

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Memasuki pembangunan jangka panjang tahap II (1994-2019) dan di era industrialisasi, pembangunan diarahkan pada sektor non migas khususnya bidang pariwisata, karena pariwisata merupakan penghasil devisa negara andalan kedua setelah produk-produk industri. Pesatnya pertumbuhan industri pariwisata di Yogyakarta (khususnya wisata seni dan budaya), dapat dilihat dari meningkatnya arus lalu lintas orang dan barang melalui bandar udara Adisutjipto. Dengan pertumbuhan industri pariwisata tersebut menjadikan bandar udara Adisutjipto Yogyakarta, sangat sibuk dalam melayani mobilisasi manusia serta kelancaran arus barang.

Bandar udara merupakan salah satu prasarana udara yang mempunyai peranan sangat penting dalam penyelenggaraan angkutan udara, dan menjadi tempat semua aktifitas pelayanan jasa angkutan udara. Keberhasilan dalam penyediaan pelayanan jasa angkutan udara, akan tercermin dari kemampuan teknis bandar udara dalam memenuhi berbagai kepentingan tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa produk bandar udara merupakan hasil dari pelaksanaan

operasional setiap tahunnya, serta tingkat pelayanan yang dihasilkan tersebut. (Djoko M, 1995).

Kemampuan pelayanan penerbangan dan kemampuan konstruksi pada lapangan terbang, mempunyai kontribusi yang besar terhadap pemberian pelayanan pemakai jasa transportasi udara yang memenuhi syarat, sehingga perlu dilakukan perencanaan sistem drainasi pada bandar udara yang memenuhi standar.

Sistem drainasi merupakan salah satu komponen dalam suatu sistem bandar udara, kinerjanya sangat mempengaruhi seluruh kegiatan operasional bandar udara tersebut. Seringnya terjadi kecelakaan pesawat di bandar udara Adisutjipto, menjadikan bandar udara Adisutjipto Yogyakarta sampai saat ini dinyatakan sebagai *RESTRICTED AIRPORT* oleh Menteri Perhubungan. *RESTRICTED AIRPORT* berarti pesawat terbang sekelas dengan DC-9 dan B-737 tidak boleh mendarat di bandar udara Adisutjipto Yogyakarta, khususnya pada saat cuaca buruk dan turun hujan.

Masalah yang menyangkut sistem drainasi pada pembangunan lapangan terbang baik untuk *Apron, Taxiway, Runway* serta faktor-faktor yang mempengaruhi proses terjadinya, perlu diketahui secara baik oleh perencana, pelaksana dan pengawasnya. Dengan diketahuinya faktor-faktor yang mempengaruhi sistem drainasi, maka perancangan dapat dioptimalkan untuk efisiensi yang maksimum.

Mengingat pentingnya peranan sistem drainasi, maka perlu dianalisis kembali kemampuan sistem drainasi bandar udara Adisutjipto, kemudian

dibandingkan dengan bangunan drainasi yang telah ada. Oleh karena itu, judul Tugas Akhir menjadi: “Analisis Perencanaan Sistem Drainasi Lapangan Terbang (Studi Kasus Pada Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta)”.

1.2 Permasalahan

Sering terjadinya kecelakaan pada bandar udara Adisutjipto diakibatkan oleh hujan yang jatuh diareal bandar udara melebihi kapasitas bangunan sistem drainasi yang ada. Oleh karena itu drainasi pada bandar udara Adisutjipto perlu dikaji kembali untuk melihat kelemahan-kelemahan yang ada. Contoh kecelakaan pesawat yang pernah terjadi (Wardhani S., 1995), adalah:

1. Pada tanggal 13 Januari 1995, pesawat B-737-300 Garuda rute Jakarta Yogyakarta-Denpasar tergelincir di ujung sebelah timur landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta.
2. Pada tanggal 16 Januari 1995, pesawat B-737-200 Sempati rute Jakarta-Yogyakarta-Denpasar tergelincir diujung sebelah timur landas pacu bandar udara Adisutjipto Yogyakarta.

1.3 Manfaat

Mengingat masalah perencanaan sistem drainasi telah banyak di analisis, namun masih sering terjadi beberapa kasus kegagalan sistem drainasi, maka tulisan ini diharapkan sebagai bahan perbandingan pada kasus yang sama dikemudian hari.

1.4 Tujuan.

Pengaruh curah hujan (*rain-fall*) yang masuk sampai ke bandar udara Adisutjipto adalah penyebab utama ketidaknyamanan/kegagalan lalulintas pesawat sehingga perlu dilakukan perencanaan sistem drainasi yang baik. Oleh karena itu tujuan pada tulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Menganalisis dan menghitung debit rencana, guna mengetahui debit yang akan terjadi akibat hujan pada seluruh daerah bandar udara, seperti *Runway*, *Taxiway*, dan *terminal Building*.
2. Menghitung dimensi/ukuran sarana sistem drainasi.
3. Mengevaluasi sistem bangunan drainasi yang sudah ada pada bandar udara Adisutjipto Yogyakarta.

1.5 Batasan Masalah.

Dalam tugas akhir ini, studi dibatasi pada permasalahan analisis debit sistem drainasi, yang didapat dari hasil perancangan metode FAA dan JICA, dengan membandingkan sistem drainasi yang ada pada bandar udara Adisutjipto Yogyakarta. Hasil perancangan sistem drainasi dengan metode FAA (Federal Aviation Administration) dan JICA (Japan International Cooperation Agency), kemudian dibandingkan dengan sistem drainasi yang ada dengan metode FAA dan JICA dapat diketahui kemampuan sistem drainasi bandar udara Adisutjipto Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ketentuan-ketentuan Perencanaan Sistem Drainasi

Perencanaan sistem drainasi adalah suatu analisis untuk melakukan pengeringan lahan yang ditujukan untuk keamanan konstruksi bangunan, pertanian dan kesehatan lingkungan. Perencana dan pelaksana harus benar-benar memahami karakteristik, status operasional dan kondisi lapangan. Faktor-faktor penting untuk perencanaan sistem drainasi adalah: kondisi alam yang ada, termasuk topografi, kondisi tanah, kondisi cuaca dan sistem air maupun kondisi sosial termasuk lingkungan daerah tersebut, pengontrolan banjir yang ada, maupun pemanfaatan sumber daya air. Terdapat dua macam sistem drainasi yaitu: drainasi permukaan tanah (*surface drainage*) dan drainasi di bawah tanah (*subsurface drainage*).

Hal-hal yang harus dipertimbangan pada sistem drainasi adalah usaha untuk mengalirkan arus air bujan dalam jangka waktu yang pendek. Usaha tersebut menjadi keutamaan, sehingga tidak menimbulkan hal-hal dapat merugikan akibat pegenangan air atau banjir pada daerah pemukiman.

