{2/3}}$$

$$0,1945h^{8/3} - 0,055839 = 0$$

$$0,1945h^{8/3} - 0,055839 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,63 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,467 \times 0,63 = 0,2942 \text{ m}$$

$$V = 0,4166 \times 0,63^{2/3}$$

$$= 0,3062 \text{ m/det}$$

Kontrol :  $v < 0,5 \text{ m/det}$

Dimensi yang ideal adalah :

$$V = 0,5 \text{ m/det} ; n = 0,025 ; R = 0,189h ; \text{ dengan } h = 0,63 \text{ m (dimensi awal)}$$

S = dicari

$$S = \left\{ \frac{(V \cdot n)}{R^{2/3}} \right\}^2$$

$$= \left\{ \frac{(0,5 \cdot 0,025)}{(0,189 \cdot 0,63)^{2/3}} \right\}^2$$

$$= 0,00267$$

Dipakai  $S = 0,0027$ , dengan  $h = 0,63 \text{ m}$  ;  $b = 0,294 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 2.7 per mil sudah memadai untuk saluran 6. Dimensi di lapangan adalah 1,50 m x 0.70 m dengan kemiringan saluran 1 per mil.

## c. Saluran 7

$$\text{Luas daerah } O_7 (22,5 + 25) \text{ m} \times 700 \text{ m} = 33250 \text{ m}^2 = 3,325 \text{ ha}$$

$$t_2 = t_1 + t_2 + t_3$$

$$= L_1/v_1 + L_2/v_2 + L_3/v_3$$

$$= 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90 + 600 / 0,5$$

$$= 1352,03 \text{ detik} = 22,534 \text{ menit} = 0,3756 \text{ jam}$$

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,3756} \right)^{2/3} = 10,1658 \text{ mm / jam}$$

$Q = 10,1658 \text{ mm / jam}$  atau  $28,9726 \text{ lt/det/ha}$  . ( lihat grafik CH Yogyakarta )

Debit maksimum :

$$Q \text{ maks} = O \times \alpha \times \beta \times q_t$$

$$= 3,325 \times 0,6079 \times 1 \times 28,9726$$

$$= 58,5614 \text{ lt / det / ha}$$

$$= 0,0585614 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Diketahui  $n = 0,025$  ;  $S = 0,001$

Bentuk Empat Persegi, dengan  $b = 70 \text{ cm}$  dan  $h = 160 \text{ cm}$  untuk saluran 7

Maka  $b = 70/160 \text{ h} = 0,4375 \text{ h}$

$$A = b \times h = 0,4375 \text{ h} \times h = 0,4375 \text{ h}^2$$

$$P = b + 2 \text{ h} = 0,4375 \text{ h} + 2 \text{ h} = 2,4375 \text{ h}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,4375 \text{ h}^2}{2,4375 \text{ h}} = 0,1795 \text{ h}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} \cdot (0,1795 \text{ h})^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2}$$

$$= 0,4025 \text{ h}^{2/3}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,4375 h^2 = \frac{0,05856}{0,4025 h^{2/3}}$$

$$0,1761 h^{8/3} = 0,05856$$

$$0,1761 h^{8/3} - 0,05856 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,71 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,4375 \times 0,71 = 0,3106 \text{ m}$$

$$V = 0,4025 \times 0,71^{2/3}$$

$$= 0,32033 \text{ m/det}$$

Kontrol :  $v < 0,5 \text{ m/det}$

Untuk evaluasi dimensi yang ideal adalah :

$$V = 0,5 \text{ m/det} ; n = 0,025 ; R = 0,1793 ; h ; \text{ dengan } h = 0,71 \text{ m ( dimensi awal )}$$

S = dicari

$$\begin{aligned} S &= \left\{ (V \cdot n) / R^{2/3} \right\}^2 \\ &= \left\{ (0,5 \cdot 0,025) / (0,1793 \cdot 0,71)^{2/3} \right\}^2 \\ &= 0,00244 \end{aligned}$$

Dipakai  $S = 0,0025$

Dimensi saluran  $h = 0,71 \text{ m}$  ;  $b = 0,3106 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 2,5 per mil sudah memadai untuk saluran 7. Dimensi di lapangan adalah  $1,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  dengan kemiringan saluran 1 per mil.

c. Saluran 11

$$\text{Luas daerah } O_{11} = (22,5 + 25) \text{ m} \times 1100 \text{ m} = 52250 \text{ m}^2 = 5,225 \text{ ha}$$

$$Tc_2 = t_1 + t_2 + t_3$$

$$= L_1/v_1 + L_2/v_2 + L_3/v_3$$

$$= 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90 + 1000 / 0,5$$

$$= 0,5978 \text{ jam}$$

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,5978} \right)^{2,5} = 7,4574 \text{ mm / jam}$$

$Q = 7,4574 \text{ mm / jam}$  atau  $21,25 \text{ lt/det/ha}$  .( lihat grafik CH Yogyakarta )

Debit maksimum :

$$\begin{aligned} Q_{\text{maks}} &= O \times \alpha \times \beta \times qt \\ &= 5,225 \times 0,6079 \times 1 \times 21,25 \\ &= 67,495 \text{ lt / det / ha} \\ &= 0,067495 \text{ m}^3 / \text{det} \end{aligned}$$

Diketahui  $n = 0,025$  ;  $S = 0,001$

Bentuk Empat Persegi dengan  $b = 70 \text{ cm}$  dan  $h = 200 \text{ cm}$  untuk saluran 7

Maka  $b = 70/200 h = 0,35 h$

$$A = b \times h = 0,35 h \times h = 0,35 h^2$$

$$P = b + 2 h = 0,35 h + 2 h = 2,35 h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,35 h^2}{2,35 h} = 0,149 h$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot (0,149 h)^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2} \\ &= 0,356 h^{2/3} \end{aligned}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,35 h^2 = \frac{0,067495}{0,356 h^{2/3}}$$

$$0,125 h^{8/3} = 0,067495$$

$$0,125 h^{8/3} - 0,067495 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,80 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,35 \times 0,80 = 0,28 \text{ m}$$

$$V = 0,356 \times 0,80^{2/3}$$

$$= 0,3068 \text{ m/det}$$

Kontrol :  $v < 0,5 \text{ m/det}$

Untuk evaluasi dimensi yang ideal adalah :

$$V = 0,5 \text{ m/det} ; n = 0,025 ; R = 0,149 \cdot h ; \text{ dengan } h = 0,80 \text{ m ( dimensi awal )}$$

S = dicari

$$S = \{ (V \cdot n) / R^{2/3} \}^2$$

$$= \{ (0,5 \cdot 0,025) / (0,149 \cdot 0,80)^{2/3} \}^2$$

$$= 0,00266$$

Dipakai  $S = 0,0027$

Dimensi saluran  $h = 0,80 \text{ m}$  ;  $b = 0,28 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 2,7 per mil sudah memadai untuk saluran 11. Dimensi di lapangan adalah  $2,10 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  dengan kemiringan saluran 1 per mil.

#### c. Saluran 12

$$\text{luas } O_{12} \text{ seluas } (22,5 + 25) \text{ m} \times 1200 \text{ m} = 57000 \text{ m}^2 = 5,7 \text{ ha}$$

$$tc_2 = t_1 + t_2 + t_3$$

$$= L_1/v_1 + L_2/v_2 + L_3/v_3$$

$$tc_2 = 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90 + 1200 / 0,5 \text{ detik}$$

$$= 0,6533 \text{ jam}$$

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,6533} \right)^{2,3} = 7,0286 \text{ mm / jam}$$

Dengan melihat lampiran 12, hal 95 ( grafik curah hujan DIY ) maka debit yang dihasilkan  $7,0286 \text{ mm / jam}$  atau  $20,0314 \text{ lt/det/ha}$ .

Debit maksimum :

$$Q \text{ maks} = O \times \alpha \times \beta \times qt$$

$$= 5,7 \times 0,6079 \times 1 \times 20,0314$$

$$= 69,405 \text{ lt / det / ha}$$

$$= 0,069405 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Saluran : angka kekasaran manning  $n = 0,025$ ,  $S = 0,001$

Bentuk Empat Persegi dengan  $b = 70 \text{ cm}$  dan  $h = 210 \text{ cm}$  untuk saluran 12

Maka Jika  $b = 70/210 \text{ h} = 0,333 \text{ h}$

$$A = b \times h = 0,333 \text{ h} \times h = 0,333 \text{ h}^2$$

$$P = b + 2 \text{ h} = 0,333 \text{ h} + 2 \text{ h} = 2,333 \text{ h}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,333 \text{ h}^2}{2,333 \text{ h}} = 0,1427 \text{ h}$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} \cdot (0,1427 \text{ h})^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2}$$

$$= 0,3455 \text{ h}^{2/3}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,333 \text{ h}^2 = \frac{0,069405}{0,3455 \text{ h}^{2/3}}$$

$$0,1151 \text{ h}^{8/3} = 0,069405$$

$$0,1151 \text{ h}^{8/3} - 0,069405 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,83 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,333 \times 0,83 = 0,2764 \text{ m}$$

$$V = 0,3455 \times 0,83^{2/3}$$

$$= 0,3051 \text{ m/det}$$

Kontrol :  $v < 0,5 \text{ m/det}$

Dimensi yang ideal adalah :

$$V = 0,5 \text{ m/det} ; n = 0,025 ; R = 0,1427 \text{ h} ; \text{ dengan } h = 0,83 \text{ m ( dimensi awal )}$$

$S = \text{dicari}$

$$S = \left\{ \frac{(V \cdot n)}{R^{2/3}} \right\}^2 = \left\{ \frac{(0,5 \cdot 0,025)}{(0,1427 \cdot 0,83)^{2/3}} \right\}^2 = 0,00269$$

Dipakai  $S = 0,0027$

Dimensi saluran  $h = 0,83 \text{ m}$  ;  $b = 0,2764 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 2,7 per mil sudah memadai untuk saluran 12. Dimensi di lapangan adalah  $2,11 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$  dengan kemiringan saluran 1 per mil.

c. Saluran 13

$$\text{luas } O_{13} \text{ seluas } (22,5 + 25) \text{ m} \times 1212 \text{ m} = 57570 \text{ m}^2 = 5,7575 \text{ ha}$$

$$tc_2 = t_1 + t_2 + t_3$$

$$= L_1/v_1 + L_2/v_2 + L_3/v_3$$

$$tc_2 = 22,5 / 0,6 + 103,08 / 0,90 + 1212 / 0,5$$

$$= 2576,033 \text{ detik} = 42,8338 \text{ menit} = 0,7156 \text{ jam}$$

$$I = \frac{15,265}{24} \times \left( \frac{24}{0,7156} \right)^{2,33}$$

$$= 6,6135 \text{ mm / jam}$$

Dengan melihat lampiran 12, hal 95 ( grafik curah hujan DIY ) maka debit yang dihasilkan  $6,6135 \text{ mm / jam}$  atau  $18,849 \text{ lt/det/ha}$  .

