

## **BAB V**

### **METODOLOGI**

#### **5.1 Analisis Data**

Metode ini adalah dengan cara memproses data-data di lapangan meliputi :

- a. Penetapan hujan rancangan
- b. Penentuan rumus intensitas hujan yang digunakan dalam perancangan.

Pengambilan data ini dilakukan di Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta melalui PT. Angkasa Pura dan Badan Meteorologi dan Geofisika.

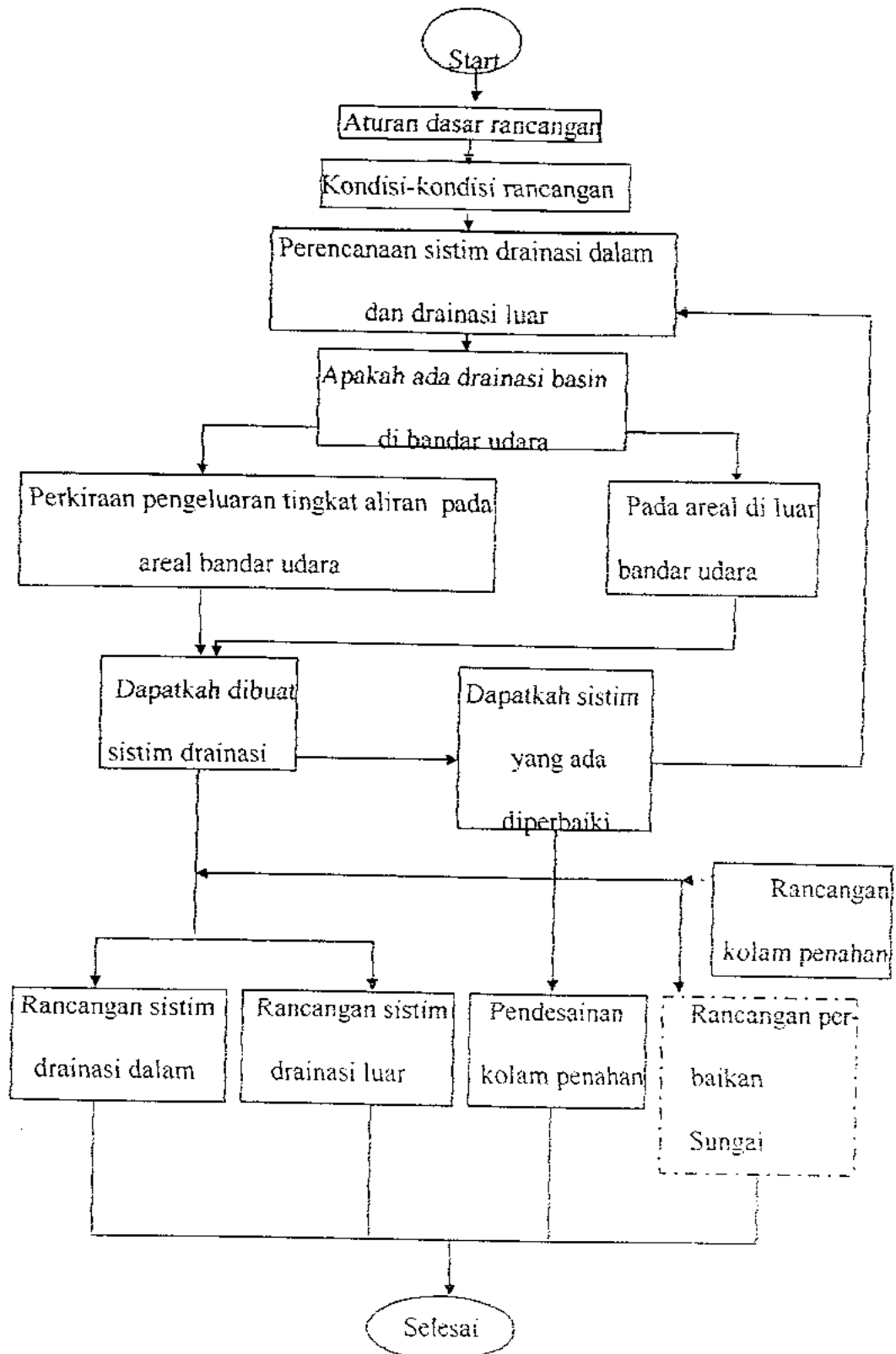
#### **5.2 Metode Perancangan**

Untuk melakukan analisis perencanaan sistem drainasi bandar udara digunakan dua metode perancangan, yaitu: metode JICA dan metode FAA.

##### **5.2.1 Metode JICA (Japan Internasional Cooperation Agency)**

Perencanaan sistem drainasi bandar udara dengan metode JICA dapat dilihat di bagan alir pada Gambar 5.1 berikut ini, dengan:

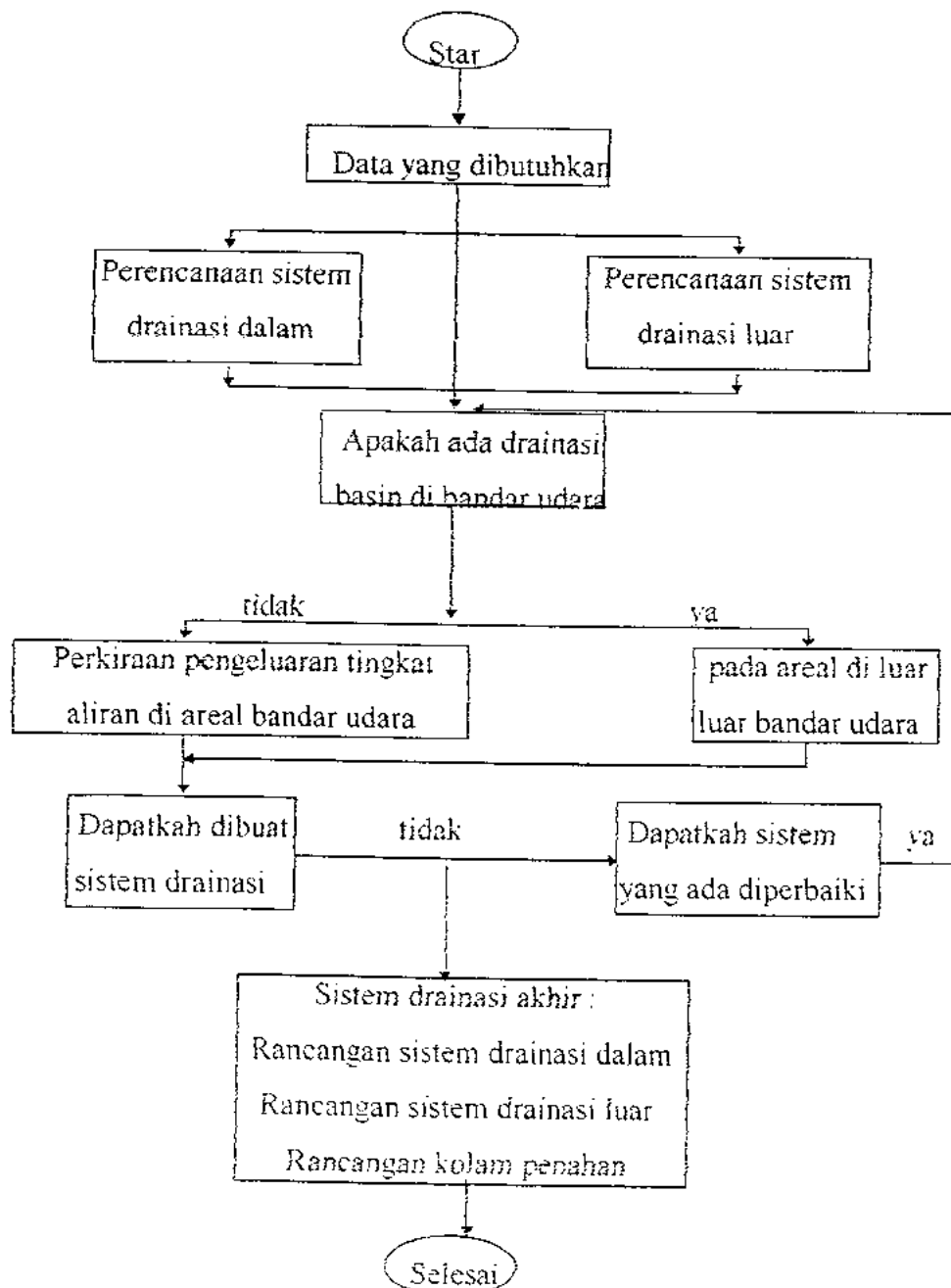
- Garis - - - - - menunjukkan usulan kolam penampungan sementara
- Garis ..... menunjukkan rancangan perbaikan sungai



Gambar 5.1 Bagan alir perencanaan dan perancangan sistim drainasi bandar udara

### 5.2.1 Metode FAA (Federal Aviation Administration)

Perencanaan sistem drainasi bandar udara dengan metode FAA dapat dilihat di bagan alir pada Gambar 5.2 berikut ini.



Gambar 5.2 Bagan alir perencanaan dan perancangan sistim drainasi bandar udara dengan metode FAA

## **BAB VI**

### **PERANCANGAN**

#### **6.1 Analisis Hidrologi**

Dalam pelaksanaan pekerjaan-pekerjaan teknik sipil, khususnya dalam perencanaan dan perancangan bangunan-bangunan air (*hydraulic structures*), analisis hidrologi masih merupakan bagian analisis yang sangat dominan dan memerlukan penanganan yang sangat cermat. Oleh sebab itu penguasaan terhadap pengertian dasar dan konsep ilmu hidrologi sangat diperlukan, agar tidak terjadi salah penanganan terhadap masalah hidrologi.

Ada dua hal yang akan dilakukan dalam analisis hidrologi untuk perencanaan sistem drainasi lapangan terbang, yaitu: Hujan rancangan/extrim 24 jam dan penetapan rumus intensitas hujan.

##### **6.1.1 Hujan Rancangan/ extrim 24 jam**

Dalam menentukan hujan rancangan akan ditentukan agihan yang akan digunakan untuk menentukan harga K, faktor frekwensi (*frekuensi factor*), selanjutnya ditentukan hujan extrim yang digunakan.

Data yang didapatkan dilapangan dari tahun 1974 sampai dengan 1995, untuk menghitung parameter ststistik seperti hujan rata-rata, simpangan baku, simpangan baku kwadrat dua, simpangan baku kwadrat tiga dan simpangan baku kwadrat empat, diproses dalam bentuk tabulasi pada tabel 6.1, dibawah ini.