Perencanaan sistem drainasi juga harus memperhatikan tingkat keamanan konstruksi dari fasilitas-fasilitas sistem drainasi yang akan digunakan, sebab

dikhawatirkan akan berakibat runtuhnya sistem drainasi yang digunakan akibat beban yang melebihi kekuatan konstruksi sistem drainasi (*over load*). Disamping itu sistem drainasi yang akan digunakan tidak mengganggu mobilitas habitat yang ada disekitarnya (Hardjoso Pr., Drainasi, 1987)

2.1.1 Perencanaan sistem drainasi lapangan terbang

Perencanaan sistem drainasi lapangan terbang meliputi tiga bagian yaitu: perencanaan sistem drainasi pada areal parkir pesawat (*apron*), *Taxiway* dan landas pacu (*runway*). Dalam perencanaan drainasi lapangan terbang beberapa hal yang harus dipahami oleh perencana, adalah:

1. Daerah yang harus dikeringkan sangat luas. Panjang landasan dapat mencapai 4 Km.
2. Permukaan daerah lapangan terbang bermacam-macam, terdiri dari beton, aspal, rumput dan lain-lain.
3. Tanah dibawah *Runway*, *Taxiway*, dan *Apron* harus cukup kuat daya dukungnya terhadap beban pesawat terbang yang lalu di atasnya. Misalnya DC 10 dengan berat 130 - 150 ton mengakibatkan tekanan tanah 11 - 15 kg/cm².
4. Sebagian besar permukaan daerah lapangan terbang terdiri dari beton dan aspal sehingga air hujan akan melimpas (*run off*) di atas permukaan. Air yang meresap ke dalam tanah hanya sedikit yaitu pada daerah bahu landas pacu (*shoulder*) dan *Run-way Safety Area* yang berupa lapangan rumput.

5. Kemiringan Landas pacu (*Run-way*) untuk mengalirkan air permukaan yaitu :

- ⇒ ke arah memanjang maksimum 1%,
- ⇒ ke arah melintang maksimum 1,5 %
- ⇒ kemiringan shoulder ke arah melintang maksimum 2,5 % - 5 %

Genangan air akibat hujan maximum 10 cm di atas Run-way dan harus segera dapat dikeringkan.

6. Sistem drainasi pada lapangan terbang harus baik, tidak diperkenankan ada saluran terbuka, kecuali selokan keliling lapangan terbang (*Interception Ditch*) yang menampung air yang akan memasuki lapangan terbang dari daerah sekelilingnya. Jadi sistem drainasi merupakan gabungan dari sistem drainasi permukaan (*surface drainage*) dan sistem drainasi bawah (*subsurface drainage*). Air hujan yang melimpas di atas Run-way, Taxiway dan shoulder dialirkan masuk ke dalam lubang-lubang inlet yang terletak 50 m dari Runway di daerah shoulder. Dari inlet air dialirkan keluar lewat pipa-pipa beton di dalam tanah ke *Out fall* dan diteruskan ke selokan keliling lapangan terbang (*interception ditch*). Jika *Interception ditch* terletak di ujung landas pacu (*Runway*), maka harus dibuat konstruksi selokan tertutup (*box culvert*) pada beton itu.
7. Dianjurkan memilih lokasi lapangan terbang yang memiliki drainasi alamiah yang baik yaitu tanahnya mudah didrain, sehingga selokan-selokan dan bangunan-bangunan drainasi lain yang harus dibuat tidak

terlalu banyak. Juga arah aliran air hujan dilihat untuk menentukan arah kemiringan *Runway*-nya.

8. Selokan -selokan drainasi lapangan terbang di desain dengan Intensitas hujan 1 x dalam 5 tahun terlampaui. Berarti dalam waktu 5 tahun boleh terjadi banjir 1 x atau banjir dengan periode ulang (*Return Period*) 5 tahun. Hal ini penting untuk keamanan konstruksi bangunan di lapangan terbang dan keselamatan pesawat yang *take-off* dan mendarat (*landing*).

2.1.2 Bentuk-bentuk Fasilitas Drainasi

Perencanaan bentuk-bentuk fasilitas drainasi ditentukan oleh kondisi di lapangan dan dimensi bentuk-bentuk fasilitas drainasi ditentukan dengan debit aliran yang terjadi. Bentuk-bentuk sistem drainasi bandar udara harus disesuaikan dan dirancang sesuai dengan kondisi di lapangan sehingga fasilitas-fasilitas yang digunakan dapat berfungsi secara optimal dan efisien.

Bentuk-bentuk fasilitas drainasi bandar udara dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 Tipe sistem drainasi bandar udara

Tipe		Drainasi areal datar	Drainasi tanggul tinggi
Saluran tertutup	Selokan bentuk kotak	○	○
	Selokan bentuk pipa	○	○
Saluran terbuka	Drainasi parit bentuk U	○	○
	Parit melingkar	○	
	Parit tembereng	○	
	Parit trapesium	○	
	Parit 0,5 lingkaran		○

Catatan : Lingkaran (○) menunjukkan adanya sistem drainasi bandar udara.

Sumber. JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport, November 22 1995.

Fasilitas-fasilitas drainasi saluran tertutup bandar udara yang umum digunakan yaitu selokan kotak dan selokan pipa, keuntungan dan kerugiannya dapat dilihat di dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tipe sistem drainasi bandar udara untuk saluran tertutup

Hal	Sistem selokan kotak	Sistem selokan pipa
Tipe	Beton cetakan di tempat Beton pracetakan Garis satu Garis double atau lebih	Memperkuat pipa baja Memperkuat pipa baja secara sentrifugal Pipa baja sebelum ditekan
Batas-batas struktural	Sistem ini secara mudah dapat disesuaikan, untuk angka arus dan beban	Sistem ini tidak menampung arus maupun beban yang lebih tinggi secara mudah
Tersedianya material	Material menjadi masalah tetapi kualitas bangunan mungkin tinggi di daerah-daerah yang penanaman baja tidak tersedia didekat daerah tersebut.	Material tidak menjadi masalah, karena dicetak sebelumnya di pabrik oleh karena itu sistem ini tidak menguntungkan untuk daerah-daerah terpencil dalam biaya transportasi extra.
Ekonomi	Selokan-selokan box lebih menguntungkan tetapi tergantung pada ketebalan permukaan tanah, jenis beban, dan kesulitan bahan buatan pabrik sehingga perlu membandingkan keduanya.	Jika jenis pipa yang ada mempunyai garis tengah 1000 mm maka tidak menguntungkan.
Keamanan bangunan	Kesulitan terjadi jika selokan box dengan bagian dalam yang kecil dibentangkan sepanjang jarak bangunan tersebut. Jika produk-produk pracetakan tersedia, para pekerja dapat aman dan jangka waktu pembangunan dapat diperpendek. Oleh karena itu produk-produk pracetakan hanya dibatasi pada ukuran max 3m x 3m dan hanya sesuai untuk beban kendaraan standar pada umumnya.	Sistem selokan pipa dapat diselesaikan dalam jangka waktu yang lebih pendek.
Perawatan	Sedimen lebih banyak mengendap.	Tidak terlalu banyak endapan sedimennya.

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport, November 22 1995.

Tipe sistem drainasi bawah permukaan tanah dapat dipakai untuk areal bandar udara manapun sedangkan untuk tipe sistem drainasi saluran terbuka hanya bisa dipakai untuk apron, dengan ketentuan gradiennya datar.

Untuk fasilitas-fasilitas drainasi saluran terbuka bandar udara yang umum digunakan yaitu selokan drainasi bentuk U, selokan melintang, selokan segmental dan selokan trapesium dapat dilihat dalam tabel 2.3.