Debit maksimum :

$$Q \text{ maks} = O \times \alpha \times \beta \times qf = 5,757 \times 0,6079 \times 1 \times 18,849$$

$$= 65,969 \text{ lt / det / ha} = 0,065969 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Saluran : angka kekasaran manning  $n = 0,025$ ,  $S = 0,001$

Bentuk Empat Persegi dengan  $b = 70 \text{ cm}$  dan  $h = 211 \text{ cm}$  untuk saluran 13

Maka Jika  $b = 70/211 \text{ h} = 0,332 \text{ h}$

$$A = b \times h = 0,332 \text{ h} \times h = 0,332 \text{ h}^2$$

$$P = b + 2 \text{ h} = 0,332 \text{ h} + 2 \text{ h} = 2,332 \text{ h}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,3 h^2}{2,332 h} = 0,1423 h$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot (R)^{2/3} \cdot (S)^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot (0,1423 h)^{2/3} \cdot (0,001)^{1/2} \\ &= 0,3447 h^{2/3} \end{aligned}$$

$$Q = A \times V ; A = \frac{Q}{V}$$

$$0,332 h^2 = \frac{0,065967}{0,3447 h^{2/3}}$$

$$0,1144 h^{8/3} - 0,065967$$

$$0,1144 h^{8/3} - 0,038496 = 0$$

Dicoba trial and error

$$h = 0,82 \text{ m} \approx 0$$

$$b = 0,332 \times 0,82 = 0,272 \text{ m}$$

$$V = 0,3447 \times 0,82^{2/3} = 0,3020 \text{ m/det}$$

Kontrol :  $v < 0,5 \text{ m/det}$

Dimensi yang ideal adalah :

$V = 0,5 \text{ m/det}$  ;  $n = 0,025$  ;  $R = 0,1423 \cdot h$  ; dengan  $h = 0,82 \text{ m}$  ( dimensi awal )

$S =$  dicari

$$\begin{aligned} S &= \left\{ \left( \frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2 \right. \\ &= \left\{ \left( \frac{0,5 \cdot 0,025}{(0,1423 \cdot 0,82)^{2/3}} \right)^2 \right. \\ &= 0,00274 \end{aligned}$$

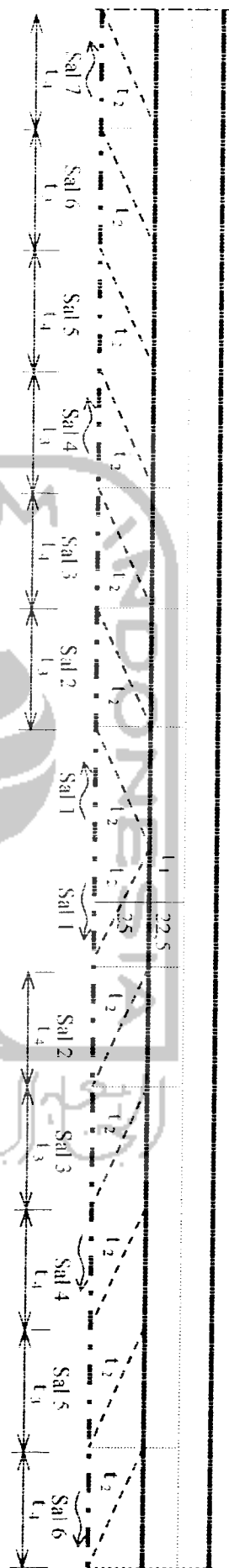
Dipakai  $S = 0,0028$

Dimensi saluran  $h = 0,82 \text{ m}$  ;  $b = 0,272 \text{ m}$  dan kemiringan saluran 2 8 per mil sudah memadai untuk saluran 13. Dimensi di lapangan adalah 2,11 m x 0,70 m dengan kemiringan saluran 1 per mil.

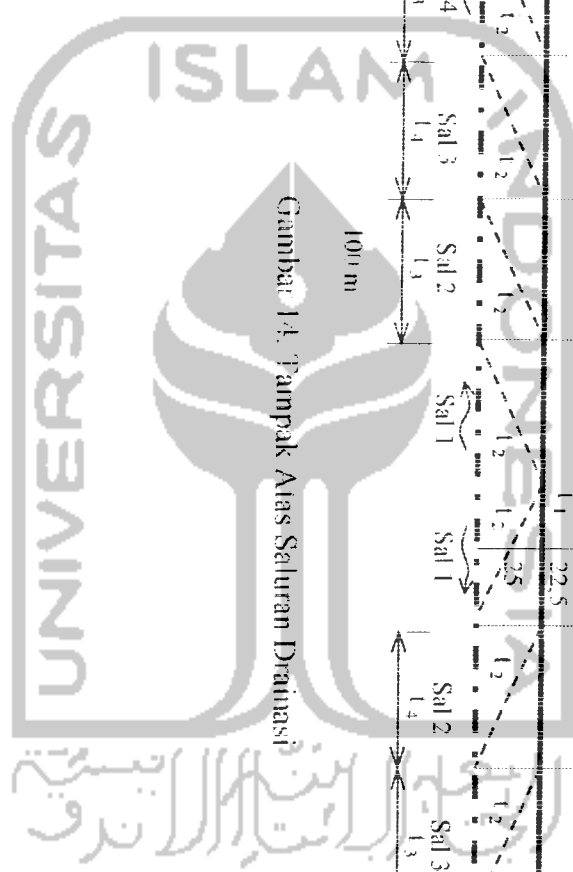


Tabel 10. Hasil Perhitungan Drainasi

No.	Dimensi Area ( m )	Luas Area ( ha )	Waktu ( jam )	Intensitas Hujan		Debit terjadi ( l/det )	Q tersedia ( l/det )	Dimensi Evaluasi ( cm )	Dimensi Lapangan ( cm )
				(mm/jam)	(l/det/ha)				
1.	47,5 x 160	0,475	0,04223	43,6394	120	35,921	350	42 x 29,4	100 x 70
2.	47,5 x 260	0,95	0,09778	24,9341	71,06	41,061	385	47 x 29,9	110 x 70
3.	47,5 x 300	1,425	0,1533	18,4756	52,66	45,608	420	51 x 29,7	120 x 70
4.	47,5 x 400	1,9	0,2089	15,0314	42,84	49,06	455	55 x 29,6	130 x 70
5.	47,5 x 500	2,375	0,26445	12,8449	36,61	52,856	490	59 x 29,5	140 x 70
6.	47,5 x 600	2,85	0,32	11,3117	32,24	55,856	525	63 x 29,4	150 x 70
7.	47,5 x 700	3,325	0,37556	10,1665	28,97	58,576	560	71 x 31,1	160 x 70
8.	47,5 x 800	3,8	0,43112	9,2732	26,43	61,054	595	73 x 30,2	170 x 70
9.	47,5 x 900	4,27	0,48667	8,5534	24,38	63,358	630	75 x 29,8	180 x 70
10.	47,5 x 1000	4,75	0,54223	7,9586	22,68	65,489	665	77 x 29,4	190 x 70
11.	47,5 x 1100	5,225	0,59778	7,4576	21,25	67,495	700	80 x 28	200 x 70
12.	47,5 x 1200	5,7	0,65334	7,0286	20,03	69,405	735	83 x 27,6	210 x 70
13.	47,5 x 1212	5,757	0,7158	6,6135	18,85	65,969	738,5	82 x 27,2	211 x 70



Gambar 14. Pampak Alas Saluran Drainasi



## BAB IV PEMBAHASAN

### Perkerasan Landas Pacu

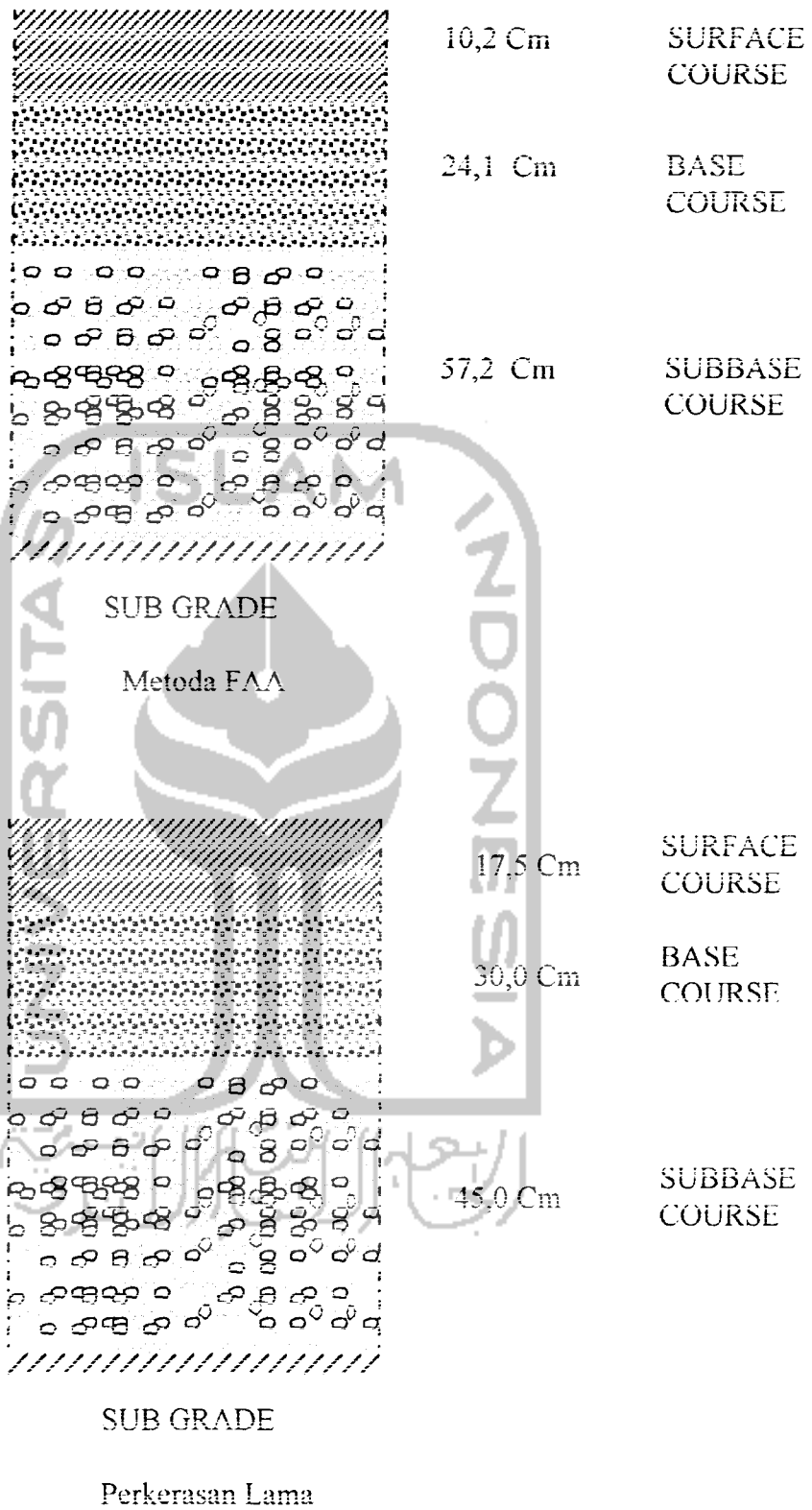
Pada saat ini terdapat beberapa metode perancangan perkerasan bandar udara seperti CBR, FAA dan LCN walaupun tidak ada satu metode perancangan yang dianggap standar oleh badan-badan dunia penerbangan ICAO.