Tabel 6.1. Hitungan parameter statistik

Pi	Pm	$(Pi - Pm)^2$	$(Pi - Pm)^3$	$(Pi - Pm)^4$
83	98.6272	244.20938	-3816.30882	59638.2212
80	98.6272	346.97258	-6463.12764	120389.9712
72	98.6272	709.00778	-18878.892	502692.0319
98	98.6272	0.39337984	-0.24672784	0.154747699
78	98.6272	425.48138	-8776.48952	181034.4046
58	98.6272	1650.56938	-67058.0123	2724379.278
83	98.6272	244.20938	-3816.30882	59638.2212
106	98.6272	54.3581798	400.771988	2954.811716
116.6	98.6272	323.02154	5805.60153	104342.9152
103.5	98.6272	23.7441798	115.70064	563.7860763
84	98.6272	213.95498	-3129.56228	45776.7334
109.4	98.6272	116.05322	1250.21813	13468.34984
128	98.6272	862.76138	25341.7175	744357.1985
89	98.6272	92.6829798	-892.277584	8590.134752
146.3	98.6272	2272.69586	108345.775	5165146.471
110	98.6272	129.34058	1470.96455	16728.98559
84.8	98.6272	191.19146	-2643.64255	36554.17432
127.2	98.6272	816.4049	23326.9739	666516.9605
110.2	98.6272	133.9297	1549.94163	17937.1645
68.4	98.6272	913.68362	-27618.0975	834817.7572
125.6	98.6272	727.53194	19623.5735	529302.7235
108.8	98.6272	103.48586	1052.74095	10709.32319
2169.8		10595.6836	45191.0138	11845539.77

Keterangan :

1) Curah hujan maksimal rerata :

$$P_m = \frac{1}{22} \times 2169,8$$

$$= 98,6272 \text{ mm}$$

2) Simpangan baku :

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{10595}{21}}$$

$$\sigma_{n-1} = 22,4616$$

3) Koefisien variasi :

$$C_v = \frac{22,4616}{98,6272}$$

$$C_v = 0,2223$$

4) Koefisien kemancangan :

$$C_s = 0,0524 \times \frac{45191,0138}{11332,4045}$$

$$C_s = 0,2089$$

5) Kurtosis :

$$C_k = 0,0526 \times \frac{11845539,77}{254543,9364}$$

$$C_k = 2,4478$$

Dari hasil perhitungan diatas akan ditetapkan agihan yang akan digunakan untuk menentukan hujan rancangan dengan menggunakan ketentuan-ketentuan pada tabel 6.2, di bawah ini.

Tabel 6.2. Ketentuan-ketentuan tipe-tipe sebaran.

Sebaran	Parameter Statistik yang disyaratkan	Parameter Statistik	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	-	Tidak dipakai
Log Normal	$C_s = 3C_v$	-	Tidak dipakai
Log Person Type III	$C_s =$ Tidak ada ketentuan $C_k =$ Tidak ada ketentuan	$C_s = 0,289$ $C_k = 2,448$	Dipakai
Gambel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4062$	-	Tidak dipakai

Dari tabel 6.2. Ketentuan-ketentuan tipe sebaran menunjukkan sebaran yang digunakan adalah sebaran log person tipe III, kemudian dilakukan perhitungan ulang dengan cara log pearson.

Data hujan hujan ekstrim dari tahun 1974 sampai dengan tahun 1995 ditabelkan untuk menentukan hujan rata-rata, simpangan baku kwadrat dua dan simpangan baku kwadrat tiga dengan menggunakan parameter statistik sebaran Log Person Tipe III seperti tabel 6.3.

Tabel 6.3. Parameter Statistik Sebaran Log Person Type III

Pi	log Pi	Pm	$(\log Pi - Pm)^2$	$(\log Pi - Pm)^3$
83	1.919078092	1.98	0.003711479	-0.00022611
80	1.903089987	1.98	0.005915115	-0.00045493
72	1.857332496	1.98	0.015047316	-0.00184581
98	1.991226076	1.98	0.000126025	0.00000141
78	1.892094603	1.98	0.007727359	-0.00067927
58	1.763427994	1.98	0.046903434	-0.01015797
83	1.919078092	1.98	0.003711479	-0.00022611
106	2.025305865	1.98	0.002052621	-0.00093222
116.6	2.066698554	1.98	0.007516639	0.00065168
103.5	2.014940352	1.98	0.001220828	-0.00000427
84	1.924279286	1.98	0.003104798	-0.00017300
109.4	2.039017322	1.98	0.003483044	0.00020556
128	2.107209973	1.98	0.016182376	0.00205856
89	1.949390007	1.98	0.000936972	-0.00000287
146.3	2.165244326	1.98	0.034315469	0.00635674
110	2.041392685	1.98	0.003769062	0.00023139
84.8	1.928395852	1.98	0.002662988	-0.00013742
127.2	2.104487111	1.98	0.015497041	0.00192918
110.2	2.042181595	1.98	0.003866551	0.00024042
68.4	1.835056102	1.98	0.021008734	-0.00304508
125.6	2.098989639	1.98	0.014158534	0.00168471
108.8	2.036628895	1.98	0.003206832	0.00018159
	43.6245449		0.216124536	-0.00001388

Keterangan :

1) Curah hujan maksimal rerata sebaran Log Person Tipe III

$$P_m = \frac{1}{22} \cdot 43,624544$$

$$= 1,98$$



2) Simpangan baku sebaran Log Person Tipe III

$$\begin{aligned}\sigma_{n-1} &= \sqrt{\frac{0,216124}{21}} \\ &= 0,1249\end{aligned}$$

3) Asimetri atau kepengengan sebaran Log Person Tipe III

$$C_s = -0,1654$$

4) Kala ulang untuk perhitungan hujan rencana disesuaikan dengan kala ulang yang digunakan di bandar udara Adisutjipto Yogyakarta yaitu kala ulang 50 tahun dengan kala ulang 50 tahun dan  $C_s = -0,1654$  maka didapatkan harga faktor kekerapan (" frequency factor" / K ).  $K = 1,97651$  (dari tabel 3.3 Faktor frekwensi K untuk Agihan log Person tipe III dengan "skewnes" negatif

5. Hujan rancangan.

Dengan mempertimbangkan kondisi sosial, ekonomi, politik dan faktor teknis yang dimiliki bandar udara Adisutjipto Yogyakarta, maka dipilih kala ulang 50 tahun untuk menentukan hujan rancangan.

$$\begin{aligned}\text{Log } P_{50} &= 1,98 + (1,9725 \times 0,12498) \\ &= 2,2264\end{aligned}$$

$$\text{Anti Log} = 10^{2,2264}$$

$$P_{50} = 168,44 \text{ mm}$$

### 6.1.2. Menentukan Rumus Intensitas Hujan.

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hujan maksimum, yakni curah hujan 24 jam dengan kala ulang (*return priod*) 50 tahun. Dari hujan harian maksimum yang didapatkan, ditentukan intensitas hujan dengan waktu yang dipilih. Diambil 8 jenis lamanya curah hujan, yaitu: 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80, dan 120 menit. Harga-harga dari delapan lama curah hujan yang dipilih, digunakan dalam rumus (3 - 8) untuk mencari intensitas hujan persatuan waktu yang dipakai. Harga-harga dari hasil perhitungan dapat dilihat dalam tabel 6.4.

Tabel 6.4. Harga-harga intensitas hujan dengan  $t$  (menit ), dari curah hujan maksimum

Lama curah hujan $t$ (menit)	5	10	20	30	40	60	80	120
curah hujan (mm/jam)	306,10	192,75	121,46	92,67	76,51	58,39	48,20	36,78

Dengan menggunakan ke 8 harga  $t$  dalam setiap tahun hujan rancangan, maka diadakan perhitungan tetapan-tetapan dengan cara kwadrat terkecil seperti tabel 6.5. dibawah ini :

Tabel 6.5. Perhitungan tiga jenis rumus intensitas hujan

t	I	I <sub>t</sub>	I <sup>2</sup>	I <sup>2</sup> <sub>t</sub>	log t	log I	log t log I	(log t) <sup>2</sup>	√t	I/√t	I <sup>2</sup> /√t
5	306.105	1530.51	93699.0	468495.233	0.6990	2.4859	1.7375	0.4886	2.2361	684.4671	209517.43
10	192.750	1927.50	37152.5	371525.625	1.0000	2.2850	2.2850	1.0000	3.1623	609.5290	117486.71
20	121.467	2429.34	14754.2	295084.642	1.3010	2.0845	2.7119	1.6927	4.4721	543.2169	65982.932
30	92.760	2782.80	8604.41	258132.528	1.4771	1.9674	2.9060	2.1819	5.4772	508.0674	47128.336
40	75.510	3060.40	5853.78	234151.204	1.6021	1.8857	3.0178	2.5666	6.3246	483.8917	37022.556
60	58.396	3503.76	3410.09	204605.559	1.7782	1.7664	3.1409	3.1618	7.7460	452.3335	26414.465
80	48.204	3856.32	2323.62	185890.049	1.9031	1.6831	3.2031	3.6218	8.9443	431.1497	20785.159
120	31.786	3814.32	1010.35	121241.976	2.0792	1.5022	3.1234	4.3230	10.954	348.1982	11967.827
TOTAL	927.976	22904.9	166808.	2139126.82	11.840	15.658	22.126	19.036	49.317	4060.854	535405.41

Talbot (1881) :

$$a = \frac{(22904.955 \times 166808.107) - (2139126.826 \times 927.976)}{(8 \times 166808.107) - (927.976 \times 927.976)}$$

$$a = 3878.24915$$

$$b = \frac{(927.976 \times 22904.955) - (8 \times 2139126.826)}{(8 \times 166808.107) - (927.976 \times 927.976)}$$

$$b = 8.75134508$$

Sherman (1905) :

$$\log a = \frac{(15.658 \times 19.036) - (22.126 \times 11.840)}{(8 \times 19.036) - (11.840 \times 11.840)}$$

$$\log a = 2,981022$$

$$a = 957,19407$$

$$\pi = \frac{(15.658 \times 11,840) - (8 \times 22,126)}{(8 \times 19,036 \times 11,840 \times 11840)} = 0,6917524$$

Ishiguro (1953) :

$$a = \frac{(4060.854 \times 166808.107) - (535403.412 \times 927.976)}{(8 \times 166808.107) - (11840 \times 11840)} = 381.433$$

$$b = \frac{(11.840 \times 4060.854) - (8 \times 535403.41)}{(8 \times 166808.107) - (11.840 \times 11.840)} = -1.08774$$

Harga-harga dari tabel 6.2. disubstitusikan ke dalam rumus (3 - 15 ), (3 - 16) dan (3 - 17), sehingga rumus-rumus intensitas hujan itu menjadi:

$$I_{\text{untuk jenis 1}} = \frac{3878.24915}{t + 8.75134508}$$

$$I_{\text{untuk jenis 2}} = \frac{957.194071}{t^{0,6917524}}$$

$$I_{\text{untuk jenis 3}} = \frac{381.433}{\sqrt{t} - 1.08774}$$

Selanjutnya harus diadakan pemeriksaan mengenai rumus yang paling cocok digunakan. Harga-harga I dari rumus-rumus diatas yang didapat dengan

menggantikan harga-harga  $t$  dalam kolom 2 pada tabel 6.3, tercantum pada kolom 4,6,8 pada tabel yang sama. Deviasi antara harga-harga dengan data yang tercantum dalam kolom 3 tercantum berturut-turut dalam kolom 5,7,9 dalam tabel yang sama.