Tabel 2.3 Bentuk-bentuk fasilitas drainasi saluran terbuka

	Drainasi bentuk U	Selokan melintang	Selokan segmental	Selokan trapesium
Tipe	Cetak di tempat Sebelum cetakan Cetakan datar Konstruksi kuat			Blok masonry atau cetakan aspal
Ekonomi	Jika selokan bentuk U digunakan diatas permukaan aspal seperti apron penutupnya harus mempunyai seksi persilangan yang lebih besar. Keputusan akhir sebaiknya dibuat dengan memperhatikan dari segi ekonomis		Sangat ekonomis	Biaya konstruksi dapat meningkat tergantung pada kesulitan konstruksi
Kemamanan bangunan	Tidak ada masalah dalam konstruksi yang spesifikasi pada konstruksi ini kecuali pekerjaan yang sulit yang disebabkan dari kondisi tanah dan lapisan air tanah	Sama seperti kolom sebelah kiri	Tidak ada masalah	Konstruksi dapat menjadi sangat sulit oleh tingginya lapisan air tanah
Perawatan	Mudah	Susah	Mudah	Mudah
Faktor lain		Dipasang diatas lapisan permukaan aspal. Usaha-usaha sebaiknya dilakukan untuk meminimalkan lebar selokan pada permukaan dan untuk mengamankan secara rutin dari lapisan permukaan aspal dimana selokan tadi ditempatkan, dan untuk meminimalkan dampak dari lalu-lintas pesawat. Ukuran dibatasi 300 mm atau lebih besar.	Biasanya tidak diperlukan untuk mengamankan saluran air yang diperlukan pada seksi persilangan hanya dengan saluran segmental. Selokan ini memungkinkan adanya kolom penghubung dan kolom air lokal	Areal saluran air pada seksi persilangan yang besar dapat disediakan.

2.1.3 Kemiringan Drainasi

Kemiringan drainasi: perbandingan persentasi antara beda tinggi dan panjang sistem drainasi yang ditinjau. Perencanaan kemiringan drainasi sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dan alinyemen yang ada di lapangan dan akan berpengaruh dengan kecepatan aliran yang direncanakan.

2.2 Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah ialah kemampuan tanah untuk diresapi air, yang dipengaruhi tingkat kepadatan tanah, maka air dapat mengalir melalui pori-pori ini. sifat ini menyebabkan tanah bersifat permeabel.

Permeabilitas dipengaruhi oleh:

1. Besar kecil ukuran pori-pori atau kepadatan tanah.
2. Gradasi tanah (pembagian dan ukuran butir-butir padat) dan kepadatannya.
3. Keadaan air, yaitu berat jenis air dan kekentalannya.
4. Kadar udara diantara butir-butir padat.

Tanah permeabel (*pervious*): tanah yang mudah dilalui/diresapi air. Misalnya: kerikil dan pasir (*gravel and sand*).

Tanah impermeabel (*impervious*): tanah yang sulit dilalui air atau kedap air. Misalnya: tanah lempung murni (*clay*).

Derajat permeabilitas tanah untuk berbagai macam jenis dapat dalam tabel 2.4. di bawah ini.

Tabel 2.4. Derajat permeabilitas tanah

Jenis tanah	k (cm/det)	Derajat Permeabilitas
* kerikil (<i>gravel</i>)	$> 10^{-1}$ cm/det	permeabilitas tinggi (<i>high permeability</i>)
* kerikil halus, pasir (<i>sand</i>)	$10^{-1} - 10^{-3}$ cm/det	permeabilitas sedang (<i>medium permeability</i>)
* pasir sangat halus, (<i>silty-sand</i>), pasir tidak padat.	$10^{-3} - 10^{-5}$ cm/det	permeabilitas rendah (<i>low permeability</i>)
* tanah padat, pasir tidak murni (<i>clayey silt</i>).	$10^{-5} - 10^{-7}$ cm/det	Permeabilitas sangat rendah (<i>very low permeability</i>)
* tanah rapat air (<i>clay homogen</i>)	$< 10^{-7}$ cm/det	kedap air (<i>impervious</i>)

Sumber: Hardjoso Pr., Drainasi, 1987

2.3 Koefisien Aliran (Coefficient of Run-off)

Koefisien aliran adalah perbandingan persentase air keseluruhan dikurangi air hilang dalam masa pengaliran. Dengan air yang mengalir secara keseluruhan. Koefisien aliran dipengaruhi oleh permukaan yang ditinjau, sehingga dikenal dua macam permukaan yaitu: Permukaan kedap air (*impervious surface*), misalnya Jalan aspal, Perkerasan beton dan atap rumah dan mempunyai koefisien aliran antara 0,90 - 0,95. Permukaan lulus air (*pervious surface*), misalnya: lapangan rumput dan daerah pertanian. Koefisien aliran lapangan rumput dan daerah pertanian sangat dipengaruhi oleh jenis tanahnya. Koefisien aliran untuk daerah pertanian atau lapangan rumput menurut jenis tanahnya seperti pada tabel 2.5. di bawah ini.

Tabel 2.5 Koefisien aliran untuk daerah rumput.

Klasifikasi tanah	Kondisi	Koefisien permeabilitas (k) (cm/detik)	Koefisien Aliran (C)
Kerikil atau kerikil dan campuran pasir		Lebih dari 10^{-1}	0,3
Pasir	Tidak kohesif	$10^{-1} - 10^{-2}$	0,3
	Kohesif	$10^{-2} - 10^{-3}$	
Tanah berpasir	Tidak kohesif	$10^{-3} - 10^{-4}$	0,3 - 0,5
	Kohesif	$10^{-4} - 10^{-5}$	
Tanah kohesif	Lunak	$10^{-3} - 10^{-6}$	0,5
	Keras	$10^{-6} - 10^{-7}$	
Lempung		Kurang dari 10^{-7}	0,5

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport, November 22 1995.

2.4 Koefisien kekasaran

Koefisien kekasaran pada aliran sistem drainasi akan berpengaruh dengan kecepatan aliran. Dalam pemilihan tipe saluran sistem drainasi pada daerah yang mempunyai debit banjir besar sebaiknya digunakan tipe saluran yang mempunyai kekasaran kecil, sehingga diperlukan waktu yang singkat/pedek untuk melakukan pengeringan daerah yang akan didrainasi.

Koefisien kekasaran dari sistem drainasi dapat dilihat dalam tabel 2.6.

Tabel 2.6. Koefisien kekasaran dari sistem drainasi yang bervariasi.

Tipe dari sistem drainasi	Koefisien kekasaran
Pemipaan yang terpusat	0,013
Kotak selokan	0,012 - 0,015
Selokan drainasi bentuk U	0,015 - 0,020
Saluran pembuangan drainasi dalam	0,020 - 0,040
Selokan air Blok batu tembok	0,015 - 0,030
Daerah berumput	0,050

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport, November 22 1995.

Pemilihan tipe saluran didasarkan pada tingkat kekasarannya belum dapat memberikan hasil yang optimal sebab faktor-faktor lain seperti Kondisi topografi, tingkat keamanan konstruksi juga harus dipertimbangkan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Menentukan Hujan Rata-Rata

Untuk dapat menghitung debit rancangan pada suatu daerah diperlukan hujan rerata daerah. Hujan rerata daerah dihitung berdasarkan data hujan yang tercatat pada beberapa stasiun penakar hujan. Bila dalam suatu areal perencanaan (*catchment area*) terdapat beberapa data penakaran atau pencatatan curah hujan, maka untuk mendapatkan data curah hujan areal adalah mengambil harga rata-ratanya. Ada tiga cara untuk menentukan hujan rata-rata areal sebagai berikut:

3.1.1 Rata-rata aljabar.

Tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitungan (*arithmetic mean*) dari penakaran pada penakar hujan diareal tersebut.