Berdasarkan analisis perancangan yang telah dilakukan dengan metode FAA dan LCN dengan menggunakan data yang sama didapat hasil ketebalan perkerasan yang berbeda, seperti pada tabel berikut :

Tabel 11. Hasil perhitungan Perkerasan Metoda FAA, LCN dan Perkerasan lama.

Keterangan	Tebal Lapis Perkerasan ( cm )			
	Subbase Course	Base Course	Surface Course	Total Perkerasan
Metode FAA	57,2	24,1	10,2	91,5
Metode LCN	40,6	25,4	5,1	71,1
Perkerasan lama	45,0	30,0	17,5	92,5

Perbedaan hasil tersebut karena adanya perbedaan pengembangan dan penelitian dari masing-masing badan antara lain perbedaan asumsi dan parameter yang dipakai serta proses perancangannya. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 14.



Gambar 15. Tebal Lapis Perkerasan

Pada perancangan metode FAA digunakan ketetapan-ketetapan sebagai berikut:

- 1 Digunakan beban lepas landas maksimum ( MTOW ) dengan asumsi 95 % dari beban tersebut didukung oleh susunan roda pendaratan utama dan sisanya didukung roda depan.
- 2 Penetapan pesawat rencana berdasarkan perkiraan dari pesawat yang membutuhkan ketebalan perkerasan yang paling besar ditinjau dari besarnya nilai MTOW dan jumlah keberangkatan tahunan.
- 3 Grafik-grafik perancangan yang digunakan berdasarkan konfigurasi roda pendaratan.

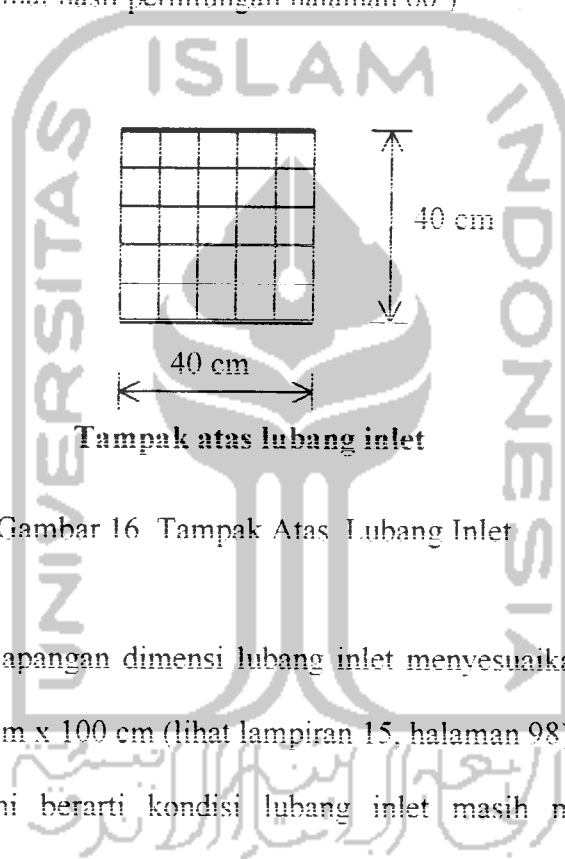
Pada perancangan metode LCN digunakan ketetapan-ketetapan sebagai berikut:

1. Dalam perancangan perkerasan landasan digunakan CBR Subgrade 6 % , CBR Subbase 20 % , CBR Base 80 %
2. Digunakan Kurva perencanaan perkerasan fleksibel untuk landasan berdasarkan nilai CBR dan LCN.
3. Digunakan grafik hubungan antara beban, tekanan ban dan kontak area berdasarkan nilai ESWL dan tekanan roda.
4. Berdasarkan analisis perancangan yang telah dilakukan dengan Metode FAA dan LCN, tebal maksimum perkerasan 91,5 cm (tabel 01) , sedangkan tebal lapis perkerasan lama 92,5 cm (lihat lampiran 3, halaman 86). Hal ini berarti landas pacu perkerasan lama masih mampu digunakan untuk pesawat rencana MD-11.

## Drainasi Lapangan Terbang

### 1. Dimensi Saluran Inlet

Saluran inlet dievaluasi untuk luas areal yang seragam yaitu  $4750 \text{ m}^2$  dengan panjang setiap 100 m. Dari hasil hitungan didapat nilai debit yang harus didrainasi melalui saluran inlet sebesar : 64,97 lt/det/ha digunakan bentuk bujur sangkar dengan lubang-lubang 50 % dengan ukuran 0,40 m x 0,40 m ( lihat hasil perhitungan halaman 60 )



Gambar 16 Tampak Atas Lubang Inlet

Pada lapangan dimensi lubang inlet menyesuaikan saluran outlet dengan dimensi 100 cm x 100 cm (lihat lampiran 15, halaman 98) untuk drainasi tertutup.

Hal ini berarti kondisi lubang inlet masih memenuhi syarat dalam menerima limpasan hujan dari runway

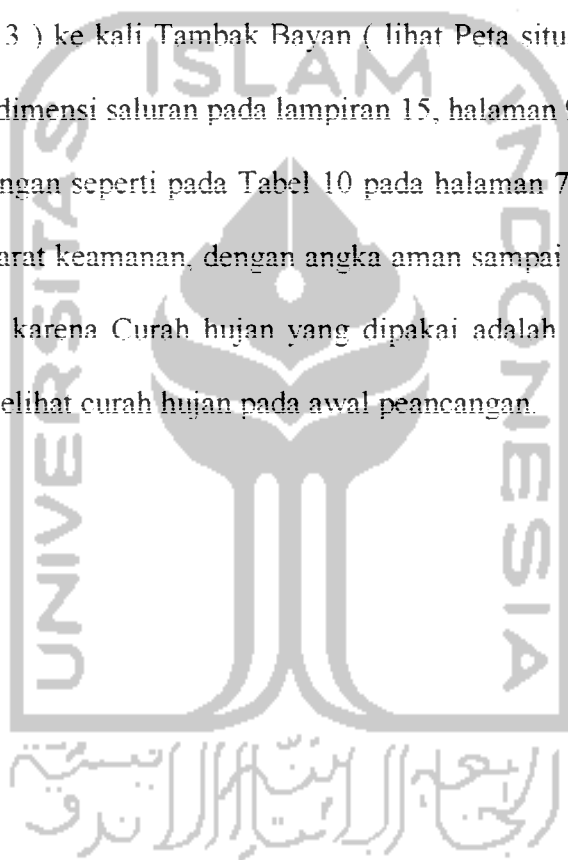
### 2. Dimensi Saluran outlet ( Pembuangan )

Di lapangan, saluran pembuangan menggunakan saluran tertutup dengan dimensi yang seragam yaitu lebar saluran 70 cm, tetapi tinggi saluran berubah

dengan penurunan 10 cm setiap 100 m. sebagai contoh : untuk saluran 01 yang terletak disebelah barat Apron AU, tinggi saluran ( kedalaman saluran = 100 cm ) sampai saluran 02, maka kedalaman menjadi 110 cm Hal ini berarti saluran 12 kedalamannya menjadi 210 cm.

Baik saluran di sebelah timur Apron AU ( yaitu saluran 01 sampai saluran 07 ) ke kali Kuning, atau saluran di sebelah barat Apron AU ( yaitu saluran 01 sampai saluran 13 ) ke kali Tambak Bayan ( lihat Peta situasi pada lampiran 16, halaman 99 dan dimensi saluran pada lampiran 15, halaman 98 ).

Hasil perhitungan seperti pada Tabel 10 pada halaman 74, semua saluran outlet memenuhi syarat keamanan, dengan angka aman sampai sekitar 8 kali. Hal ini bisa saja terjadi, karena Curah hujan yang dipakai adalah Curah hujan 5 tahun terakhir, tanpa melihat curah hujan pada awal peancangan.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

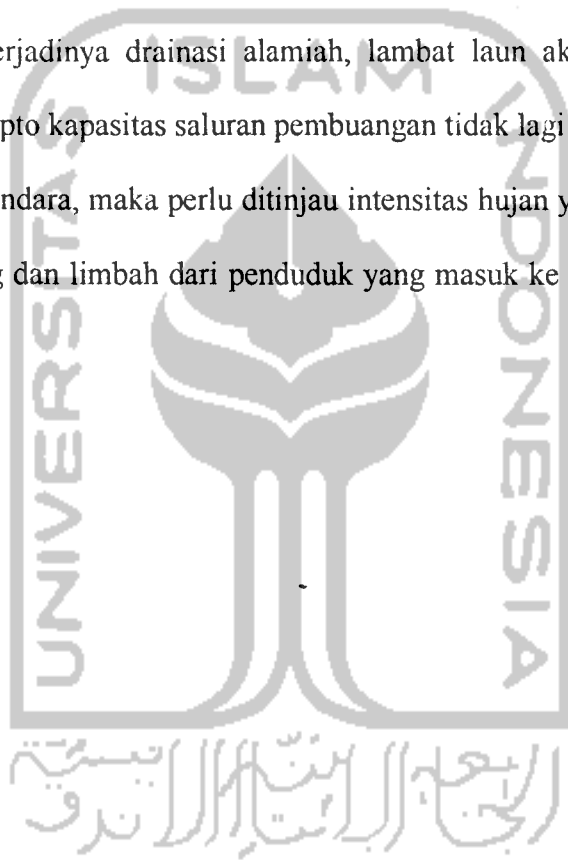
Dari hasil evaluasi ketebalan perkerasan dan sistem drainasi, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perancangan dengan Metode FAA dan LCN menghasilkan ketebalan lapis Perkerasan yang berbeda.
2. Faktor yang mempengaruhi perbedaan hasil perancangan adalah asumsi, parameter dan prosedur perancangan yang digunakan.
3. Lapis perkerasan landas pacu dapat digunakan untuk pesawat berbadan lebar seperti MD-11.
4. Kondisi topografi di sekitar lapangan terbang Adisutjipto masih memungkinkan terjadinya drainasi secara alami.
5. Pendimensian penampang saluran drainasi baik untuk lubang-lubang inlet maupun outlet masih mampu menampung jumlah air limpasan yang terjadi. Ditinjau dari ukuran dimensi penampang saluran, maka ukuran yang dipakai cukup ekonomis dikaitkan dengan debit air yang dialirkan.