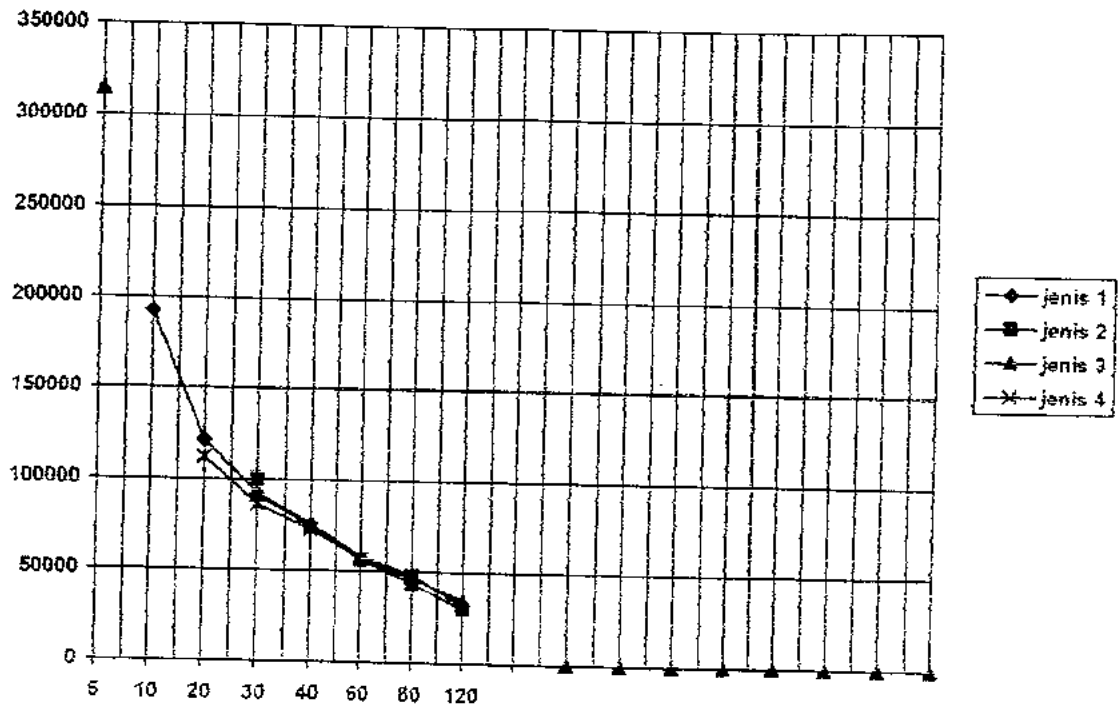
Tabel 6.6. Tabel perbandingan kecocokan rumus-rumus intensitas curah hujan.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
No	$t$	$I$	$I_1$	$\alpha_1$	$I_2$	$\alpha_2$	$I_3$	$\alpha_3$
1	5	306.103	282.03	- 24.07	314.719	8.616	329.56	23.457
2	10	192.750	206.82	14.07	194.94	1.25	182.97	- 9.78
3	20	121.467	134.88	13.41	120.75	- 1.76	112.318	- 9.14
4	30	92.760	109.077	7.31	91.247	- 1.51	86.645	- 6.112
5	40	76.510	79.54	3.03	74.791	- 1.72	72.646	- 3.864
6	60	58.396	56.403	- 1.993	56.520	- 1.876	57.156	- 1.24
7	80	48.204	43.695	- 4.509	46.331	- 1.873	48.446	0.242
8	120	31.786	30.120	- 1.666	35.010	3.224	38.5844	6.79
			$\Sigma (\alpha)$	5.588		4.351		0.353
			$M(\alpha)$	0.69		0.5438		0.044

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan deviasi rata-rata terkecil  $M(\alpha) = 0,04$ .

Rumus yang sesuai digunakan untuk mencari intensitas hujan adalah rumus ketiga.

Penentuan kecocokan rumus yang akan digunakan juga dapat dilakukan cara plotting dengan membandingkan ketiga rumus yang ditinjau akan didapatkan grafik intensitas hujan yang mendekati grafik hujan rancangan seperti pada gambar 6.1.



Gambar 6.1. Grafik empat jenis intensitas curah hujan

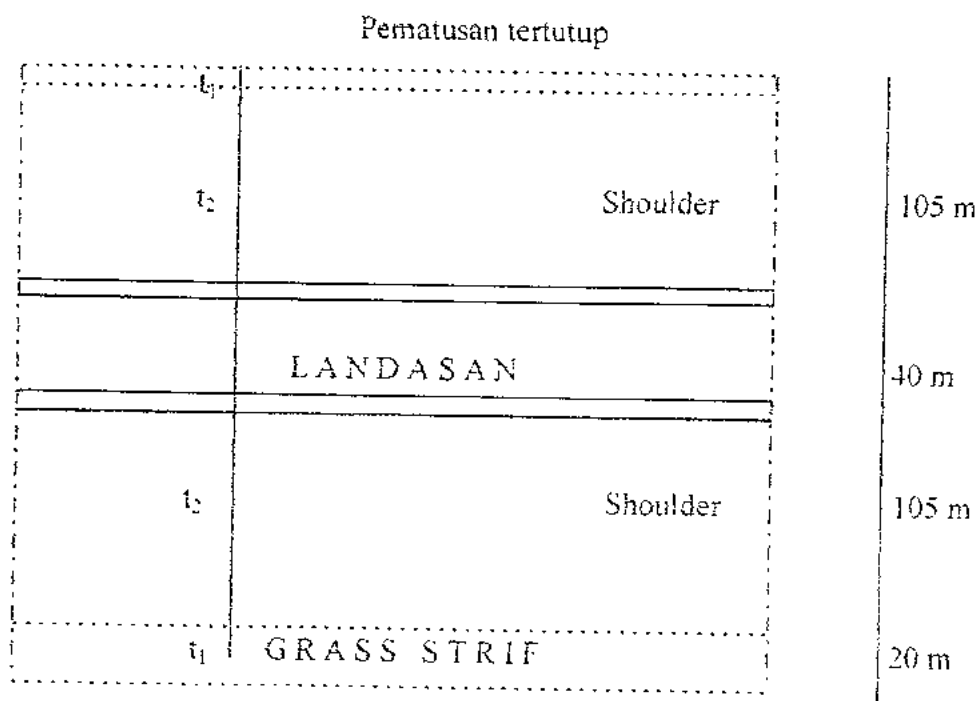
## 6.2. Analisis Sistem Drainasi

Pada bandar udara Adisutjipto Akan dianalisis sistem drainasi yang sudah ada yang berupa gorong-gorong, sistem drainasi pematasan tertutup pada bagian utara landas pacu, Grass Strip bagian selatan landas pacu yang berfungsi menurunkan permukaan air pada daerah lapangan terbang, selokan-selokan yang terdapat pada daerah apron, taxiway, bangunan terminal penumpang dan pengaruh sistem drainasi luar terhadap areal lapangan terbang.

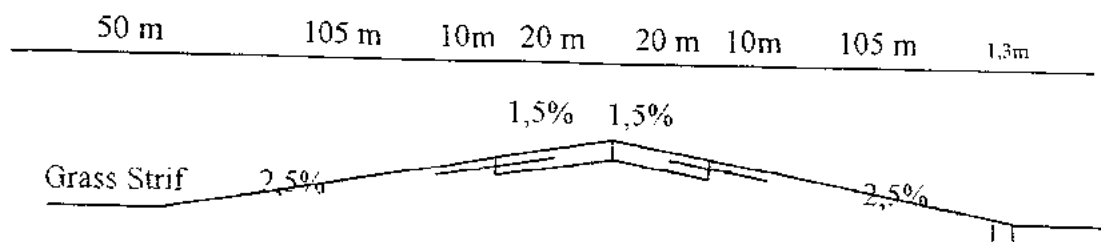
Pada setiap daerah (*areal*), lapangan terbang yaitu: daerah *runway*, *taxiway* dan *apron*, akan dianalisis debit rancangan yang terjadi, selanjutnya dibandingkan dengan kekuatan debit sistem drainasi yang ada.

### 6.2.1 Debit Drainasi Pada Runway

Panjang landasan pacu 2000m. Pada bagian utara landas pacu terdapat sistem drainasi pematusan tertutup yang berjarak 105 m, sedangkan pada bagian selatan landas terdapat Grass Strip yang berjarak 105 m



Gambar 6.2. Potongan denah pada landas pacu



Gambar 6.3. Potongan melintang pada landas pacu

a. Perbandingan debit rancangan dengan debit drainasi tertutup

Perhitungan debit rancangan pada bagian utara landas pacu, dengan memanfaatkan dua alur sungai yang ada, maka pengaliran debit rancangan yang terjadi akan sama, sehingga perhitungannya menurut **JICA**, adalah

1) waktu pengaliran pada inlet ( $t_1$ )

$$D = \frac{1000}{0,6} \times 0,05 = 83,333 \text{ m} \quad C = 0,5 \quad S = 2,5 \%$$

$$t_1 = \frac{3,261(1,1 - 0,5)\sqrt{83,333}}{\sqrt{0,025}} = 19 \text{ menit}$$

2) waktu pengaliran ( $t_2$ )

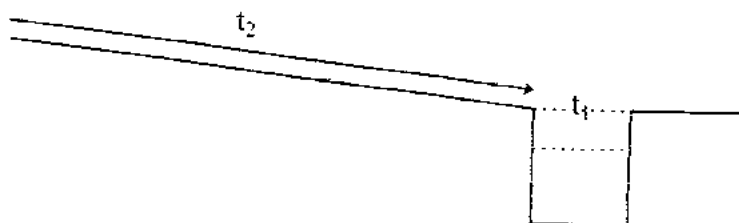
Kecepatan aliran permukaan (*run-off*) dipakai = 0,1 m/detik, maka

$$t_2 = \frac{135}{0,1 \times 60} = 22,5 \text{ menit}$$

$$t_c = 19 + 22,5 = 41,5 \text{ menit}$$

Proses pengaliran permukaan seperti pada Gambar 6.4.