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \quad (3 - 1)$$

dengan :

\bar{d} : tinggi curah hujan rata-rata

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$: tinggi curah hujan pada pos penakar 1,2,3.....n

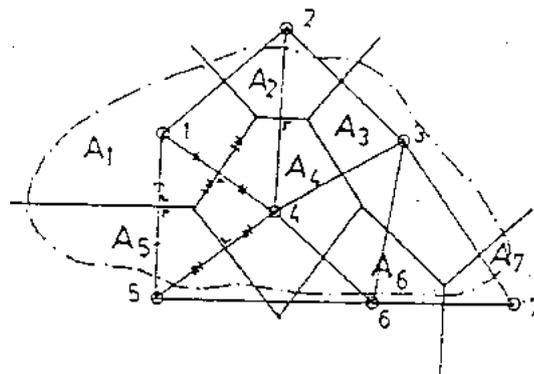
n : banyaknya pos penakar.

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipergunakan, asalkan, pos-pos penakarnya terbagi merata di areal tersebut.

3.1.2 Polygon Thiessen.

Dari ketiga cara ini yang memungkinkan dipakai dengan melihat kondisi di lapangan, dan lebih mudahnya perhitungan serta lebih akuratnya data yang didapat untuk perancangan bandar udara, maka digunakan cara polygon Thiessen.

Cara ini didasarkan atas rata-rata timbang (*weighted average*). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar seperti terlihat pada gambar 3. 1.



Gambar 3.1. Cara membuat Polygon Thiessen

Selanjutnya, penghitungan daerah pengaruh tiap-tiap stasiun misalnya A_1 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 1, A_2 luas daerah pengaruh pos penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = A$ adalah merupakan jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika pos penakar 1 tinggi hujanya adalah d_1 , pos penakar 2 adalah d_2 hingga pos penakar n menakar d_n , maka;

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + \dots + A_n.d_n}{A}$$

$$d = \sum_i^n \frac{A_i \times d_i}{A} \quad (3-2)$$

$$\text{Jika } \frac{A_i}{A} = p_i$$

yang merupakan presentasi luas maka;

$$d = \sum_i^n p_i . d_i$$

Dengan :

A = Luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

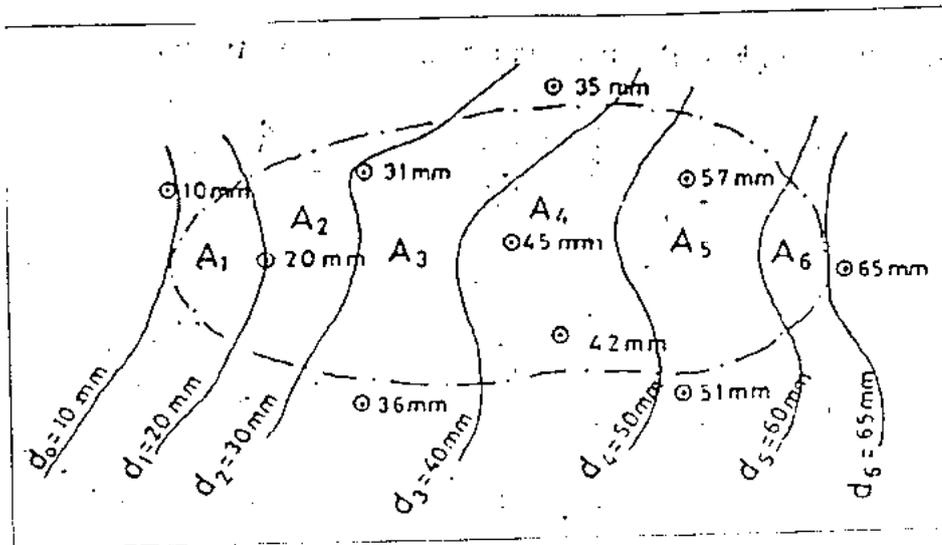
$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan dipos 1,2,3, n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh pos 1,2,3, n

$$\sum_i^n p_i = \text{jumlah prosentasi luas} = 100\%$$

3.1.3 Isohyet

Perhitungan tinggi hujan rata-rata dengan cara Isohyet yaitu menggambar contour dengan tinggi hujan yang sama, seperti terlihat pada gambar 3. 2. dibawah ini.



Gambar 3.2 Cara membuat Polygon Isohyet.

Kemudian luas bagian diantara isohyets-isohyets yang berdekatan diukur, dan harga rata-rata timbang dari nilai contour, seperti berikut ini

$$d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_{i-1} + d_i}{2} A_i}{A}$$

(3-3)

dengan :

A = Luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

$d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada isohyet 0,1,2,..... n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-

isohyet yang bersangkutan

Cara ini adalah yang paling teliti, tetapi membutuhkan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat guna memungkinkan untuk membuat garis-garis isohyet.

3.1.4 Analisis Hujan Rancangan

Penetapan hujan rancangan untuk perencanaan sistem drainasi pada lapangan terbang dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari ketersediaan data. Makin baik data yang tersedia dalam pengertian kuantitatif dan kualitatif memberikan hasil data hidrologi yang lebih baik.

Dalam rumus parameter statistik dikenal beberapa jenis distribusi frekuensi dan yang banyak digunakan dalam hidrologi yaitu:

1. Agihan normal
2. Agihan log-normal
3. Agihan log-pearson tipe III
4. Agihan Gumbel

Beberapa parameter yang digunakan dalam menentukan rumus agihan untuk perhitungan hujan rancangan adalah sebagai berikut:

1. Curah hujan maksimal rerata, dipakai rumus:

$$P_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} p_i \quad (3-4)$$

2. Simpangan baku, dipakai rumus:

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (p_i - p_m)^2}{n-1}} \quad (3-5)$$

3. Koefisien variasi (Cv), dipakai rumus:

$$C_v = \frac{\sigma_{n-1}}{P_m} \quad (3-6)$$

4. Koefisien kemencengan, dipakai rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_m)^3}{\sigma_{n-1}^3} \quad (3-7)$$

5. Kurtosis (ck), dipakai rumus:

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (P_i - P_m)^4}{\sigma_{n-1}^4} \quad (3-8)$$

6. Ketentuan-ketentuan tipe-tipe sebaran.

Tabel 3.1 Ketentuan-ketentuan tipe-tipe sebaran.

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

Dari ketentuan-ketentuan tabel diatas akan dapat diketahui agihan yang akan digunakan dalam menentukan Faktor kekerapan (*frekuensi factor*).

Ada dua metode analisis yang umum digunakan di Indonesia dalam menentukan harga k (*frekuensi factor*) yaitu :

a) Data biasa (agihan gambel)

- I. Rerata yang diharapkan (y_n), didapat dari tabel 3.2 dengan linier, untuk jumlah sampel (n).