## 5.2. Saran

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam perancangan ketebalan perkerasan dengan menggunakan metoda perancangan yang sesuai dengan kondisi bandara di Indonesia dengan mempertimbangkan faktor geografis.
2. Dengan melihat kondisi topografi di sekitar bandara Adisutjipto yang masih mampu untuk terjadinya drainasi alamiah, lambat laun akan terjadi, disekitar Bandara Adisutjipto kapasitas saluran pembuangan tidak lagi mampu menampung limpasan dari Bandara, maka perlu ditinjau intensitas hujan yang terjadi untuk 10 tahun mendatang dan limbah dari penduduk yang masuk ke saluran pembuangan akhir ( sungai ).



## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki. H, 1985, MERANCANG, MERENCANA LAPANGAN TERBANG, Alumni, Bandung.
- Hadihardjaja. J, 1997, DRAINASE PERKOTAAN, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Horonjeff . R, and Francis X. Mc Kelvey, 1994, PLANNING AND DESIGN OF AIRPORT, 4<sup>th</sup> Ed. Mc Graw Hill, New York
- Horonjeff. R and Francis X. Mc Kelvey, 1993, PERENCANAAN DAN PERANCANGAN BANDAR UDARA Jilid 1, Edisi Ketiga,, Erlangga, Jakarta.
- Horonjeff. R and Francis X. Mc Kelvey, 1993, PERENCANAAN DAN PERANCANGAN BANDAR UDARA Jilid 1, Edisi Ketiga,, Erlangga, Jakarta.
- Pranoto D.P., 1998, LALU LINTAS DAN LANDAS PACU BANDAR UDARA, Penerbitan Universitas Atmajaya, Yogyakarta
- Projopangarso. H, 1987, DRAINASI, Laboratorium P4S, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta..
- , 1970, AIRPORT DRAINAGE, Advisory Circular, Departement of Transportation, Federal Aviation Administration.

PT (PERSERO) ANGKASA PURA I  
BANDAR UDARA ADISUTJIPTO  
YOGYAKARTA

### SPEKIFIKASI BANDAR UDARA

- A. NAMA : Bandara : Adisutjipto  
Telepon : (0274) 512144, 560108, 560179  
Telex : 25172  
Facsimile: 560155  
Alamat : Jl. Solo Km. 9 Yogyakarta.
- B. KLASIFIKASI BANDARA : Klas IB
- C. LOKASI / LUAS : 07,47 LS - 110,26 BT / areal = 88.690 m<sup>2</sup>.
- D. ELEVASI : 107 m.
- E. KODE ICAO / IATA : ICAO = WIIJ / IATA = JOG
- F. JAM OPERASI : 06.00 - 21.00 WIB.
- G. JARAK DARI KOTA : 9 Km.
- H. LANDASAN : Sebutan : RWY 09 / RWY 27  
Sudut Magnetik: 08,6 / 26,8  
Ukuran : 2.200 x 45 m.  
Kekuatan : PCN 38 FCXT.  
Permukaan : Asphalt concrete.
- I. APRON : Kekuatan : 110.000 lbs.  
Permukaan : Asphalt concrete.  
Kapasitas : 8 parking standart B-737 dan sejenisnya.  
Luas : Aspal beton = 14.749 m<sup>2</sup>.  
Semen concrete = 123,41 m<sup>2</sup>.
- J. TERMINAL : Domestik (Kedatangan dan keberangkatan),  
Luas = 4.480 m<sup>2</sup>.
- K. JALAN DAN PARKIR : Jl. Umum dan parkir = 2.241 m<sup>2</sup>.
- L. FASILITAS PENGAMANAN / AUDIO VISUAL & KOMPUTER: X'Ray, Walkthrough, Handy metal detector, Explosive detector, PAS, PABX.
- M. CATU DAYA LISTRIK : PLN : 555 KVA.  
Standby genset: 500 dan 250 KVA.  
UPS : nil.
- N. FASILITAS KOMUNIKASI : ADC, APP, Facsimile, Automatic Massage Switching Center, Telex (Visat), Direct Speech (Visat), TTY, Radio komunikasi (SSB).
- O. PKP-PK : Disyaratkan = CAT 7.  
Tersedia = CAT 7.
- P. ALAT BANTU NAVIGASI : NDB, ILS, DVOR, DME, ATIS, RVR.
- Q. VISUAL AIDS : Runway Light, Pals CAT 1, SQFL, Threshold Vasi, Approach Light, Landing T, Taxiway.
- R. PELAYANAN METEO : Pengamatan = ada.  
Prakiraan = ada.  
Radio & Telekomunikasi = ada.
- S. MEKANIKAL / AIR : Sumur gali, kapasitas total = 60 liter / detik.  
AC Control = 2.619.400 BTU/H.  
Conveyor = 4 unit.  
Mower = 2 unit.  
Alat Besar = 2 unit.
- T. TRANSPORTASI : Taxi.
- U. FASILITAS PENUNJANG : Bea cukai, Karantina hewan / tumbuhan, imigrasi (on call), Gedung Cargo, DPPU Pertamina.
- V. PELAYANAN UMUM : Money Changer, Restoran, Telepon Umum, Waving Galery.

**PRA RENCANA  
PENGEMBANGAN TERMINAL TERPADU DAN BANDARA ADI SUTJIPTO  
YOGYAKARTA**

**A. Kondisi Teknis Bandar Udara Saat Ini**

1. Koordinat geografis : 07°47' S – 110°28' E
2. Elevasi : 107 meter di atas MSL
3. Letak : ± 8 km arah Timur Yogyakarta
4. Panjang Landas Pacu : 2.200 meter
5. Lebar Landas Pacu : 45 meter (kategori 4 E)
6. Daya Dukung : PCN 40 / F / B / Y / T
7. Pesawat Kritis : B - 737 – 500
8. Tebal Perkerasan Landas Pacu : 92 cm
8. Air Strip : 150 meter
9. Luas Apron Total : 27.090 m<sup>2</sup> ( 86 m x 315 m)
10. Luas Taxiway : 3.075 m<sup>2</sup> ( 30 m x 102,50 m)
12. Luas Terminal : 5.223,94 m<sup>2</sup>
13. Alat Bantu Pendaratan : ILS, Radar, NDB, DVOR, DME, CCR, Hazard Beacon

**B. Lalulintas Angkutan Udara**

1. Volume penumpang angkutan udara 1998 : 510.035 orang
2. Prediksi penumpang angkutan udara 2010 : 1.500.000 orang
3. Pesawat kritis rencana : MD - 11

**C. Kebutuhan Fasilitas Terminal Terpadu**

1. Konsep pengembangan fasilitas terpadu bandar udara Internasional, angkutan kereta api dan angkutan jalan raya (lihat gambar pra rencana terlampir)
2. Panjang Landas Pacu : 2.600 meter
3. Lebar Landas Pacu : 45 meter (kategori 4 E)
3. Daya Dukung Landasan : PCN 58 / F / B / Y / T (Full-capacity)
4. Tebal Landas Pacu : 117 cm
5. Overlay Landasan Lama setebal : 25 cm
6. Perpanjangan Arah Landasan : ke arah Barat (R/W 09)

## Data Landas Pacu Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta

No	Data Landas Pacu	Kondisi
1	Konfigurasi	Single Runway
2	Pelayanan	Kedatangan & Keberangkatan
3	Lokasi	RWY 09 / RWY 27
4	Elevasi	107 m.
5	Surface Course	Asphalt Concrete = 12.5 cm. Asphalt Penetration = 5 cm.
6	Base course	Crushed Base Stone = 30 cm
7	Subbase Course	Granular / Crushed Stone = 45 cm.
8	Subgrade	Tanah Asli / Galian
9	Lebar	45 m.
10	Panjang landasan	Runway = 2200 m. *Overrun = 60 m.
11	Effective Gradient	0.1736 %
12	Longitudinal Slope	
	Sta. 000 - 059	- 0.010 % s.d. - 0.760 %
	Sta. 059 - 232	+ 0.032 % s.d. + 0.980 %
	Sta. 232 - 370	- 0.010 % s.d. - 0.960 %
13	Maximum Slope Changes	0.42 %
14	Distance Between Slope Changes	
	Sta 000 - 059	295 m.
	Sta 059 - 232	865 m.
	Sta 232 - 370	690 m.
15	Transverse Slope	1.5 % (sisi utara & selatan)

Sumber: Departemen Perhubungan DIY [1995]

**KARAKTERISTIK PESAWAT MD-11**

1. Nama Pabrik : Mc Donnell- Douglas
2. Bentang sayap : 170'06"
3. Panjang pesawat : 201'04"
4. Jarak roda : 80'09"
5. Tekanan roda : 206 Psi
6. Jarak antar roda pendaratan : 35'00"
7. Nose Gear : 5,6 %
8. Type gear : double dual tandem
9. Jumlah dan type mesin : 3 TF
10. Muatan maksimum penumpang : 323 – 410
11. Berat bahan bakar ( pon ) : 400.000
12. Berat kosong operasi ( pon ) : 285.846
13. Berat pendaratan maksimum ( pon ) : 430.000
14. Berat lepas landas struktur maksimum ( pon ) : 602.000



**PT (PERSERO) ANEKASA PURA I**

**KANTOR CABANG**

**BANDAR UDARA ADISUTJIPTO - YOGYAKARTA**

Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta 55292, Jl. Solo Km. 6 Temp. (0271) 512143, 512144, 550104, 550179 Telex : 25172, Kolak pos No. 2 17, Filipina, PAB 1 950 000