Gambar 6.4 Kondisi fisik proses pengaliran pada peratusan (*U-Shaped ditch*)

### 3) Intensitas curah hujan

$$I = \frac{381}{\sqrt{41,53} - 1,08} = 71,05 \text{ mm/jam}$$

### 4) Luas areal pendrainasian untuk satu sisi

Koefisien aliran pada perkerasan landas pacu (*pavement runway*) = 0,95

Luas area pada pada perkerasan landas pacu (*pavement runway*) = 1000 m x 30 m = 3 ha

Koefisien aliran pada tanah lapang berupa lapangan rumput sisi utara landas pacu (*runway*) = 0,3

Luas arel lapangan rumput = 105 m x 1000 m = 10,5 ha

Maka :  $A_{total} = (3,0 \times 0,95) + (10,5 \times 0,3) = 6,00 \text{ ha}$

Debit rancangan yang terjadi untuk satu sisi pada bagian utara landas pacu (*runway*), adalah:

$$5) Q_{\text{rancangan}} = \frac{1}{360} \times 6,00 \times 71,05 = 1,1842 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Analisis kekuatan drainasi peratusan tertutup, dipakai tinggi jagaan = 20 cm, maka  $h = 1,00 - 0,2 = 0,8$  m.

$R$  = Radius hidrolik peratusan tertutup pada bagian utara landas pacu

(runway)

$$R = \frac{b \times h}{(2 \times h) + b}$$

$$R = \frac{0,7 \times 0,8}{(2 \times 0,8) + 0,7}$$

$$R = \frac{0,56}{2,30}$$

$$R = 0,07$$

$$I = 0,5\%$$

$$n = 0,015 \text{ (kekasaran saluran, tabel 2.6)}$$

Maka :

$$V = \frac{1}{0,015} 0,07^{2/3} \times \sqrt{0,005}$$

$$V = 1,8 \text{ m/det}$$

$$Q = 1,8 \times 0,56 = 1,009 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kemampuan debit sistem drainasi peratusan tertutup pada bagian utara landas pacu adalah

$$Q = 1,009 \text{ m}^3/\text{det}$$

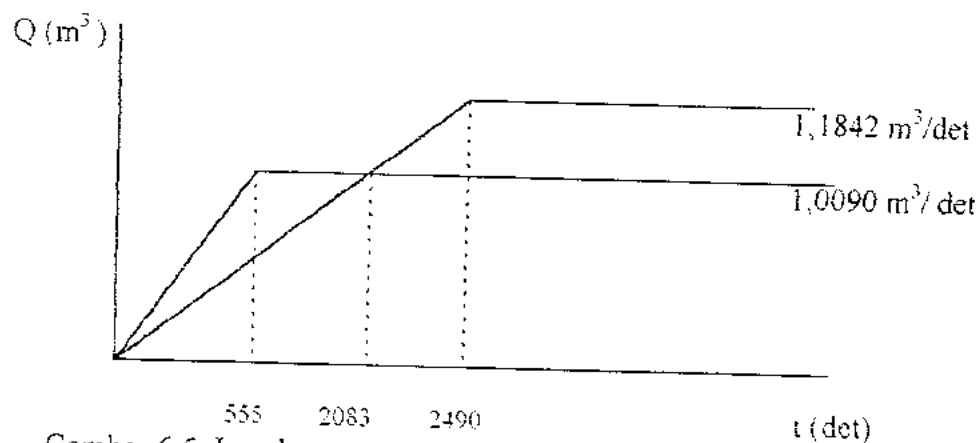
Dari perhitungan sistem drainasi yang ada untuk pematasan tertutup, tidak aman dikarenakan :

$$Q_{rencana} = 1,1842 > 1,009 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Untuk mencari  $t$  awal sistem drainasi peratusan tertutup mencapai debit maksim adalah.

$$\frac{2490}{1,1842} \cdot 1,009 = 2083 \text{ det}$$

Perbandingan antara debit rancangan yang terjadi pada sisi utara landas pacu (runway) dengan kekuatan sistem drainasi peratusan tertutup yang ada pada bandar udara Adisutjipto, seperti pada gambar 6.3 Lengkung somasi di bawah ini



Gambar 6.5. Lengkung somasi analisis sistem drainasi tertutup

b. Perbandingan debit rancangan dengan kekuatan grass strip (rumput).

1) waktu resapan air pada Grass Strip (rumput), ( $t_1$ )

Permeabilitas tanah ( $q$ ) = 0.01 m/det (*medium permeability*)

Lebar Grass Strip = 20 m, maka

$$t_1 = \frac{20}{0,01 \times 60} = 33,33 \text{ menit}$$

## 2) waktu pengaliran ( $t_2$ )

Kecepatan aliran permukaan (Run-off) = 0,1 m/det

$$t_2 = \frac{145}{(0,1 \times 60)} = 24,166 \text{ menit}$$

$$t_c = 34,08 + 24,166 = 57,499 \text{ menit}$$

## 3) Intensitas curah hujan

$$I = \frac{387}{\sqrt{57,499} - 1,08} = 59,51 \text{ mm/jam}$$

## 4) Luas areal drainasi

Koefisien aliran pada perkerasan landas pacu (*pavement runway*) = 0,95

Luas area pada perkerasan landas pacu (*pavement runway*) = 1000 m x 30 m = 3 ha

Koefisien aliran pada tanah lapang berupa lapangan rumput sisi utara landas pacu (*runway*) = 0,3

Luas areal lapangan rumput = 15 m x 1000 m = 15 ha

Maka :  $A_{total} = (0,3 \times 3) + (0,5 \times 15) = 8,4 \text{ ha}$

## 5) Debit rancangan

$$Q = \frac{1}{360} \times 59,51 \times 8,4 = 1,3885 \text{ m}^3/\text{det}$$

## 6) Analisa debit resapan pada Grass Strip

$$v = 0,01 \text{ m/dt} \quad A_{\text{penampang Grass Strip}} = 2 \times 20 = 40,00 \text{ m}^2$$

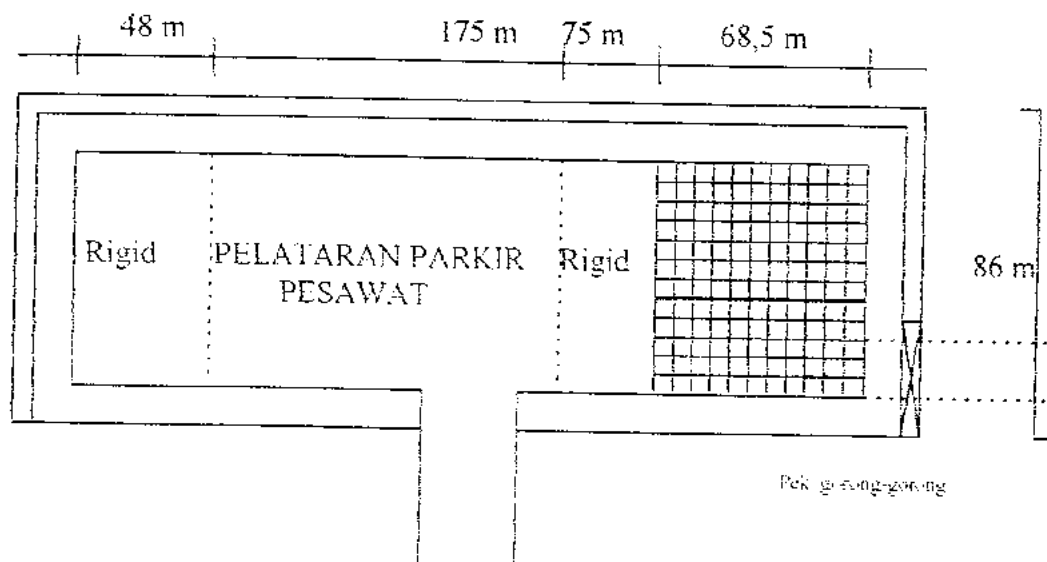
$$Q = 0,01 \times 40 = 0,4 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk keamanan 80% dari kapasitas total, maka debit maksimum  $0,8 \times 0,4 = 0,32 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Dari hasil perhitungan menunjukkan debit rancangan lebih besar dibandingkan dengan debit resapan pada Grass Strip  $1,868 \text{ m}^3/\text{det} > 1,0,32 \text{ m}^3/\text{det}$ , maka perlu dilakukan perencanaan ulang pada Grass Strip

#### 6.2.2. Debit Sistem Drainasi Pada Taxiway dan Apron

Sistem drainasi pada taxiway dan pelataran parkir berupa gorong-gorong yang mengelilingi daerah apron dengan jarak 10 m dari tepi pelataran parkir pesawat seperti gambar dibawah ini



Gambar 6.6. Denah Pelataran parkir pesawat

Analisis perhitungan :

**1. Waktu pengaliran inlet ( $t_1$ )**

$$D = \frac{487}{60} \times 5 = 40,58 \text{ m} \quad C = 0,3 \quad S = 1,5 \%$$

dari tabel 3.5

$$t_1 = 15 \text{ menit}$$

**2. Waktu pengaliran ( $t_2$ )**

$$v = 1,0 \text{ m/det}$$

$$t_2 = \frac{157,5}{(1 \times 60)} = 2,625 \text{ menit}$$

$$t_c = 15 + 2,625 = 17,625 \text{ menit}$$

**3. Intensitas curah hujan**

$$i = \frac{381}{\sqrt{17,625} - 1,08} = 122,185 \text{ mm/jam}$$

**4. Luas areal drainasi**

$$A_{\text{pelataran parkir pesawat}} = (0,3 \times 2,709) = 0,8125 \text{ ha}$$

**5. Debit rancangan**

$$Q = \frac{1}{360} \times 122,185 \times 0,8125 = 0,274 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari analisis debit rancangan lebih kecil dibanding debit saluran = 1,009 m<sup>3</sup>/det.

### 6.2.3. Debit Sistem Drainasi Luar

Dari data yang didapatkan dilapangan, sistem drainasi luar yang terdapat pada areal bangunan, areal parkir, dan daerah pemukiman yang ada disekitar bandara tidak masuk dalam sistem drainasi dalam (lapangan terbang ). Untuk sistem drainasi pada bangunan (*terminal building*), areal sistem drainasinya diarahkan langsung ke hulu sungai kali kuning yang berada pada bagian timur bandar udara Adisutjipto yogyakarta, sehingga sistem drainasi luar tidak dianalisis.

### 6.3. Perencanaan Dimensi Drainasi Pada Landas Pacu (*Runway*)

Dari hasil perhitungan debit rancangan yang didapat, mengenai sistem drainasi yang ada menunjukkan bahwa bahwa sistem drainasi pada landas pacu (*runway*) di bandar udara Adisutjipto Yogyakarta, tidak mampu menampung debit rancangan yang terjadi sehingga perlu dilakukan perencanaan sistem drainasi dan penataan sistem drainasi yang ada sekarang.