Tabel 3.2 Gambel untuk rerata yang diharapkan dan simpangan baku maksimal

Jumlah sampel	Rerata yang diharapkan (y_n)	simpangan baku maksimal (s_n)
10	0,4952	0,9497
15	0,5128	1,0206
20	0,5236	1,0628
25	0,5309	1,0913
30	0,5362	1,1124
35	0,5403	1,1285
40	0,5436	1,1413
45	0,5463	1,1518
50	0,5465	1,1607
55	0,5504	1,1681
60	0,5521	1,1747
65	0,5536	1,1803
70	0,5548	1,1854
75	0,5559	1,1898
80	0,5569	1,1938
85	0,5578	1,1973
90	0,5589	1,2007
100	0,5600	1,2035
200	0,5672	1,2359
1000	0,5724	1,2588

2. Simpangan baku maksimal (s_n), didapat dari tabel 3.2 dengan linier, untuk jumlah sampel (n).
3. Faktor kekerapan (*Frequensi faktor*), dipakai rumus :

$$k = \frac{y - y_n}{s_n} \quad (3 - 9)$$

dengan :

$$y = -\ln \ln \frac{T}{T - 1}$$

T = Kala ulang (*return priod*)

4. Hujan dengan kala ulang T tahun, dipakai rumus :

$$P_T = P_m \times (1 + k \times C_v)$$

b) Data log (log-pearson tipe III)

1. Ubah data debit banjir tahunan $X_1, X_2, X_3, X_4, \dots, X_n$ menjadi $\log X_1, \log X_2, \log X_4, \dots, \log X_n$
2. Curah hujan maksimai rerata, dipakai rumus:

$$\text{Log } P_m = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \log p_i \quad (3 - 10)$$

3. Simpangan baku, dipakai rumus:

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\log p_i - \log p_m)^2}{n - 1}} \quad (3 - 11)$$

4. Koefisien variasi (C_v), dipakai rumus:

$$C_v = \frac{\sigma_{n-1}}{\text{Log } P_m} \quad (3 - 12)$$

5. Koefisien kemencengan, dipakai rumus:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \times \frac{\sum_{i=1}^n (\log P_i - \log P_{n-i})^3}{\sigma_{n-1}} \quad (3-13)$$

6. Faktor frekuensi k untuk agihan log-pearson tipe III, didapat dari tabel 3.3 dan tabel 3.4.

Tabel 3.3 Faktor frekuensi K untuk agihan log-pearson tipe III dengan skewness negatif

Koef. Skewnes	Kala Ulang (tahun)							
	1,01	2	5	10	25	50	100	200
-0,0	-2,326	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	-2,400	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	-2,472	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	-2,544	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,4	-2,615	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	-2,686	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	-2,755	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	-2,824	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	-2,891	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	-2,957	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	-3,022	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	-3,087	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	-3,149	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	-3,211	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	-3,271	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	-3,330	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	-3,388	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,7	-3,444	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	-3,499	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1,9	-3,553	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	-3,605	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	-3,656	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,2	-3,705	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	-3,753	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	-3,800	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833
-2,5	-3,845	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	-3,889	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	-3,932	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	-3,973	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	-4,013	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	-4,051	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

Tabel 3.4 Faktor frekuensi K untuk agihan log-pearson tipe III
dengan skewness positif

Koef. Skewnes	Kala Ulang (tahun)							
	1,01	2	5	10	25	50	100	200
3,0	-0,667	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,690	-0,390	0,440	1,195	2,227	3,134	4,013	4,904
2,8	-0,714	-0,384	0,400	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,740	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,093	3,932	4,783
2,6	-0,769	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,799	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,046	3,845	4,562
2,4	-0,832	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,867	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,905	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444
2,1	-0,946	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,990	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,919	3,605	4,298
1,9	-1,037	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-1,087	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,449	4,147
1,7	-1,140	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-1,197	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-1,256	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,742	3,330	3,910
1,4	-1,318	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-1,383	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-1,449	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-1,518	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-1,588	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,002	3,489
0,9	-1,660	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-1,733	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-1,806	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-1,880	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-1,955	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,042
0,4	-2,029	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-2,140	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-2,178	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-2,252	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	-2,326	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

Perhitungan dari rumus-rumus dan tabel di atas akan didapatkan hujan ekstrim, yang di dapat dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } P_r = \log P_m + (K \times \sigma_{n-1}) \quad (3-14)$$

Kemudian di cari antilog dari P_T untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki.

3.1.5 Intensitas Curah Hujan atau Deras Hujan Rata-rata (qt)

Dalam membuat perencanaan bangunan air pertama-tama yang harus ditentukan adalah berapa besar debit yang harus diperhitungkan, atau lazim disebut debit (banjir) perencanaan.

Pada umumnya makin besar t, intensitas hujannya makin kecil. Jika tidak ada waktu untuk mengamati besarnya intensitas hujan atau disebabkan karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut:

$$1. \text{ Talbot (1881) } \quad i = \frac{a}{t + B} \quad (3 - 15)$$

$$a = \frac{\sum (i.t) \sum (i^2) - \sum (i^2.t) \sum i}{p \sum (i^2) - (\sum i)^2}$$

$$b = \frac{\sum i . \sum (i.t) - p \sum (i^2.t)}{p \sum (i^2) - (\sum i)^2}$$

$$2. \text{ Sherman (1905) } \quad i = \frac{a}{t^n} \quad (3 - 16)$$

$$\log a = \frac{\sum \log i \sum (\log t)^2 - \sum (\log t \log i) \sum \log t}{p \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2}$$

$$n = \frac{\sum \log i \sum \log t - p \sum (\log t \log i)}{p \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2}$$

Rumus ini cocok untuk waktu $t > 2$ jam

$$3. \text{ Ishiguro (1953) } \quad i = \frac{a}{\sqrt{t + b}} \quad (3 - 17)$$

$$4. \text{ Mononabe } \quad i = \frac{d_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m \quad (3 - 18)$$

dengan:

i = intensitas hujan (mm / jam)

t = waktu (durasi) curah hujan (menit untuk i),

$a, b, n, m,$ = konstanta,

d_{24} = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Konstanta nilai b dapat pula dicari dengan rumus Talbot's:

$$b = \frac{60 - 10 \times \beta_N^{10}}{\beta_N^{60}} \quad (3 - 19)$$

$$i = R_{60}^N \frac{b + 60}{t + b} \quad (3 - 20)$$

β_N^{10} = Koefisien karakteristik,

$\frac{I_{10}^N}{R_{60}^N}$ untuk periode kala ulang curah hujan (n th)

R_{60}^N = 60 menit intensitas curah hujan untuk periode kala ulang curah hujan (n tahun).

I_{10}^N = 10 menit intensitas curah hujan untuk periode kala ulang curah hujan (n tahun).

$\beta_N^{10} = R_{60}^N$ dapat juga diperoleh dengan tabel

Sedangkan yang digunakan JICA untuk perhitungan intensitas hujan dengan menggunakan rumus perkiraan aliran dasar ialah:

$$\log_{10}(x + b) = \log_{10}(x_0 + b) + \frac{1}{a} \xi \quad (3-21)$$

$$\frac{1}{a} = \sqrt{\frac{2N}{N-1}} \times S_x$$

$$S_x = \sqrt{Y^2 - Y^2}$$

$$Y = -\log_{10}(x_1 + b)$$

dengan:

x = curah hujan harian

x_0 = nilai rata-rata

ξ = variabel normal

N = jumlah nomer data

3.2 Perhitungan Perencanaan Drainasi Menurut JICA

Perhitungan perencanaan menurut **JICA** lebih sistematis dan terpadu sebab menyangkut beberapa bagian-bagian konstruksi yang jarang digunakan dalam perencanaan drainasi yang umum digunakan di Indonesia seperti: Gorong-gorong, konstruksi bangunan penahan dan konstruksi bak penampungan/polder (*embankment*).