**JADWAL PENERBANGAN REGULER**

MULAI BERLAKU : 1 NOPEMBER 1999 S/D 20 MARET 2000

KEDATANGAN / ARRIVAL				KEBERANGKATAN / DEPARTURE					KETERANGAN
DAIRY	NO FLIGHT	JAM	KE	ASAL	NO FLIGHT	JAM	KE	PSWT	REMARK
DAY	FLIGHT	TIME	FROM	TO	FLIGHT	TIME	TO	A/C	TARI
JAKARTA	GA-200	7.35	DAILY	JAKARTA	GA-200	6.50	DAILY	B737	(Y) ECONOMY 100.000
JAKARTA	GA-201	9.40	DAILY	JAKARTA	GA-201	13.30	DAILY	B737	(C) EXECUTIVE 100.000
JAKARTA	GA-204	14.10	DAILY	JAKARTA	GA-204	17.35	DAILY	B737	
JAKARTA	GA-206	15.35	DAILY	JAKARTA	GA-206	18.30	DAILY	B737	
JAKARTA	GA-212	16.50	DAILY	JAKARTA	GA-212	19.30	DAILY	B737	
DENPASAR	GA-241	8.10	DAILY	DENPASAR	GA-241	8.30	DAILY	B-737/500	RP.420.000 Y,RP.174.000 C
DENPASAR	GA-245	11.40	DAILY	DENPASAR	GA-245	14.50	DAILY	B-737/500	
DENPASAR	GA-249	17.50	DAILY	DENPASAR	GA-249	16.30	DAILY	B-737/500	
MATARAM	GA-421	13.55	DAILY	MATARAM	GA-421	10.20	DAILY	B-737/300	RP.527.200 Y,RP. 710.900 C
SURABAYA	MZ331	17.15	...	SURABAYA	MZ 330	6.30	...	F-27	RP.241.200,-
TENBON SUB	MZ 510	11.15	2 3 4 5 6	SUBBPN TRK	MZ 515	6.30	2 3 4 5 6	F-28	
JAKARTA	PAS-525	7.00	...4...	JAKARTA	PAS-525	17.00	...4...	F-70	CHARTER FLT
BALIKPAPAN	PAS-525	16.15	...4...	BALIKPAPAN	PAS-525	7.45	...4...	F-70	CHARTER FLT

1 = MON 2 = TUE 3 = WED 4 = THU 5 = FRI 6 = SAT 7 = SUN

DIREKTOR

PT (PERSERO) ANGKASA PURA I  
 BANDARA ADISUTJIPTO  
 YOGYAKARTA

DATA LALU - LINTAS ANGGKUTAN UDARA  
 TAHUN 1990 - TAHUN 2000

NO	TAHUN	PESAWAT		PENUMPANG			BARANG		BAGASI		POS		Σ%0
		DATANG	BERANGKAT	DATANG	BERANGKAT	TRANSIT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	BONGKAR	MUAT	
1	1990	2,443	2,442	276,984	291,491	4,555	1,742,602	1,676,658	604,042	437,076	452,781	343,285	
2	1991	4,962	4,973	297,108	322,891	12,026	1,191,262	1,788,689	982,555	626,208	484,532	365,105	
3	1992	6,286	6,363	370,238	378,782	34,191	1,959,209	1,792,037	930,428	674,414	552,282	417,879	
4	1993	7,164	7,172	487,602	499,461	43,280	2,891,280	3,045,618	1,479,401	745,505	220,912	346,238	
5	1994	8,877	8,844	583,348	584,169	45,351	3,682,523	3,696,982	1,573,323	707,861	227,177	343,162	
6	1995	10,036	10,029	565,537	570,503	46,039	4,212,391	4,400,513	1,650,863	1,013,083	258,624	460,788	
7	1996	10,001	9,997	617,879	608,743	41,818	4,422,014	4,718,894	1,951,934	1,809,814	314,546	526,488	
8	1997	9,002	9,002	543,033	538,371	35,361	4,023,261	4,294,327	1,949,493	1,090,009	343,027	512,441	
9	1998	5,048	5,047	258,777	251,155	47,749	866,201	1,252,969	2,239,181	2,220,341	415,662	553,949	
10	1999	3,156	3,162	175,987	170,165	82,646	711,953	1,151,201	1,641,110	1,586,321	529,580	578,585	
11	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	JUMLAH	66,995	67,031	4,176,373	4,215,731	383,016	25,822,696	27,817,896	#####	10,910,632	3,789,123	4,447,930	

KETERANGAN : DATA 1997 ( JAN UARI S/D NOPEMBER )  
 DATA 1999 ( PER 7 NOPEMBER 1999)



**PEMERIKSAAN HUJAN**  
TAHUN 19 95

STASIUN HUJAN  
No. 506

Tempat pemeriksaan ..... ADISUTJIPTO ..... Tinggi diatas muka laut ..... 120 ..... meter  
Kecamatan ..... DEPOK ..... Kabupaten ..... CLEMAN .....  
Letaknya tempat pemeriksaan ..... 3 ..... km sebelah ..... TIMUR ..... dari Kantor  
Camat ..... DEPOK .....

**HUJAN DALAM MILIMETER**

Tanggal menakar	Jan.	Febr.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	
1	8.3	31.8	40.8	23.4	1.3	-	-	-	-	-	1.0	51.6	
2	40.2	3.3	41.7	21.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	
3	8.0	1.4	0.1	5.2	2.0	-	-	-	0.6	-	-	11.2	
4	21.9	68.0	7.6	-	-	-	4.0	-	-	-	-	0.6	
5	3.6	-	-	2.5	10.8	-	-	-	-	-	-	6.2	
6	61.5	31.1	0.4	8.3	-	16.6	-	-	-	-	-	1.8	
7	15.1	24.3	12.6	-	-	-	-	-	-	0.1	-	62.7	
8	57.4	39.0	6.0	2.6	-	6.2	0.1	-	-	-	5.4	97.9	
9	0.6	83.7	-	1.0	-	10.2	5.2	-	-	-	6.1	8.0	
10	20.0	7.1	-	9.0	-	7.4	0.4	-	-	-	1.6	0.7	
11	35.2	12.4	0.4	4.2	4.7	-	13.2	-	-	17.1	9.0	3.2	
12	16.7	37.2	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	0.4	
13	2.6	-	26.8	-	-	-	-	-	-	-	13.0	32.4	
14	27.0	28.5	45.4	-	-	-	-	-	-	-	-	25.3	
15	7.5	0.4	1.6	-	-	16.0	-	-	-	8.6	8.7	0.5	
16	-	19.0	0.8	0.4	-	3.7	-	-	-	20.2	121.0	6.1	
17	52.6	-	-	5.7	-	-	-	-	-	6.7	5.1	6.0	
18	23.0	-	9.7	55.0	-	-	-	-	-	-	14.6	-	
19	12.4	14.3	40.1	1.3	-	30.1	-	-	-	5.5	39.5	-	
20	43.3	72.0	5.1	-	6.0	19.1	-	-	1.0	-	9.5	3.5	
21	31.4	18.6	-	-	-	14.6	0.6	-	-	1.9	108.8	4.1	
22	22.9	-	5.4	-	-	10.1	-	-	-	-	3.0	3.3	
23	-	1.5	7.2	-	-	-	-	-	-	-	49.0	12.7	
24	6.8	10.1	18.5	-	-	-	-	-	-	1.6	59.8	11.0	
25	52.7	41.7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	2.5	
26	15.6	1.0	-	-	-	0.5	-	-	-	-	66.0	-	
27	-	64.3	33.2	-	-	-	-	-	-	-	0.2	12.0	
28	-	0.3	23.2	2.2	-	21.6	-	-	-	1.6	9.3	-	
29	12.1	-	1.1	3.7	-	-	-	-	-	-	3.1	-	
30	13.4	-	-	85.2	4.1	-	-	-	0.1	-	13.8	-	
31	-	-	1.3	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	
Jumlah	611.8	611.0	329.0	231.0	30.4	156.1	23.5	-	1.7	63.3	570.8	363.7	Σ = 2
Banyaknya Hari Hujan	26	23	22	16	8	12	6	-	3	9	23	23	Σ = 1

Alamat

SUBSI METEOROLOGI  
LANUD ADISUTJIPTO  
TODYAKAKTA

Pemeriksa:

29923



SUMARDI

SERTU NKP 512260

PEMERIKSAAN HUJAN

TAHUN 19 96

STASIUN HUJAN  
No. 50 G

Tempat pemeriksaan ..... ADISUTJIPRO ..... Tinggi diatas muka laut ..... 120 ..... meter  
 Kecamatan ..... BEPOK ..... Kabupaten ..... SLEMAN .....  
 Letaknya tempat pemeriksaan ..... 0 ..... km sebelah ..... TIMUR ..... dari Kantor  
 Camat ..... BEPOK .....

HUJAN DALAM MILIMETER

Tanggal menakar	Jan.	Febr.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	
1	-	-	12,4	0,9	-	-	1,2	-	-	-	-	10,1	
2	28,2	12,2	0,3	-	-	-	-	-	-	7,4	-	66,0	
3	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	48,8	-	3,5	
4	8,2	-	0,8	-	-	-	-	-	-	1,3	3,2	-	
5	2,6	0,5	5,8	-	-	-	-	-	-	9,8	1,0	69,9	
6	6,8	1,3	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	14,8	
7	0,3	6,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	9,0	
8	-	9,1	15,6	-	-	-	-	-	-	0,6	10,4	-	
9	2,7	50,9	-	-	-	-	-	-	-	2,7	0,6	8,3	
10	-	3,8	-	3,0	-	-	-	3,1	-	-	6,3	12,6	
11	2,4	1,4	0,8	-	-	-	-	0,4	-	-	-	52,4	
12	1,1	48,5	18,3	17,2	-	0,2	-	-	-	-	-	38,3	
13	8,9	16,6	1,9	-	-	-	-	3,8	-	-	-	47,8	
14	17,0	19,3	0,6	6,1	-	-	-	1,2	-	-	-	39,2	
15	-	9,1	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	21,8	
16	27,8	1,2	7,8	0,4	-	-	-	5,5	-	-	4,3	5,0	
17	0,2	0,3	-	20,4	21,3	-	-	-	-	-	10,0	3,8	
18	64,8	-	-	27,2	-	-	-	-	-	-	35,2	21,0	
19	-	2,5	6,3	1,1	-	-	-	-	-	-	10,3	3,5	
20	1,0	35,9	13,5	8,7	-	-	-	-	-	23,2	4,0	0,2	
21	2,7	2,8	-	5,4	-	-	-	-	-	-	111,6	-	
22	13,6	2,9	4,2	4,9	-	-	-	-	-	-	1,9	2,0	
23	18,8	4,5	5,4	-	-	-	-	-	-	-	51,5	1,2	
24	16,8	-	13,4	-	-	-	-	-	-	-	24,1	-	
25	2,6	4,7	43,0	-	-	-	-	-	-	23,2	-	-	
26	32,8	0,6	-	-	-	-	-	-	-	13,8	-	4,4	
27	20,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,2	
28	5,8	0,8	4,6	-	-	0,4	-	2,3	-	-	-	-	
29	4,7	12,9	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,3	0,6	16,6	
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,7	-	-	
Jumlah	309,1	248,0	156,1	94,9	21,3	0,6	1,2	16,3	-	158,0	276,0	467,6	$\Sigma = 1795,0$
Banyaknya Hari Hujan	24	23	19	11	1	2	1	6	-	12	16	23	$\Sigma = 127$

Alamat

Pemeriksa

SUBSI METEOROLOGI  
 LAPUD ADISUTJIPRO  
 JOYAKARTA  
 55002.