Pada landas pacu terdapat dua sistem drainasi yaitu pada bagian utara landas pacu akan direncanakan sistem drainasi peratusan tertutup (*U-Shaped ditch*) dan pada bagian selatan landas pacu direncanakan sistem drainasi peratusan tertutup (*U-Shaped ditch*)

### 6.3.1 Perencanaan sistem drainasi pada bagian utara landas pacu

Dari hasil perhitungan debit rancangan ( $Q$ ) = 1,9765 m<sup>3</sup>/det, maka perlu dilakukan pedimensian ulang.

$$n = 0,015 \text{ (koefisien kekasaran saluran, tabel 2.6)}$$

$$I = 0,5 \% \text{ (kemiringan saluran)}$$

$$\text{dipakai ukuran saluran } b = 1,00 \text{ m } \quad h = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{maka } R = \frac{b \times h}{(2h + b)} = \frac{1 \times 1}{(2 \cdot 1 + 1)} = \frac{1}{3} = 0,3333 \text{ (radius hidrolis)}$$

Dari rumus manning's.

$$v = \frac{i}{0,015} \times (0,3333)^{2/3} \times (0,005)^{1/2}$$

$$= 2,2664 \text{ m/det}$$

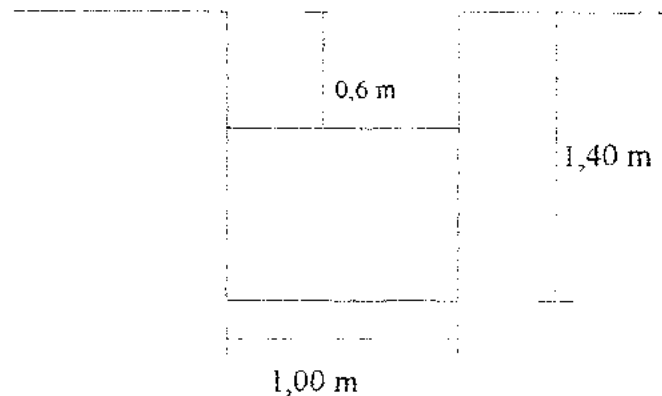
$$Q = 2,2664 \times 1,00$$

$$= 1,9945 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari analisis perbandingan dimensi saluran drainasi dapat dibuktikan dimensi 1m x 1m memenuhi ketentuan yang ada, dimana  $Q_{\text{perencanaan}} = 1,9945 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencanan}} = 1,9765 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Jika dipakai tinggi jagaan pada saluran 0.6 m. maka dimensi saluran menjadi 1m x 1,6m.





Gambar 6.7. Potongan melintang saluran pematusan tertutup (*box culvert*)

### 6.3.2 Perencanaan sistem drainasi pada bagian selatan landas pacu dengan sistem drainasi bawah (*sub surface drainage*).

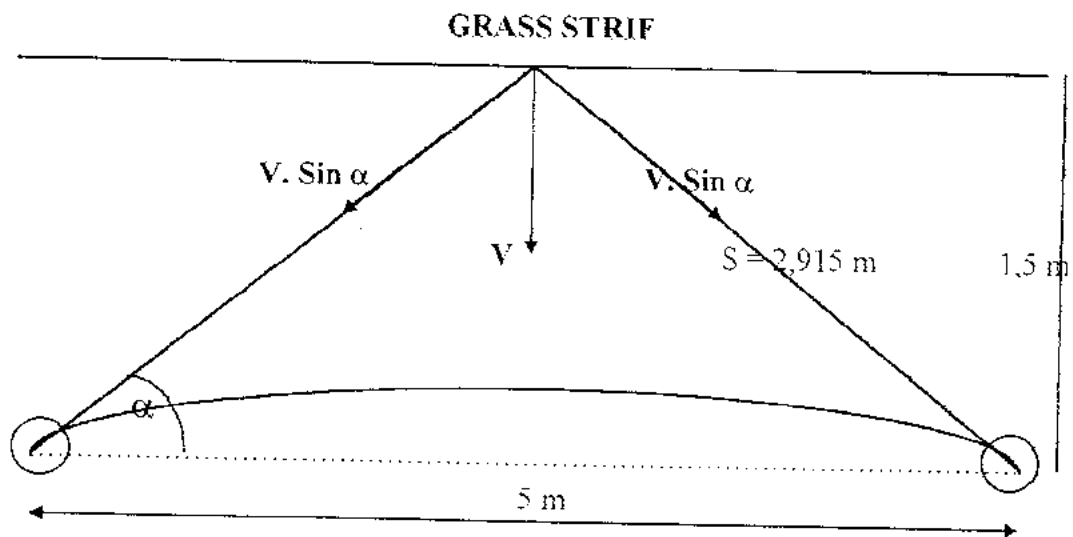
Pada sisi selatan landas pacu berupa garis rumput (*grass strip*) yang berfungsi meresapkan genangan air dari landas pacu akan digunakan sistem drainasi bawah (*sub surface drainage*).

Data perencanaan:

1. Luas areal yang akan di drainasi  $A = (0,3 \times 3) + (0,5 \times 15) = 8,4$  ha.
2. Luas areal sebagai sistem drainasi berupa lapangan rumput (*grass strip*) dengan lebar 20 m dan panjang 1000 m.
3. Digunakan kerikil halus, pasir (sand) pada ladang rumput (*grass strip*) dengan derajat permeabilitas  $0,001 \text{ Cm}^2/\text{dt}$  (*medium permeability*).
4. Untuk sistem drainasi bawah (*sub surface drainage*) pada ladang rumput digunakan pipa beton berlubang dengan diameter ( $\phi$ ) =  $20'' = 50,8 \text{ Cm}$ .

5. Kedalaman sistem pipa drainasi  $d = 1,5$  m dari permukaan tanah.
6. Jarak antara pipa beton sistem drainasi 5 m sehingga diperlukan 5 buah pipa beton sistem drainasi.
7. Kemiringan pipa beton sistem drainasi 0,4%.
8. Panjang pipa beton sistem drainasi 1000 m.

Dari data tersebut diatas, selanjutnya dilakukan analisis kemampuan sistem drainasi yang direncanakan kemudian dilakukan perbandingan dengan debit perancangan yang terjadi, dimana kemampuan debit sistem drainasi yang direncanakan harus lebih besar dibandingkan dengan debit perencanaan yang terjadi.



Gambar 6.8. penampang sistem drainasi bawah (*sub surface drainage*)

Perhitungan.

a) Waktu untuk mengosongkan air dalam tanah ( $t_1$ ), dilakukan pendekatan, dengan

$$S = \sqrt{(2,5)^2 + (1,5)^2} = 2,915 \text{ m.}$$

$$\text{Arc tg } (1,5/2,5) = \alpha = 30,9637^\circ$$

$$t_1 = \frac{S}{v \cdot \sin \alpha} = \frac{2,915}{0,001 \times 0,5145} = 5665,6 \text{ detik} = 94,48 \text{ menit.}$$

b) Waktu Pengaliran (*travel time*), ( $t_2$ )

$$V = 0,01 \text{ m/dt}$$

$$t_2 = \frac{145}{(0,01 \times 60)} = 24,1667 \text{ menit.}$$

$$t_3 = 24,1667 + 94,4 = 118,646 \text{ menit.}$$

c) Intensitas hujan

$$I = \frac{381,4}{\sqrt{118,646} - 1,08} = 38,82 \text{ mm/jam.}$$

d) Debit rancangan

$$Q = \frac{1}{360} \times 38,82 \times 8,4 = 0,9060 \text{ m}^3/\text{det.}$$

e) Analisa kekuatan drainasi.

Dimensi pipa beton sistem drainasi = 20"

$$A_{\text{pipa drainasi}} = \frac{1}{4} \times \pi \times (50,8)^2 = 2026,8299 \text{ cm}^2 = 0,2026 \text{ m}^2.$$

**d) Coefisien kekasaran (n)**

$n = 0,013$  sistem drainasi pipa (*concrete piping*), tabel 2.6.

**e) Radius hidrolis (R)**

$Q_{\text{penyuh}} = 50\%$ , maka  $P = \pi \times 50,8 = 159,5929 \text{ cm} = 1,5959 \text{ m}$

$$R = 1/4 \times D = 1/4 \times 0,508 = \frac{A}{P} = 0,2026/1,5959 = 0,127 \text{ m.}$$

**f) Kecepatan aliran (v)**

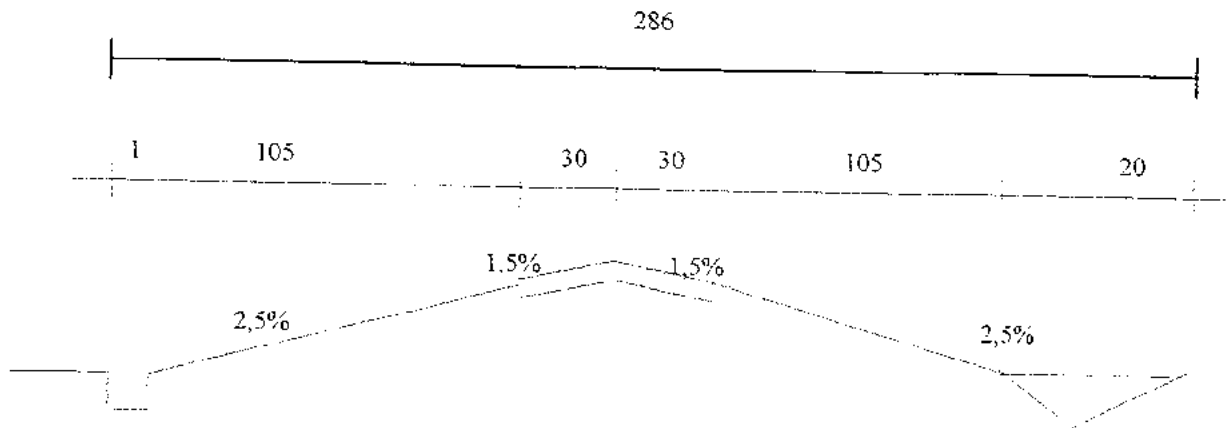
$$v = 1/0,013 \times (0,127)^{2/3} \times (0,004)^{1/2} = 1,2305 \text{ m/det.}$$

**g) Debit kekuatan sistem drainasi pipa (Q)**

$$Q = v \times A$$

$$= 1,2305 \times 0,2026 = 0,2493 \text{ m}^3/\text{det.}$$

Sistem drainasi pipa yang ada 5 buah, maka kekuatan debit rancangan adalah  $5 \times 0,2493 = 1,2465 \text{ m}^3/\text{dt} > 0,9060 \text{ m}^3/\text{det.}$



Gambar 6.9. Potongan melintang landas pacu

#### 6.4 Pembahasan

Hasil perhitungan hujan rancangan  $P_{50}$  tahun yang memberikan debit rencana pada sisi utara landas pacu (*Runway*), dengan hasil  $1,1842 \text{ m}^3/\text{det}$  dan pada sisi selatan landas pacu, dengan hasil  $1,3885 \text{ m}^3/\text{det}$ .