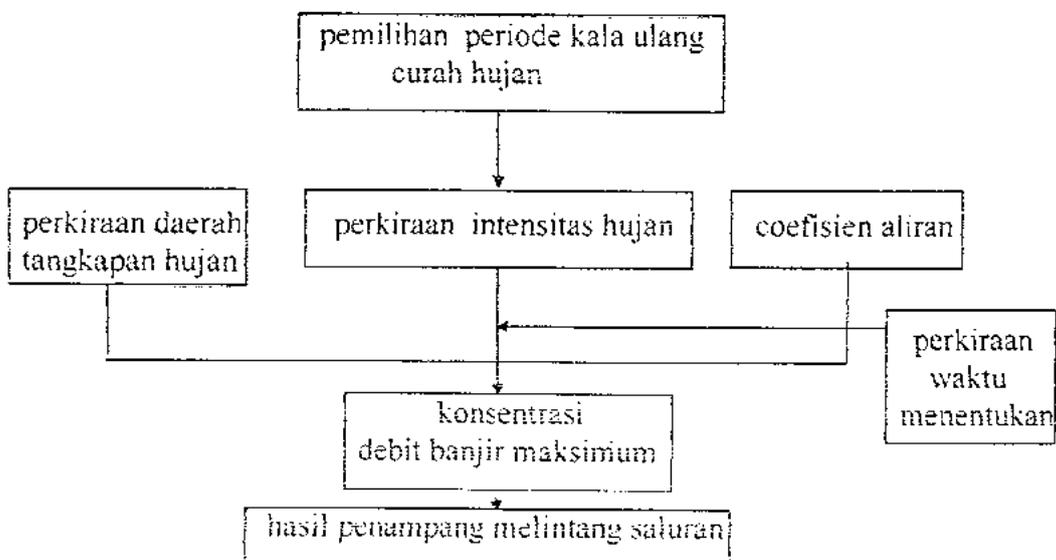
Sangat diperlukan bahwa sistem drainasi pada bandar udara mempunyai kapasitas untuk menggumpulkan aliran-aliran secara cepat dari curah hujan pada

suatu lingkungan bandara yang luas, bersama-sama dengan aliran dari areal yang berdekatan tanpa menghalangi fungsi dari lapangan terbang tersebut, dalam layanan jasa transportasi udara. Sistem drainasi secara umum dapat dikelompokkan dalam dua bagian, yaitu sistem drainasi dalam (*onsite drainage system*) dan sistem drainasi luar (*offsite drainage system*).

3.2.1 Sistem Drainasi Dalam

Sistem drainasi dalam harus dapat dirancang untuk menyediakan sistem drainasi yang ekonomis dan efektif dengan mempertimbangkan semua faktor-faktor yang ada di lapangan seperti lokasi fasilitas udara, rencana reklamasi titik pengeluaran saluran drainasi, tingkatan air (pasang surut) serta kapasitas aliran.

Gambar 3.3. memperlihatkan bagan alir perencanaan sistem drainasi dalam.



Gambar 3.3 Bagan alir perencanaan sistem drainasi dalam.

Dalam bagan alir perencanaan sistem drainasi dalam pada gambar di atas dapat dijelaskan bahwa, sistem drainasi dalam biasanya penempatannya

berdasarkan pada denah umum fasilitas lapangan terbang dan kondisi topografi dari areal yang saling berdekatan.

Dapat dianggap bahwa sistem drainasi dalam kebanyakan terdiri dari fasilitas aliran atas, seperti saluran terbuka, bak penampungan untuk mengumpulkan aliran dan fasilitas aliran bawah seperti cabang saluran drainasi terbuka dan jalur utama untuk menghubungkan aliran yang terkumpul untuk dibuang di luar lapangan terbang. Oleh sebab itu fasilitas drainasi merupakan faktor yang penting untuk mengalirkan aliran yang ada pada lapangan terbang.

Sistem drainasi dalam khususnya areal perencanaan lapangan terbang dan denah dari jalur utama harus direncanakan dengan sistematis, sebab pada sistem ini tidak dapat dimodifikasi dengan mudah terutama menyangkut perhitungan berbagai struktur yang berhubungan dengan masa konstruksi. Untuk analisis perhitungan sistem drainasi dalam adalah:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{360} \quad (3 - 22)$$

dengan:

Q = debit aliran permukaan pada daerah landasan yang ditinjau (m^3/dt)

i = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah yang direncanakan (ha)

C = koefisien aliran - permukaan landasan = 0,95
 - permukaan rumput = 0,50
 - permukaan bangunan = 0,90

Sedangkan untuk menghitung debit aliran pada saluran-saluran drainasi sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor t_1 (waktu aliran pada inlet), t_2 (lama pengaliran pada saluran)

$$t_1 = \frac{3,261 (1,1 - C)\sqrt{D}}{\sqrt[3]{S}} \quad (3 - 23)$$

$D = 7\sqrt{1+m^2}$; dimana D adalah panjang inlet

$$S = 1/m \times L$$

dengan:

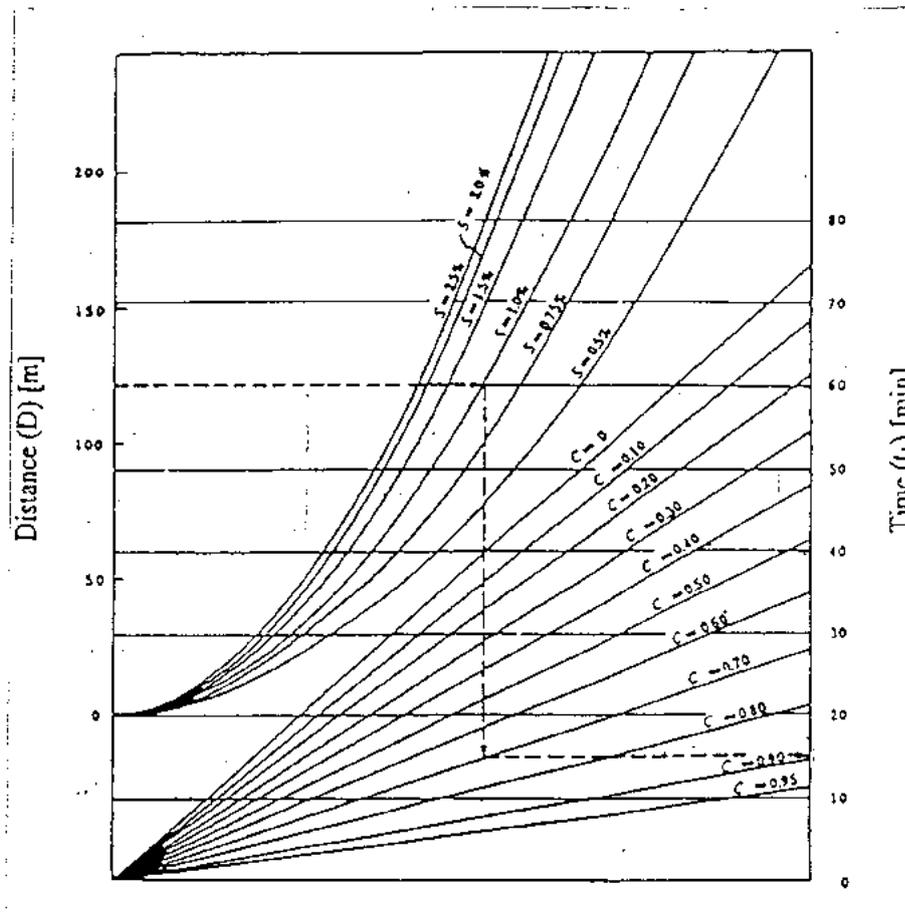
C = koefisien run-off rata-rata

L = panjang pengaliran

m = gradien

S = kemiringan

t_1 dapat juga dicari dengan grafik waktu inlet Gambar 3.4 dengan:



Gambar 3.3. grafik waktu inlet (t_1)

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport. November 22 1995.

$$t_2 = L / (V \times 60) \quad (3 - 24)$$

dengan:

t_2 = waktu pengaliran

V = 1 m/dt

$$t = t_1 + t_2 \quad (3 - 25)$$

t = waktu total

Untuk mencari debit aliran digunakan rumus yang tertera di bawah ini:

Untuk mencari debit aliran digunakan rumus yang tertera di bawah ini:

$$Q = A \times V \quad (3 - 26)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (3 - 27)$$

dengan:

Q = Debit rancangngan dari sistem drainasi dalam

V = Kecepatan aliran dari sistem drainasi dalam

A = Luas basah

n = Koefisien kekasaran Manning

I = Kemiringan aliran (%)

Untuk mencari radius hidraulik digunakan rumus:

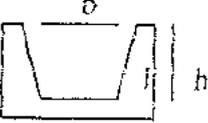
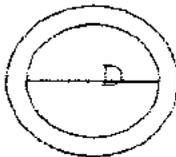
$$R = \frac{A}{P} \quad (3 - 28)$$

dengan:

P = Keliling basah

Harga R dapat juga dicari dengan menggunakan rumus yang terdapat pada tabel 3.4 atau pada lampiran 6.

Tabel 3.4 Potongan melintang saluran dan radius hidraulik.

Type saluran	Potongan melintang saluran	Luas saluran	Radius hidraulik
Kotak		$A = b \times h$	$R = \frac{b \times h}{b + 2h}$
Trapeسيوم		$A = (b + mh) h$	$R = \frac{(b + mh)h}{b + 2\sqrt{1 + m^2} h}$
Lingkaran		$A = \frac{\pi}{4} D^2$	$R = \frac{1}{4} D$
Lengkung		$A = 0,5 (bh)$	$R = \frac{h}{2}$

Sumber: JICA TEXT, Design Manual for Drainage Systems, and Common Utility Products for Airport, November 22 1995.

3.2.2 Sistem Drainasi Luar

Perencanaan sistem drainasi luar disesuaikan dengan kapasitas debit banjir sungai yang ada di sekitar bandar udara, bilamana hal ini perlu menyelusuri kembali saluran air untuk bandar udara maupun ketika sungai yang ada ditaksir tidak dapat mencukupi atau menerima aliran air dari bandar udara tersebut. Untuk

ini perlu penelitian guna menentukan batas rata-rata yang dapat ditampung oleh sungai tanpa memperbaiki, juga tanpa membuat kolam-kolam penampungan.

Di dalam perencanaan sistem drainasi luar dibuat juga dengan memperhatikan daerah-daerah yang berdekatan dan akibat samping yang mungkin terjadi dimasa depan tentang kualitas air yang mengalir keluar di bandar udara sehingga tidak terjadi polusi. Selanjutnya untuk perhitungan sistem drainasi luar digunakan rumus-rumus seperti persamaan (3 - 22) dan (3 - 27).

BAB IV

DATA PERENCANAAN

4.1 Umum.

Perencanaan sistem drainasi pada bandar udara harus menghasilkan bangunan yang dapat bekerja dengan baik. Pada sistem drainasi bandar udara tidak diperbolehkan ada selokan terbuka, kecuali di sekeliling bandar udara. Fungsi selokan keliling untuk menahan dan menampung air yang akan memasuki bandar udara dari daerah sekitarnya.

Sistem drainasi merupakan gabungan dari *sub surface drainage* dan *surface drainage*. Air hujan diatas *runway*, *taxiway*, dan *shoulder* dialirkan masuk kedalam lubang-lubang masukan (*inlet*) untuk kemudian dialirkan ke dalam saluran terbuka di sekeliling bandar udara.

Data yang diperlukan untuk perencanaan drainasi bandar udara adalah :

1. Luas daerah yang dilayani oleh sistem drainasi.
2. Luas permukaan kedap air dan lulus air dari daerah yang dilayani.
3. Data hujan, yang terdiri dari intensitas hujan, frekuensi hujan, dan durasi hujan.

Bandar udara Adisutjipto Yogyakarta merupakan bandar udara satu-satunya yang ada di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Dibangun pada tahun 1949 (sekitar perang dunia II), dengan pengelola PT. Angkasa Pura I.

4.1.1 Lokasi Bandar Udara Adisutjipto.

Bandar udara Adisutjipto terletak 9 Km sebelah timur kota Yogyakarta yang dihubungkan jalan kelas I (jalan raya Yogyakarta-Solo) dan jalan kelas III sampai dengan lokasi Bandar udara Adisutjipto. Bandar udara Adisutjipto termasuk dalam wilayah Dusun Maguwoharjo, Kecamatan Depok Kabupaten Sleman, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Situasi bandar udara Adisutjipto dibatasi arah utara jalan Raya Yogya-Solo dan pemukiman, arah timur pemukiman penduduk, arah selatan Akademi Angkatan Udara, dan arah barat juga dibatasi oleh pemukiman penduduk.

4.1.2 Elevasi, Temperatur dan Kemiringan Landas Pacu Bandar Udara Adisutjipto.

Elevasi bandar udara Adisutjipto terletak pada ketinggian 350 feet atau 106,6 meter diatas permukaan laut. Temperatur rata-rata di bandar udara Adisutjipto Yogyakarta adalah: pagi hari 24.8 °C, siang hari 29.9 °C, sore hari 26.1 °C (sumber Stasiun Meteorologi Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta)

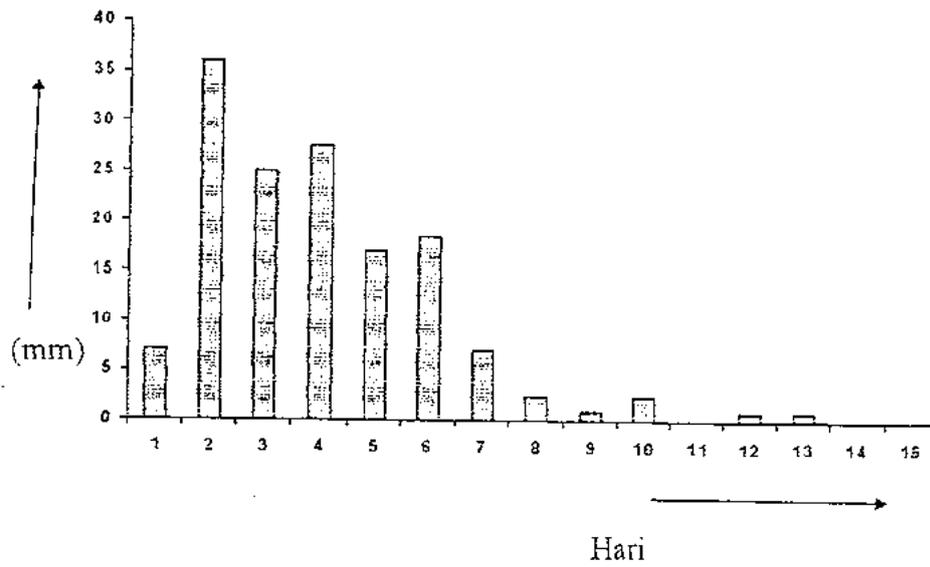
Kondisi kemiringan landas pacu di bandar udara Adisutjipto Yogyakarta: kemiringan arah memanjang adalah 0,28 %, kemiringan arah melintang adalah 1,50 %