*Sugianto*

SUGIYANTO

REKOR NRP 509681

2280

## PEMERIKSAAN HUJAN

TAHUN 1997

STASIUN HUJAN

No. 507

Tempat pemeriksaan . ADI. SUT. J.P.T.O..... Tinggi diatas muka laut .... 12.0..... meter  
 Kecamatan ..... D.E.P.O.K..... Kabupaten .... SLEMAN.....  
 Letaknya tempat pemeriksaan ..... 8..... km sebelah ..... T.I.M.U.R..... dari Kantor  
 Camat ..... D.E.P.O.K.....

## HUJAN DALAM MILIMETER

Tanggal menakar	Jan.	Febr.	Maret	April	Mai	Juni	Juli	Agus.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	-	-	3,1	-	5,6	-	-	-	-	-	-	-
2	62,9	8,6	4,6	-	0,2	-	-	-	-	-	-	1,0
3	-	7,4	13,6	-	-	-	-	-	-	-	-	22,5
4	27,6	7,0	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6
5	34,4	6,2	1,2	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	5,5	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	8,8	1,0	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	12,2	0,6	-	6,4	0,1	-	-	-	-	-	-	12,7
9	-	18,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,2
10	1,2	9,6	-	-	0,5	-	-	-	-	-	7,8	-
11	3,6	-	3,2	8,3	29,8	-	-	-	-	-	-	-
12	-	0,6	-	38,8	2,7	-	-	-	-	-	-	13,8
13	-	72,2	-	28,0	-	-	-	-	-	-	-	58,4
14	14,8	0,7	-	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-
15	22,8	-	-	4,8	8,3	-	-	-	-	-	-	2,0
16	11,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	5,2	8,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	21,0	2,4	-	13,8	-	-	-	-	-	-	-	-
19	0,2	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-
20	6,8	-	-	5,3	-	-	-	-	-	-	0,6	-
21	0,8	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,8
22	7,3	-	0,6	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,2
23	9,7	1,9	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
24	12,4	5,5	16,5	-	-	-	-	-	-	-	-	30,6
25	4,3	15,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,0
26	50,5	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,2
27	13,0	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	11,8	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	15,0
29	-	-	5,2	-	-	-	-	-	-	-	4,7	22,0
30	-	-	-	13,5	-	-	-	-	-	-	3,0	1,8
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	343,2	187,7	65,6	196,5	47,2	-	-	-	-	-	19,1	237,8
Banyaknya Hari Hujan	21	21	12	12	7	-	-	-	-	-	6	16

Alamat

Pemeriksa:

**PEMERIKSAAN HUJAN**  
TAHUN 19 98

STASIUN HUJAN  
No. 509

Tempat pemeriksaan ADI-SUTJIPTO Tinggi diatas muka laut 120 meter  
Kecamatan DEPOK Kabupaten SLEMAN  
Letaknya tempat pemeriksaan km sebelah 8 KM SEBELAH TIMUR dari Kantor  
Camat DEPOK, SLEMAN, YOGYAKARTA

**HUJAN DALAM MILIMETER**

Tanggal menakar	Jan.	Febr.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	-	44.4	43.0	03.6	0.4	-	-	11.3	-	-	22.3	14.9
2	-	-	49.6	7.9	10.6	-	1.6	-	-	0.4	11.4	01.4
3	-	07.0	1.8	7.7	-	47.2	-	0.3	-	-	22.6	11.4
4	-	14.0	-	0.4	-	9.0	-	-	-	-	1.7	07.8
5	-	37.0	22.8	-	1.0	-	-	-	-	-	-	03.7
6	-	66.7	19.0	-	-	-	0.5	-	-	7.5	8.3	-
7	25.6	25.2	9.3	4.0	-	-	9.0	7.6	-	14.9	3.1	-
8	01.8	14.5	-	78.0	-	-	2.6	-	-	14.8	-	-
9	05.6	-	1.4	-	-	-	4.2	-	-	-	-	-
10	44.4	0.8	40.4	20.8	1.2	-	-	-	1.4	-	18.6	05.9
11	0.2	0.5	15.8	3.8	-	-	-	-	-	1.2	11.7	04.6
12	-	0.8	5.2	35.4	17.6	-	43.8	-	-	0.4	-	-
13	-	6.1	0.4	1.7	10.7	-	26.6	0.0	-	-	-	05.8
14	-	35.1	3.6	18.2	-	37.6	-	-	-	-	3.7	-
15	01.2	11.2	1.0	17.4	-	7.5	-	-	-	-	2.4	-
16	02.6	64.7	39.3	-	-	105.6	-	-	-	0.4	2.6	-
17	16.4	31.6	-	-	-	1.2	-	-	1.6	1.2	77.7	09.6
18	12.7	2.7	1.2	-	-	11.5	-	-	-	12.0	-	06.3
19	-	11.0	1.0	20.6	-	7.5	1.1	-	-	3.6	10.2	22.02
20	-	-	39.0	1.2	-	-	-	-	-	32.6	19.5	-
21	38.0	9.2	-	32.9	-	1.4	-	-	-	54.4	15.2	29.6
22	01.3	20.0	-	-	-	3.2	-	-	-	26.2	-	01.8
23	-	58.0	0.8	8.1	-	0.3	6.6	-	-	-	0.6	05.9
24	-	2.5	26.2	11.4	-	-	-	-	-	31.2	-	-
25	-	-	2.7	-	-	-	2.8	-	6.1	46.2	0.4	04.6
26	-	9.0	-	52.2	-	-	9.8	-	1.6	0.5	-	09.9
27	-	38.5	-	15.2	18.3	-	-	-	13.8	-	-	19.7
28	16.5	17.5	16.4	-	-	-	45.8	-	3.0	-	43.7	09.1
29	-	-	-	1.2	-	3.2	1.2	-	-	4.4	20.2	04.2
30	42.0	-	-	14.2	-	-	3.2	-	-	-	-	-
31	20.0	-	-	-	-	5.0	2.4	-	-	42.6	-	28.6
Jumlah	228.3	546.0	338.4	355.9	59.8	234.2	161.2	23.2	27.5	294.7	284.5	206.8
Banyaknya Hari Hujan	14	24	21	21	7	13	15	4	6	18	20	20

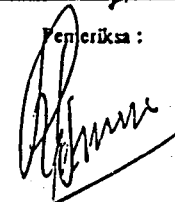
276

17

15.88

Alamat  
**METEOROLOGIE**  
**LANUD ADISUTJIPTO**  
**YOGYAKARTA**

Pemeriksa :

  
**EX RISMONO**  
**SERKA NRP 509638**

PEMERIKSAAN HUJAN  
TAHUN 1999

STASIUN Hujan  
No 50 G

Tempat pemeriksaan ..... ACISUTJIPTO ..... Tinggi diatas muka laut ..... 120 ..... meter  
 Kecamatan ..... DEPOK ..... Kabupaten ..... SLEMARI .....  
 Letaknya tempat pemeriksaan ..... 3 ..... km sebelah ..... TIMUR ..... dari Kantor  
 Camat ..... DEPOK .....

HUJAN DALAM MILIMETER

Tanggal menerima	Jan.	Febr.	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agus.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	29,0	10,7	9,8	3,8	10,7	-	-	-	-	-	14,5	-
2	38,0	-	-	7,6	4,8	-	-	-	-	-	46,9	-
3	74,5	-	1,4	-	-	-	-	0,3	-	-	48,0	-
4	6,6	26,0	2,4	-	-	-	1,1	-	-	-	44,8	28,1
5	-	23,6	-	6,0	3,2	-	36,8	-	-	-	1,0	3,0
6	-	12,1	3,6	0,3	-	-	-	-	-	-	4,1	4,2
7	-	0,3	8,4	12,6	-	5,4	-	-	-	-	-	-
8	0,7	-	35,0	-	0,5	-	-	-	0,6	-	-	1,3
9	34,0	23,7	-	-	16,2	-	-	-	-	-	0,4	6,7
10	2,6	7,0	9,0	-	-	-	-	-	-	-	-	25,2
11	9,0	-	9,0	-	-	3,5	-	-	-	2,4	10,1	37,9
12	-	-	3,7	-	52,6	-	-	-	-	-	-	2,2
13	-	-	25,3	9,2	-	-	-	-	-	0,7	-	75,2
14	-	40,3	12,2	16,0	-	-	-	-	-	3,2	48,8	64,2
15	25,1	1,4	0,1	2,4	-	-	-	-	-	34,6	-	-
16	38,6	12,2	62,1	9,6	-	-	-	-	-	4,0	4,0	1,7
17	-	-	7,8	89,1	-	-	-	-	-	-	0,3	-
18	-	4,2	3,7	6,7	-	-	-	-	-	-	-	0,3
19	1,8	-	37,7	7,1	-	-	-	-	-	-	0,2	-
20	32,2	15,2	2,3	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4
21	0,3	30,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0
22	0,2	19,7	20,8	-	-	-	-	-	-	-	3,2	1,8
23	-	22,1	-	-	-	-	-	-	-	-	67,6	-
24	31,0	17,3	18,6	-	-	-	-	0,3	-	-	26,4	7,2
25	5,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,0	13,2
26	4,7	2,2	0,7	-	-	-	12,0	-	39,6	-	1,0	13,7
27	4,4	19,3	4,2	15,5	-	7,6	-	-	7,8	27,6	-	-
28	21,2	15,9	3,0	7,0	-	12,5	-	-	-	28,6	-	-
29	-	-	15,2	-	-	-	-	-	-	0,8	-	5,3
30	1,2	-	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
31	14,3	-	1,6	-	-	-	-	-	-	3,3	-	7,8
Jumlah	375,6	312,9	471,5	275,6	88,0	29,0	49,9	0,6	48,0	101,6	357,3	316,4
Banyaknya Hari Hujan	21	19	24	15	6	4	3	2	3	9	17	20

Abadi:

Pemeriksa:

*[Handwritten signature]*

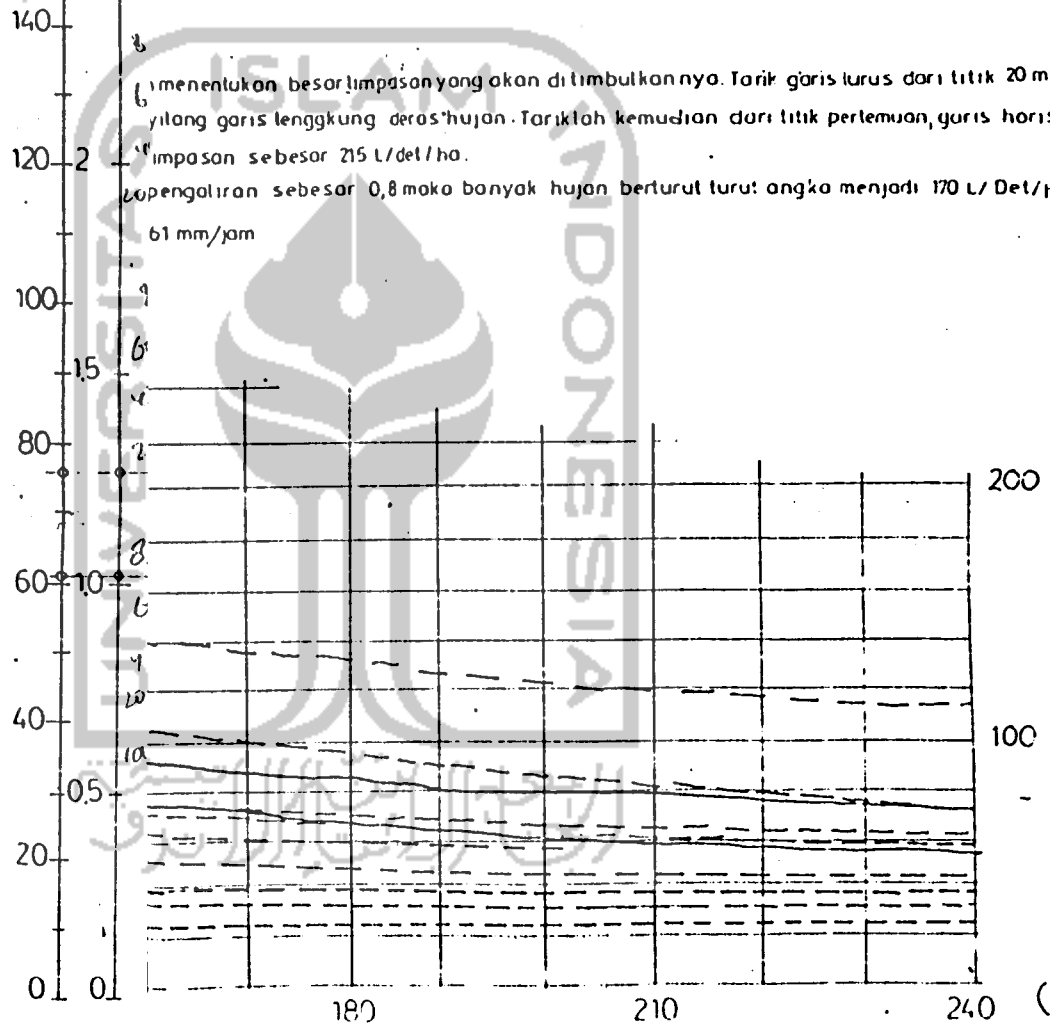
SERTU Nyo S...

DAN

mm/jam  
mm/menit

YOGYA INI DI DASARKAN ATAS:

- kan 5 X tiap lahan
- 4 X
- 3 X
- 2 X



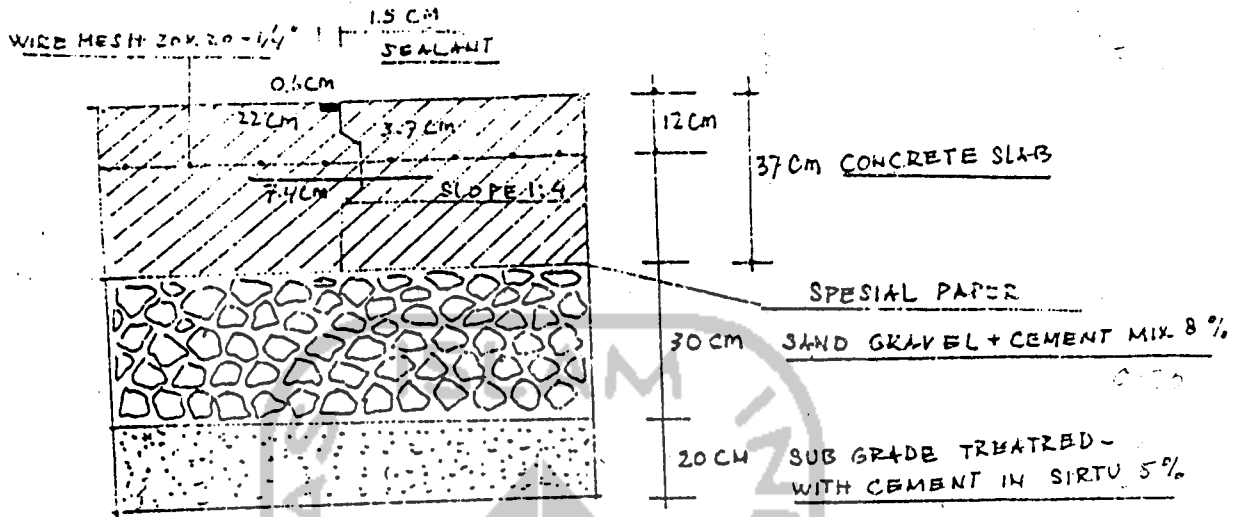
menentukan besar limpasan yang akan ditimbulkannya. Tarik garis lurus dari titik 20 menit  
 hilang garis lengkung deras hujan. Tariklah kemudian dari titik pertemuan, garis horisontal  
 limpasan sebesar 215 L/det/ha.  
 pengaliran sebesar 0,8 maka banyak hujan berturut turut angka menjadi 170 L/Det/ha

(Meri

9/1/91

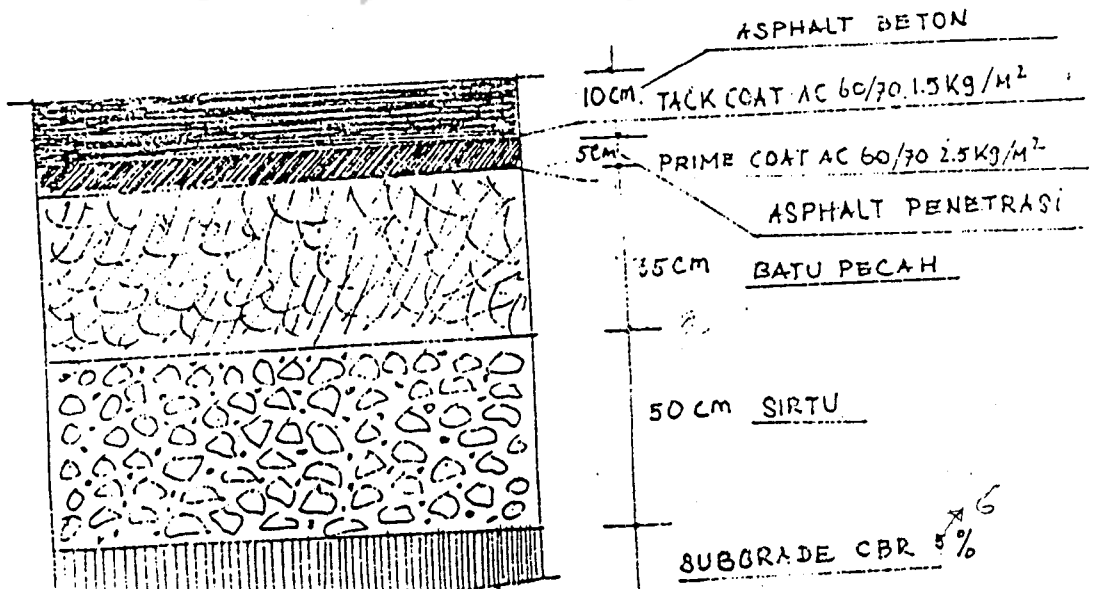
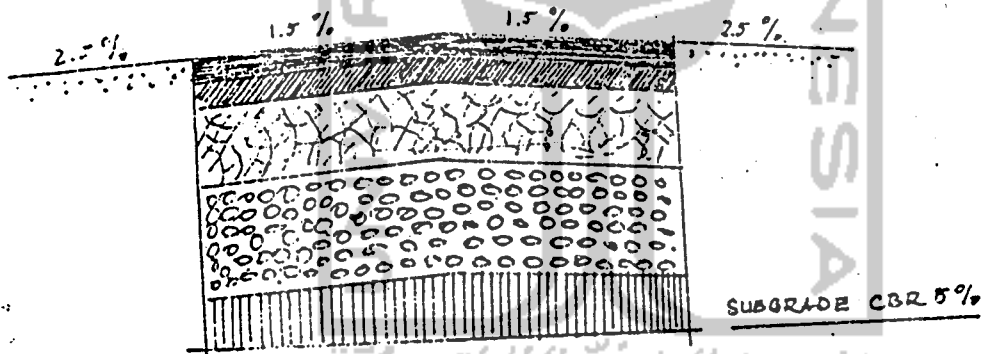
Komposisi HINGED CONTRACTION JOIN

Untuk perluasan Apron tahun Anggaran 1991/1992.



Komposisi Jalan Pesawat / Taxiway .