Dari hasil analisis perancangan sistem drainasi yang telah dilakukan, menunjukkan sistem drainasi pada landas pacu harus didesain ulang, sedangkan pada *Apron*, *Taxiway* tetap menggunakan sistem drainasi yang sudah ada

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Dari analisis perencanaan sistem drainasi lapangan terbang pada bandar udara Adisutjipto Yogyakarta penyusun dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil akhir analisis perhitungan menunjukkan debit rancangan yang terjadi pada bagian utara landas pacu (*Runway*) adalah  $1,1842 \text{ m}^3/\text{dt}$ , sedangkan kemampuan sistem drainasi yang ada adalah  $1,009 \text{ m}^3/\text{dt}$ . Pada bagian selatan landas pacu (*Runway*) debit rancangan yang terjadi adalah  $1,388 \text{ m}^3/\text{dt}$  sedangkan kemampuan sistem drainasi berupa *Grass Strip* adalah  $0,320 \text{ m}^3/\text{dt}$ .
2. Sistem drainasi pada landas pacu (*runway*) perlu dilakukan design ulang dengan memperbesar dimensi saluran pada bagian utara landas pacu (*runway*) dan merubah sistem drainasi *Grass Strip* menjadi sub surface drainage pada bagian selatan landas pacu (*Runway*).
3. Sistem drainasi pada pelataran parkir pesawat (*apron*) dan *Taxiway* mampu menampung debit rancangan yang terjadi.

4. Sistem drainasi luar pada bandar udara Adisutjipto Yogyakarta tidak mempengaruhi sistem drainasi pada lapangan terbang (*runway, apron, taxiway*)

## 7.2. Saran

Dari hasil analisis sistem drainasi pada bandar udara Adisutjipto Yogyakarta yang telah dilakukan, penyusun mengajukan saran:

1. Untuk keperluan perawatan (*maintenance*) bangunan drainasi sebaiknya dilakukan secara berkala setiap akhir tahun, sehingga apabila terjadi kerusakan dapat segera dilakukan perbaikan.
2. Akan lebih lengkap apabila bangunan drainasi bandar udara, disertai dengan analisis kinerja sistem drainasi, agar data yang didapat dari analisis lebih lengkap sehingga evaluasi terhadap kinerja sistem drainasi terpadu lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bambang Sulistiono, 1995, Debit Banjir Rancangan, Makalah Seminar UGM, Yogyakarta
2. Bambang Triatmodjo, 1993, Hidrolika I-II, Beta Offset, Yogyakarta
3. Soemarto, 1986, Hidrologi Teknik, Usaha Nasional, Surabaya
4. Hardjoso Projopangarso, 1987, Drainasi, P4S F.T. UGM, Yogyakarta
5. Wardhani Sartono, 1992, Airport Engineering pt. 1: Geometrik Design Literature, Yogyakarta
6. Wardhani Sartono, 1992, Airport Engineering pt. 2: Pavement Design Literature, Yogyakarta
7. JICA TEXT, 1995, Design Manual for Drainage System and Common Utility, Products for Airport, Tokyo
8. Kensaku Sakeda, Suyono Sosrodarsono, 1986, Hidrologi Pengairan, Pradnya Paramita, Jakarta.
9. Sri Harto BR, 1989/1990, Analisis Hidrologi, Gramedia, Jakarta
10. \_\_\_\_\_, 1970, Airport Drainanage, Department of Transportation FAA, New York.
11. \_\_\_\_\_, 1995, Rencana Kerja, Syarat-syarat Pekerjaan Fasilitas dan Prasarana Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta, 1994 - 1995, Departemen Perhubungan, Yogyakarta



# **LAMPIRAN**



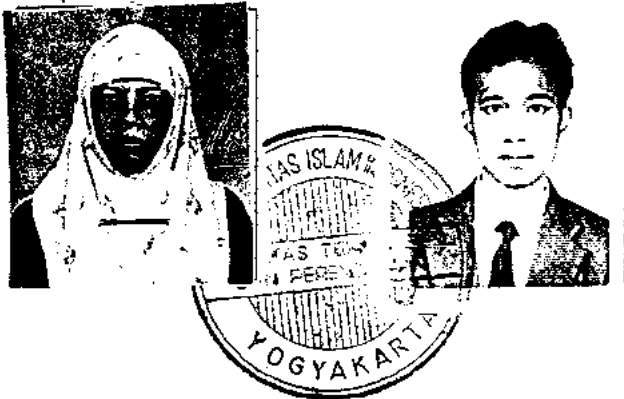
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	Noor Fauzia Nasution	87 310 109		Hidro
2.	Nerva Diaz	87310 063		Hidro

Dosen Pembimbing I : Ir. Bambang Sulistiono, MSCE.  
Dosen Pembimbing II : Ir. Lalu Ma'rup, MS.  
1 2

Yogyakarta, 12 April 1996  
A/n Dekan.



( Ir. Bb. Sulistiono, MSCE. )

PT (PERSERO) ANGKASA PURA I  
BANDAR UDARA ADISUTJIPTO  
YOGYAKARTA

## SPESIFIKASI 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 Message 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, SQEL, 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, Restauraan, Telepon Umum, Waving Galery.

## Lampiran 2

## 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]

Curah hujan maximum bulanan dari tahun 1974-1984												
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
Januari	47,0	49,0	72,0	41,0	35,2	45,0	58,4	56,2	116,6	48,0	56,0	
Pebruari	83,0	54,0	15,0	36,3	37,0	21,0	83,0	83,8	89,6	103,5	83,6	
Maret	36,0	80,0	65,0	60,2	54,0	49,2	37,1	60,5	44,9	60,0	60,0	
April	83,0	22,0	24,0	12,0	35,3	36,0	59,6	61,0	43,0	29,5	84,0	
Mei	36,0	35,0	1,0	17,0	78,0	58,0	10,5	22,0		47,8	19,5	
Juni	6,0	1,0	1,0	98,0	44,0	35,1	4,7	75,0		36,2	24,0	
Juli	2,0	12,0	5,0		72,0	3,0		20,0	0,4		4,3	
Agustus	16,0		2,0		34,0	1,2	50,0	24,5			24,3	
September	32,0	67,0	4,0	4,0	34,8	28,2	1,0	39,2		1,2	60,9	
Oktober	73,0	66,0	40,0		39,5	30,2	73,0	18,4		59,5	43,2	
November	75,0	49,0	30,0	60,0	9,0	22,0	49,0	106,0	10,8	68,0	45,7	
Desember	46,0	53,0	24,0	47,0	65,4	89,2	40,2	33,5	78,4	88,4	61,0	
Hujan dalam millimeter												
Tempat pemeriksaan Adisutjipto ; Tinggi diatas muka laut 120 meter												

Curah hujan maximum bulanan dari tahun 1985-1995												
	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Januari	109,4	91,2	89,0	53,0	42,0	84,8	68,3	51,7	68,4	43,3	61,5	
Pebruari	74,5	128,0	78,0	146,3	44,9	58,8	127,2	100,5	16,8	84,1	83,7	
Maret	93,7	91,8	58,4	80,1	49,5	53,4	54,0	89,2	49,5	125,6	45,4	
April	42,5	62,4	29,2	40,0	16,8	37,6	51,7	32,0	65,5	50,2	85,2	
Mel	49,7	6,4	32,4	53,8	26,4	8,6	12,6	30,2	26,4	25,3	10,8	
Juni	34,4	27,5	1,5	40,4	47,2	8,6	1,1	3,5	22,0		30,1	
Juli	8,7	3,2	3,4	7,1	110	15,5		14,3	1,3		13,2	
Agustus	14,0	3,8	0,05	0,4	44,0	9,3		110,2	2,8			
September	2,5	42,3			0,6			74,8			1,0	
Oktober	18,8	19,6	1,7	68,0	38,1	28,1		62,5	0,7	22,2	20,2	
Nopember	44,2	49,6	22,3	32,3	55,2	8,6	80,4	35,5	56,5	36,0	108,8	
Desember	62,6	76,8	63,5	63,7	50,6	55,1	72,5	49,5	36,5	57,6	97,9	
Hujan dalam milimeter												
Tempat pemeriksaan bandar udara Adisutjipto ; Tinggi diatas muka laut 120 meter												

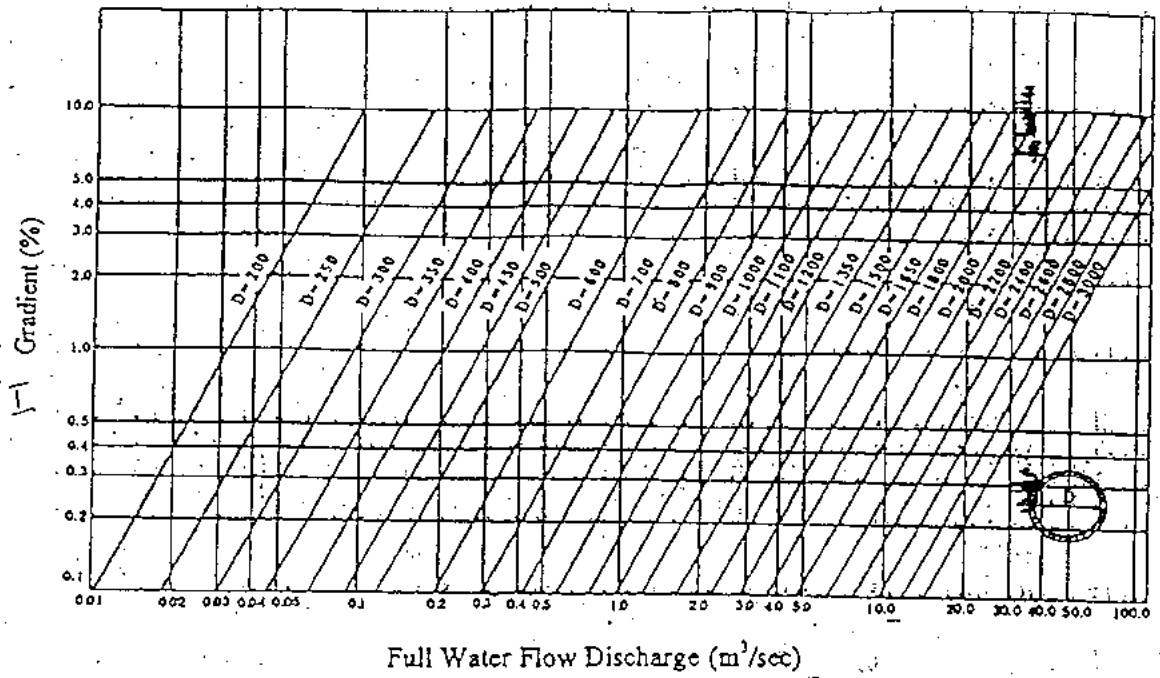


Fig. 2.3.5 Flow Discharge of Drainage Pipe

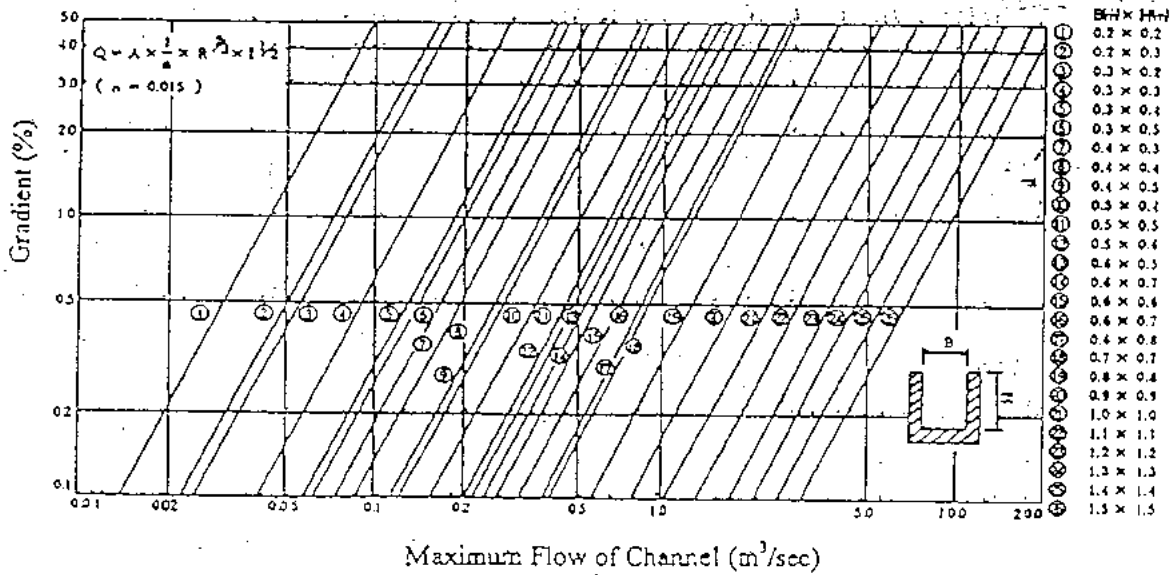


Fig. 2.3.6 Flow Discharge of U-Shaped Ditch

Tabel Permeabilitas Tanah  
 Permeabilitas and Drainage Characteristic of Soils

Soil type	Approximate Coefficient of Permeability $k$ (cm/sec)	Drainage Characteristic
Clean gravel	0.05 - 10	good
Clean coarse sand	0.4 - 3	good
Clean medium sand	0.05 - 0.15	good
Clean fine sand	0.04 - 0.02	good
Silty sand and gravel	$10^{-5}$ - 0.01	poor to good
Silty sand	$10^{-5}$ - $10^{-4}$	poor
Sandy clay	$10^{-6}$ - $10^{-5}$	poor
Silty clay	$10^{-6}$	poor
Clay	$10^{-7}$	poor
Colloidal clay	$10^{-9}$	poor

Sumber : "Standard Handbook for Civil Engineers", Frederick S. Merritt.

Permeability and Drainage Characteristic of Soils

Coefficient of Permeability $k$ (cm/sec)												
	$10^2$	$10^1$	1.0	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$
Drainage	Good					Poor			Practically Impervious			
Soil Types	Clean Gravel	Clean sands, Clean sands & gravel mixtures			Very fine sands, Organic & Inorganic soils, mixtures of sand, silt and clay			Homogenous Clay				





B. Klasifikasi Tanah

M.I.T. 1931 (Recommended)

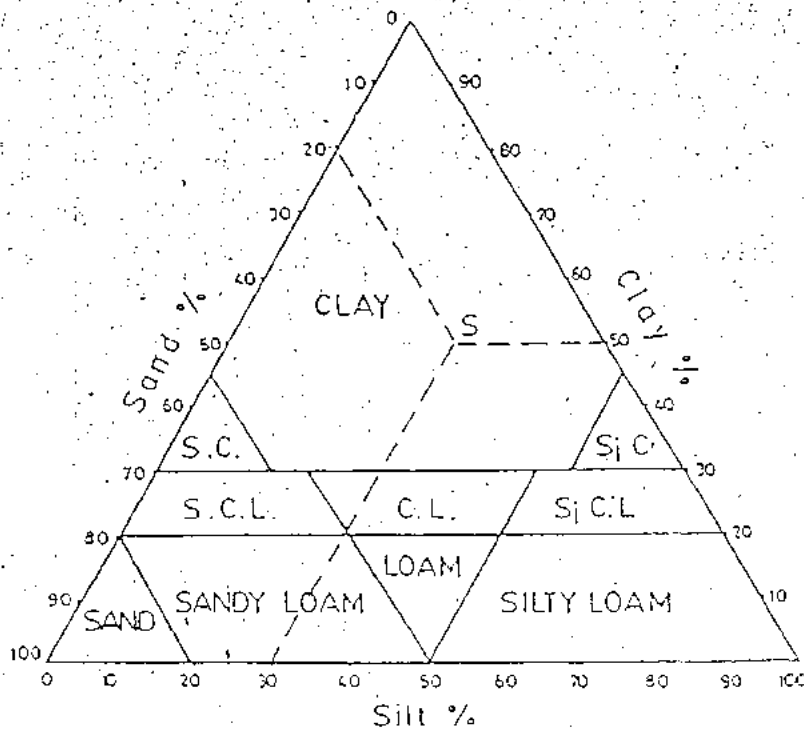
mm            2,0            0,06            0,002

Gravel	Sand	Silt	Clay
--------	------	------	------

Pembagian tanah menurut besar diameter butirnya.

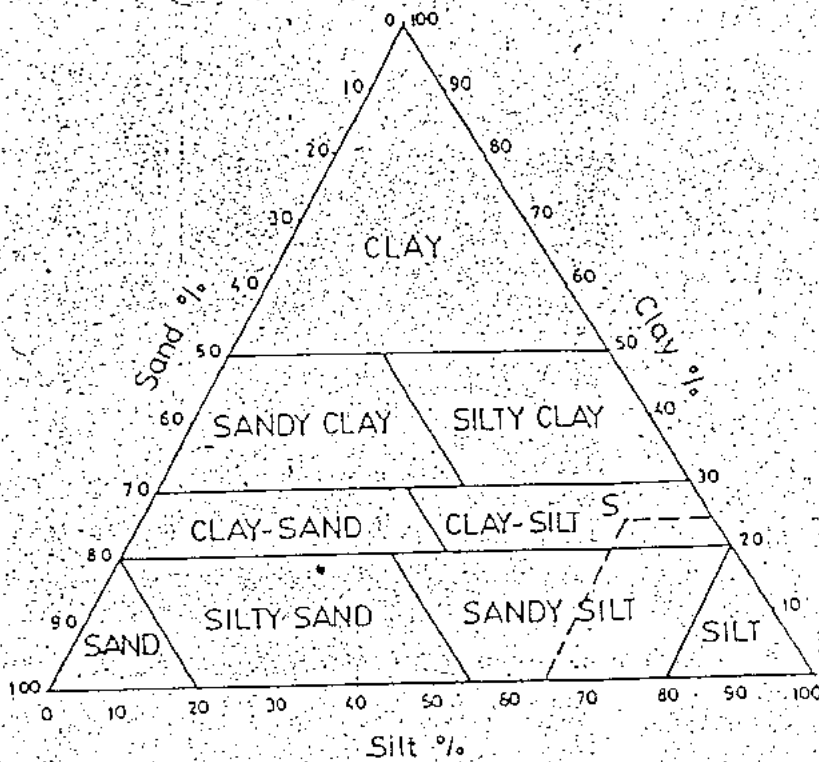
1. Soil Classification Chart

Developed by Bureau of Public Roads



Sumber : Mechanic in Engineering Practice, Karl Terzaghi and Ralph B. Peck

2. Klasifikasi Tanah Campuran



Sumber : Standard Handbook for Civil Engineering,  
Frederick S. Merritt

Lampiran 9

Jarak antara Pipa-Pipa Subdrain berdasarkan Klasifikasi Tanah dan Permeabilitas Tanah

Soil Classes	Presentase of Soil Separates			Depth of bottom of drain feet	Distance between subdrain feet
	Sand 2-0.05 mm	Silt 0.05-0.005 mm	Clay < 0.005 mm		
Sand	80 - 100	0 - 20	0 - 20	3 - 4 2 - 3	150 - 300 100 - 150
Sandy Loam	50 - 80	0 - 50	0 - 20	3 - 4 2 - 3	100 - 150 85 - 100
Loam	30 - 50	30 - 50	0 - 20	3 - 4 2 - 3	95 - 100 75 - 85
Clay Loam	20 - 50	20 - 50	20 - 30	3 - 4 2 - 3	55 - 65 45 - 55
Sandy Clay	50 - 50	0 - 70	30 - 50	3 - 4 2 - 3	40 - 45 35 - 40
Clay	0 - 50	0 - 50	30 - 100	3 - 4 2 - 3	30 - 35 25 - 30

Lampiran 10

Permeability Class	Permeability Rate inch per hour	Spacing for various depth		
		3 ft	4 ft	5 ft
Very slow	0.010 - 0.05	8 - 15	3 - 20	0 - 25
Slow	0.05 - 0.2	15 - 30	20 - 20	25 - 50
Moderately Slow	0.2 - 0.8	30 - 60	40 - 60	50 - 100
Moderate	0.8 - 2.5	60 - 110	80 - 145	100 - 180
Moderately Rapid	2.5 - 5.0	110 - 155	145 - 205	180 - 255
Rapid	5.0 - 10.0	155 - 220	205 - 290	225 - 360

Table 2.6.20 Wall Thickness of Pipes

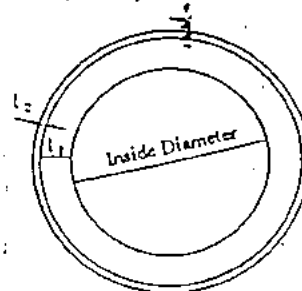
(Unit = mm)