Tahun Anggaran 1991/1992



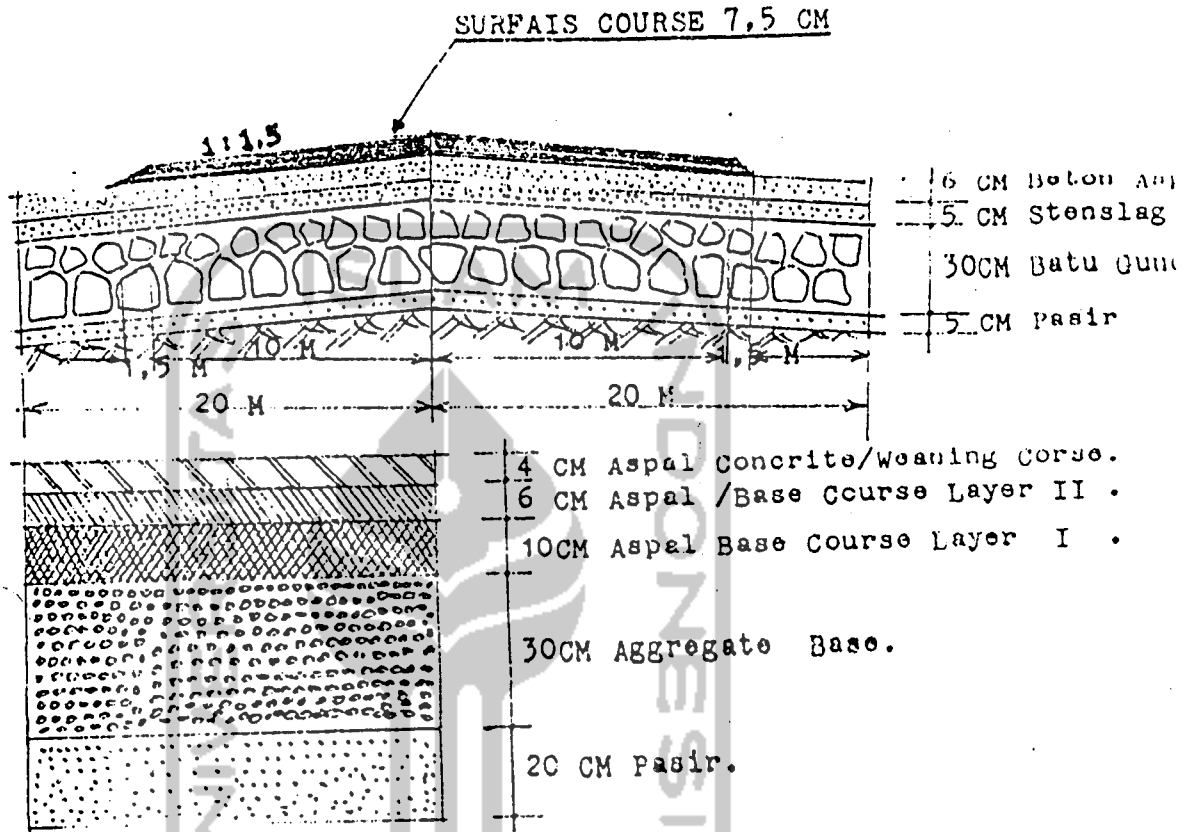
II. Informasi tambahan yang dibutuhkan untuk penilaian.

a. Teknis.

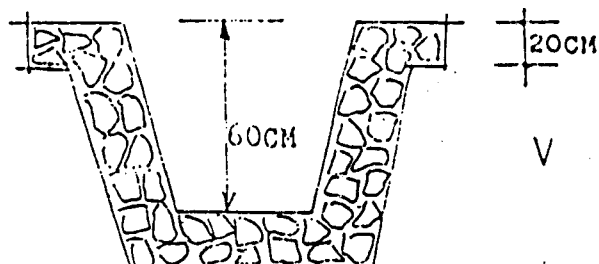
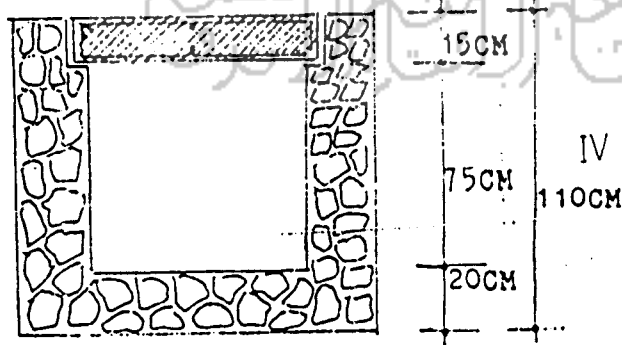
Informasi yang dibutuhkan tentang konstruksi bangunan lain yaitu:

Ketebalan dan komposisi lapisan konstruksi.

Komposisi lapisan konstruksi landasan/Apron beton aspal dan Taxiway. Tahun 1972/1973.

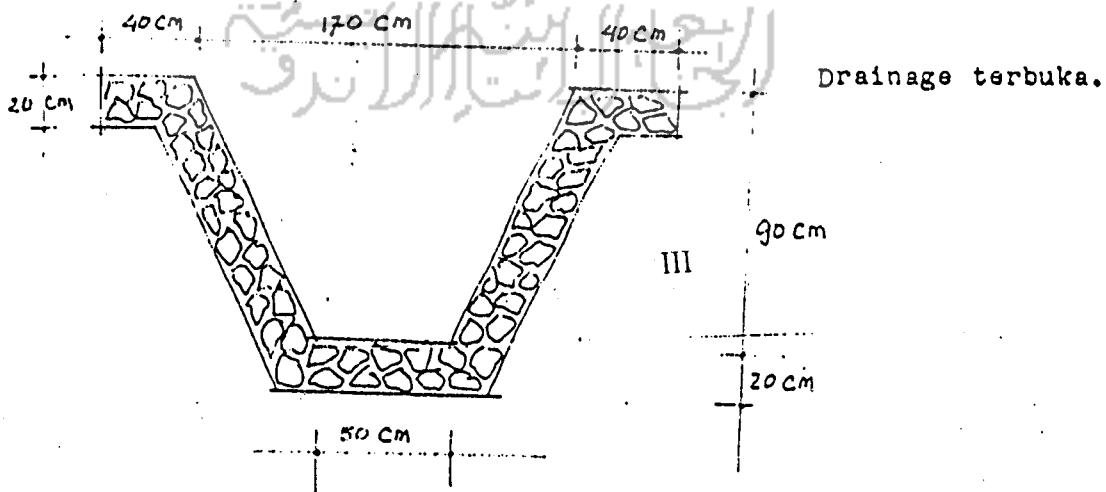
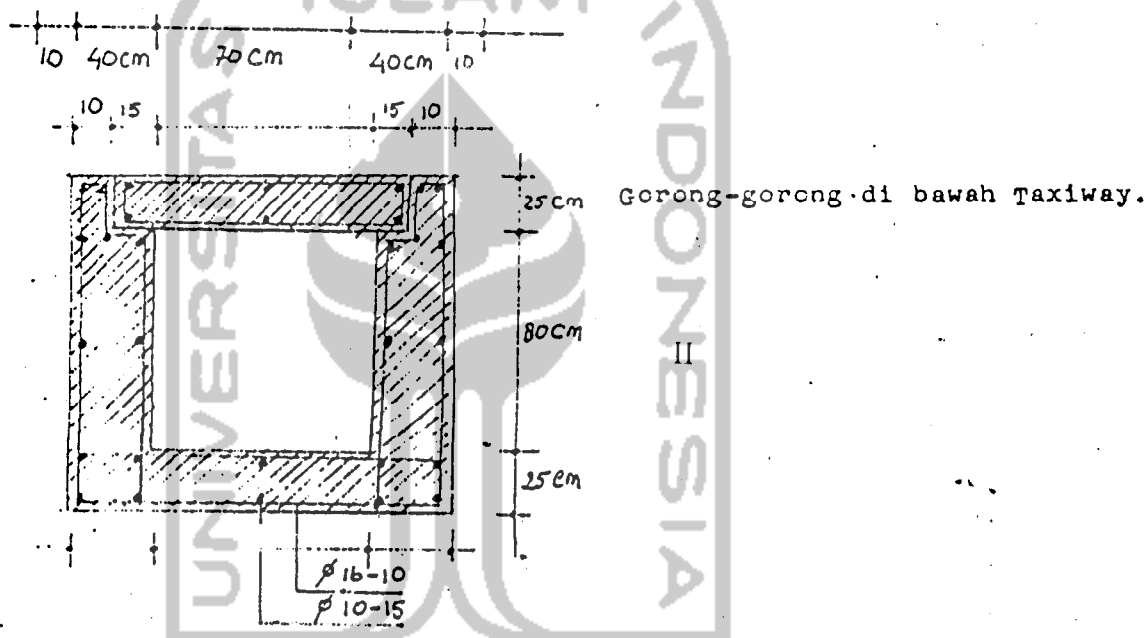
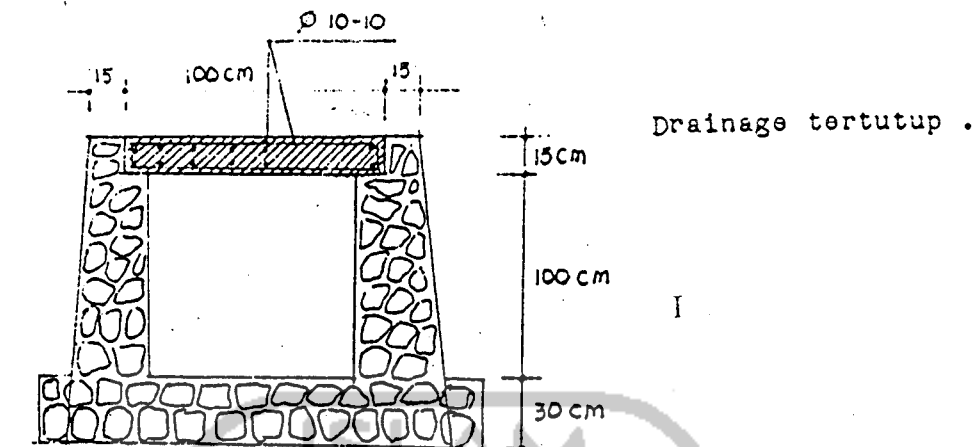


Komposisi Drainage tertutup/Terbuka.





Komposisi Drainage tertutup/terbuka  
Tahun anggaran 1991/1992.





**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

*Program 1 ke  
 TA 3 ke*

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	BAMBANG IMAM SANTOSO	92 310 037		TST
2.	FACHRY CAHYADI	92 310 132		TST

JUDUL TUGAS AKHIR : ~~PERANCANGAN PENINGKATAN TEBAL~~  
~~LAPIS PERKERASAN DAN SISTEM DRAINASE PADA LANDAS~~  
~~PACU BANDAR UDARA ADISUCIPTO YOGYAKARTA.~~

Dosen Pembimbing I : IR. SUKARNO, SU  
 Dosen Pembimbing II : IR. H.BACHNAS, MSc

1



2



Yogyakarta, 11 Nop. 1999  
 AnD e k a n,



Tetua Jurusan Teknik Sipil.

*[Signature]*  
 IR. HETADJUDDIN H. MARIS, MS



**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi

JUDUL TUGAS AKHIR : .....

.....

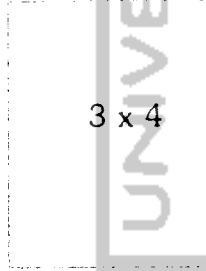
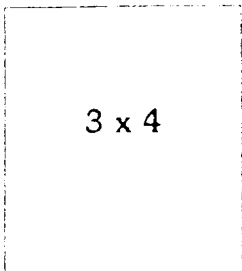
.....

Dosen Pembimbing I :

Dosen Pembimbing II :

1

2



Yogyakarta,  
 Dekan.

الجامعة الإسلامية  
 الهندسة المدنية والبناء