Nominal Size	Centrifugally Reinforced Concrete Pipe		Prestressed Concrete Pipe						
	External Pressure Pipe, Types 1 and 2	External Pressure Pipe, Type 3	Inside Diameter (D)		Core Thickness (t <sub>c</sub> )		Exterior Coat Thickness (t <sub>e</sub> )	t <sub>1</sub> + t <sub>2</sub>	
			I	II	I	II		I	II
150	26								
200	27								
250	28								
300	30								
350	32								
400	35								
450	38								
500	42		500	500	42	40	25	67	65
600	50	50	612	600	44	44	+	69	69
700	58	58	724	700	46	46	+	71	71
800	66	66	828	800	52	50	+	77	75
900	75	75	932	900	59	55	+	84	80
1,000	82	82	1,034	1,000	65	60	+	90	85
1,100	88	88	1,134	1,100	71	65	+	96	90
1,200	95	95	1,234	1,200	78	70	+	103	95
1,350	103	103	1,382	1,350	87	75	+	112	100
1,500	112	112	1,532	1,500	96	85	+	121	110
1,650	120	120	1,680	1,650	105	95	+	130	120
1,800	127	127	1,824	1,800	115	100	+	140	125
2,000	145	145	2,040	2,000	125	110	+	150	135
2,200	160	160		2,200		160	+		185
2,400	175	175		2,400		175	+		200
2,600	190	190		2,600		190	+		215
2,800	205	205		2,800		205	+		230
3,000	220	220		3,000		220	+		245

Standard Length

(Unit = mm)

Type of Pipe	Pipe Size	Length
Centrifugally Reinforced Concrete Pipe	350 dia or smaller	2,000
	400 dia or larger	2,430
Prestressed Concrete Pipe	500 dia or larger 2,000 dia or smaller	4,000
	500 dia or larger 2,000 dia or smaller	2,300



t<sub>1</sub> = core thickness  
t<sub>2</sub> = exterior coat thickness

- Note 1) The above table shows the requirements specified in JIS A 5303-79 and JIS A 5333-83.
- Note 2) Specifications encircled by bold lines show the requirements specified in the standards of the Japan Hume Pipe Association.
- Note 3) Symbol "I" marked on prestressed concrete pipe indicates the size of pipe manufactured by centrifugal force and symbol "II" indicates the that manufactured by roll pressure bending.
- Note 4) Exterior coat thickness is not included in calculation of pipe wall thickness at center radius.

Table 2.6.19 Crack Load for Every Pipe Size

(Unit = kg/m)

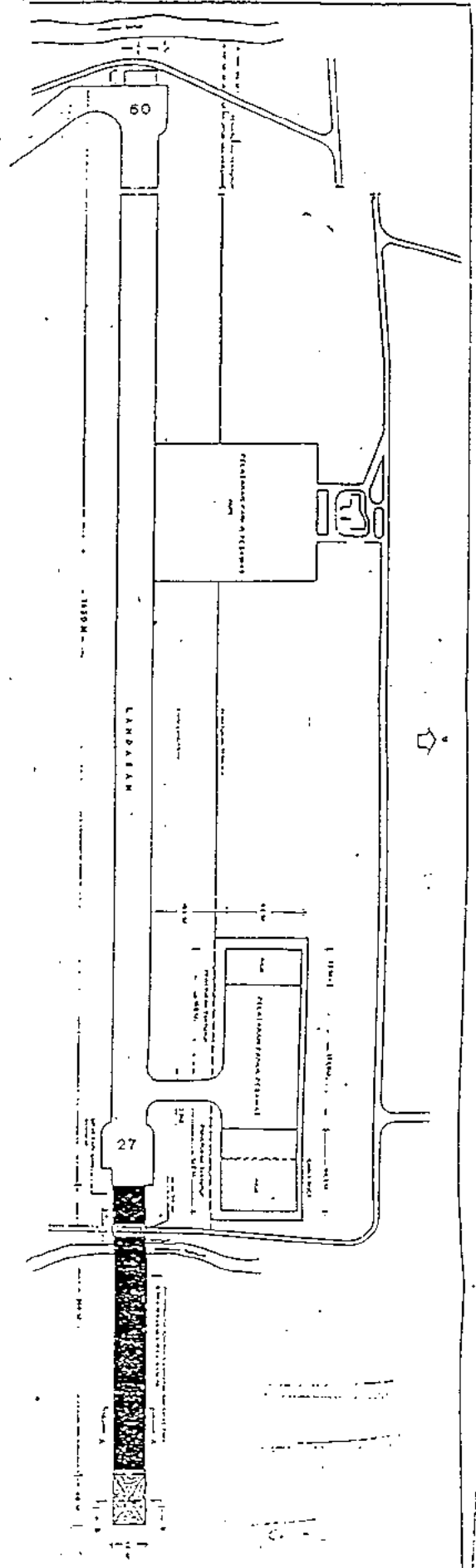
Type of Pipe Pipe Size (mm)	Centrifugally Reinforced Concrete Pipe			Prestressed Concrete Pipe				
	External Pressure Pipe Type 1 (old normal pipe type 1)	External Pressure Pipe Type 2 (old normal pipe type 2 or old CP pipe type 1)	External Pressure Pipe Type 2 (old CP pipe type 2)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
150	1,600	2,000						
200	1,400	2,200						
250	1,300	2,400						
300	1,400	2,600						
350	1,500	2,800						
400	1,600	3,000						
450	1,700	3,200						
500	1,800	3,400		11,200	9,700	8,000	6,400	5,600
600	2,000	3,700	5,500	11,000	9,500	7,800	6,100	5,200
700	2,200	4,100	6,100	11,300	9,600	7,900	6,100	5,200
800	2,400	4,500	6,700	12,000	10,200	8,400	6,400	5,500
900	2,600	4,800	7,200	13,000	11,000	8,800	6,700	5,600
1,000	2,800	5,200	7,800	13,800	11,700	9,400	7,300	6,100
1,100	2,900	5,400	8,100	14,400	12,100	10,000	7,600	6,100
1,200	3,000	5,600	8,400	15,100	12,800	10,500	8,100	6,900
1,350	3,200	6,000	9,000	15,700	13,300	10,800	8,200	6,900
1,500	3,400	6,400	9,600	16,900	14,300	11,800	9,000	7,500
1,650	3,600	6,800	10,200	18,000	15,500	12,700	9,700	8,000
1,800	3,800	7,200	10,800	19,000	16,100	12,900	9,800	8,200
2,000	4,000	7,700	11,600	20,000	16,500	13,700	10,300	8,500
2,200	4,200	8,200	12,300	21,000	17,700	14,300	10,800	8,900
2,400	4,400	8,700	13,100	22,000	18,500	14,900	11,200	9,300
2,600	4,600	9,200	13,800	23,000	19,300	15,500	11,800	9,700
2,800	4,800	9,700	14,600	24,000	20,100	16,100	12,300	10,100
3,000	5,000	10,200	15,300	25,000	20,900	16,700	12,800	10,500

(Note 1) The above table shows the requirements specified in JIS A 5303-79 and JIS A 5333-83.

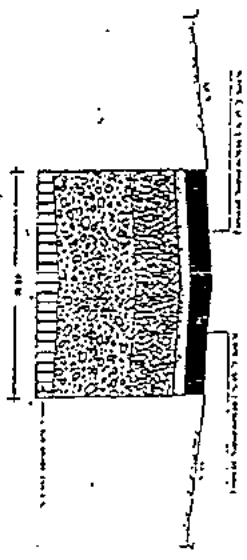
(Note 2) Specifications encircled by bold lines show the requirements specified in the standards of the Japan Home Pipe Association.

(Note 3) Crack load means the loads applied when cracks of 0.05 mm wide appear on the body of pipe.

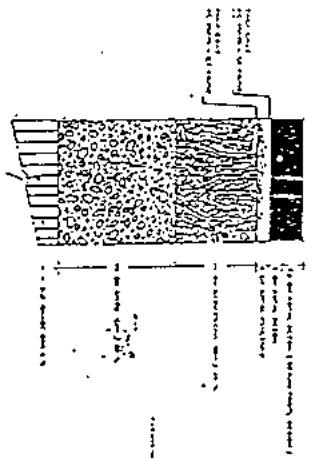
# Lampiran 13



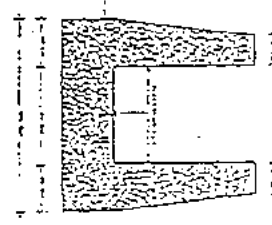
OTORONG MELIANG REBUATAN KONSTRUKSI LAMPYAN A = A  
M 1:100



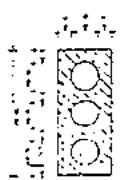
OTONG KONSTRUKSI ZIMBUNYAN LAMPYAN  
M 1:100



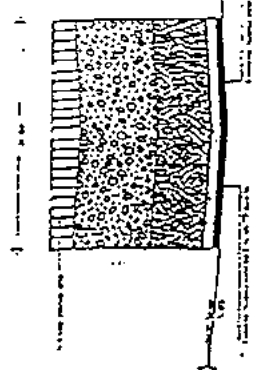
REFIN KONSTRUKSI BALOK DINDING  
M 1:100



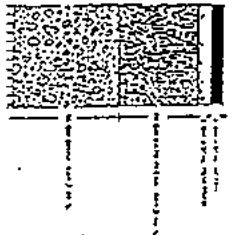
OTONG GATE QUET  
M 1:100



OTORONG MELIANG REBUATAN KONSTRUKSI LAMPYAN A = A  
M 1:100



REFIN KONSTRUKSI REBUATAN  
SEKEL PASIR  
M 1:100



**MASTER**  
DCC PRASARANA  
SISI UDARA GANDARA  
ADISUTJIPTO DIY

**UNCONTROLLED**  
DCC PRASARANA  
SISI UDARA GANDARA  
ADISUTJIPTO DIY

## C A T A I A N

DR. HENDRI WISNARDI, P. Eng

REVISI: 1. 10/10/2018

REVISI: 2. 10/10/2018

REVISI: 3. 10/10/2018

REVISI: 4. 10/10/2018

DIKEMBAHKAN SUDUT, JALAN, SISI UDARA

REVISI: 1. 10/10/2018

REVISI: 2. 10/10/2018

REVISI: 3. 10/10/2018

REVISI: 4. 10/10/2018

DIREKTORAT JENDERAL PERENCANAAN UDARA

DIREKTORAT TEKNIK BANDAR UDARA

ADISUTJIPTO - YOGYAKARTA

FASIHATIS LAMPYAN

REVISI: 1. 10/10/2018

REVISI: 2. 10/10/2018