4.2 Data Hidrologi.

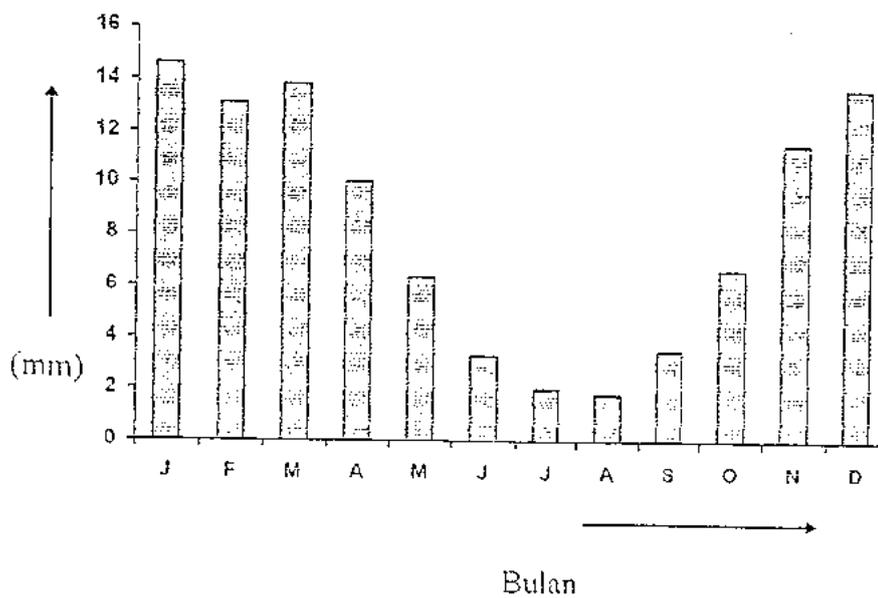
Data yang dikumpulkan meliputi data hujan, data elevasi muka air dari stasiun pencatat hujan yang ada disekitar bandar udara Adisutjipto yang dikoordinasikan oleh Badan Meterologi dan Geofisika Pangkalan Angkatan Udara Adisutjipto Yogyakarta, meliputi :

4.2.1 Hujan Rata-rata tahunan.

Hujan tahunan berkisar antara 2000 - 3000 mm, 80 % hujan turun pada bulan November sampai dengan April. Durasi hujan sangat pendek antara 2 - 6 jam. Hujan tertinggi pada sekitar elevasi 100 - 150 meter dari permukaan air laut dan berkurang pada elevasi di atas dan di bawah elevasi tersebut. Untuk lebih jelasnya dapat diperiksa pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2.



Gambar 4.1. Intensitas curah hujan harian



Gambar 4.2. Intensitas curah hujan bulanan

Sumber: Badan Meteorologi dan Geofisika Bandar Udara Adisutjipto Yogyakarta

4.2.2 Probabilitas dan durasi hujan (*Rainfall Duration*)

Probabilitas hujan untuk beberapa stasiun yang mewakili, didapat dari analisis intensitas hujan dan probabilitasnya dengan panjang data ulang 22 tahun, yang dapat dilihat pada tabel hujan harian maximum dari tahun 1974 -1995.

Tabel 4.1. Data hujan harian maximum (R_{24}) dari tahun 1974 - 1995.

Tahun	Data hujan harian maximum (mm)
1974	83,0
1975	80,0
1976	70,0
1977	98,0
1978	78,0
1979	58,0
1980	83,0
1981	106,0
1982	116,0
1983	103,5
1984	84,0
1985	109,4
1986	128,0
1987	89,0
1988	146,3
1989	110,0
1990	84,8
1991	127,2
1992	110,2
1993	68,4
1994	125,6
1995	108,8

Data hujan pada tabel diatas diambil dari stasiun hujan bandar udara Adisutjipto Yogyakarta, dengan garis lintang $07^{\circ} 47'$ LS dan garis bujur $110^{\circ} 26'$ BT, sedangkan tinggi di atas permukaan laut adalah 120 meter.

4.3 Topografi dan Struktur Tanah

Hal-hal yang perlu dipahami dalam perencanaan sistem drainasi lapangan terbang adalah masalah kriteria-kriteria perencanaan, seperti pemahaman yang menyangkut tinggi genangan air maksimum yang disyaratkan pada Runway (landas pacu), Taxiway, Apron maupun pemahaman tentang kondisi daerah yang akan didrainasi menyangkut luas areal (*Catement Area*).

4.3.1 Situasi dan Alinyement Lapangan Terbang Adisutjipto

Dalam pekerjaan teknik, terutama untuk pekerjaan yang besar, peta sangat diperlukan untuk menentukan batas-batas daerah lapangan terbang. Peta harus menggambarkan kondisi topografi lokasi proyek, data teknik yang diperlukan untuk perencanaan. Pekerjaan survei bertujuan untuk mendapatkan peta untuk keperluan *basic design* dan *detail design* dan pemasangan titik-titik kontrol yang berhubungan dengan lokasi perencanaan.

Secara garis besar situasi topografi bandar Adisutjipto mempunyai alinyement permukaan hampir merata dengan interval 0,5 - 1 meter, tiap 50 - 100 meter panjang dan mempunyai kemiringan-kemiringan antara 0,1% - 0,2% dari alur-alur yang diapit

oleh dua sungai yaitu sungai Kali Kuning dan sungai Tambak Bayan dengan jarak 2200 m

Pengaliran sistem drainasi diarahkan di dua sungai tersebut dengan debit aliran yang berimbang. Kondisi struktur tanah pada bandar udara Adisutjipto Yogyakarta berupa pasir berlumpur (*silty sand*) dan kerikil pasir berlumpur (*gravel silty sand*) dengan permeabilitas antara 1×10^{-05} cm/det sampai dengan 1×10^{-02} cm/det.

4.3.2 Penentuan batas-batas areal yang harus didrainasi

Penentuan batas-batas areal yang harus didrainasi adalah meliputi :

a. Landas pacu (runway)

Panjang landas pacu yang dimiliki oleh bandar udara Adisutjipto Yogyakarta adalah 2200 meter dengan lebar 45 meter. Pembagian areal saluran drainasi untuk landas pacu (*segmental gutter*) akan direncanakan menjadi empat bagian dengan luas sistem drainasi (550 x 45 meter). Dalam perencanaan sistem drainasi diasumsikan untuk satu inlet mempunyai areal pengaliran yang sama kecuali pada bagian ujung landasan sehingga dalam analisis perencanaannya hanya dibuat pada bagian yang mewakili dan pada bagian ujungnya saja.

Untuk bagian *shoulder* diambil jarak maksimal 105 meter dari tepi landas pacu, yang merupakan batas areal drainasi, sedangkan kemiringan-kemiringan pada *shoulder* diambil nilai rata-rata untuk menentukan kecepatan aliran. Pipa-pipa.

selokan-selokan dan pekerjaan drainasi lainnya harus sepenuhnya telah dapat bekerja sebelum pelaksanaan pekerjaan subgrade, sub-base atau shoulders.

Permukaan sebelah dalam dari pipa harus lurus dan sesuai dengan ukuran. Penyimpangan hanya diperbolehkan maksimum satu setengah persen (1,5 %). Dan toleransi satu centimeter untuk diameter pipa.

b. Taxiway

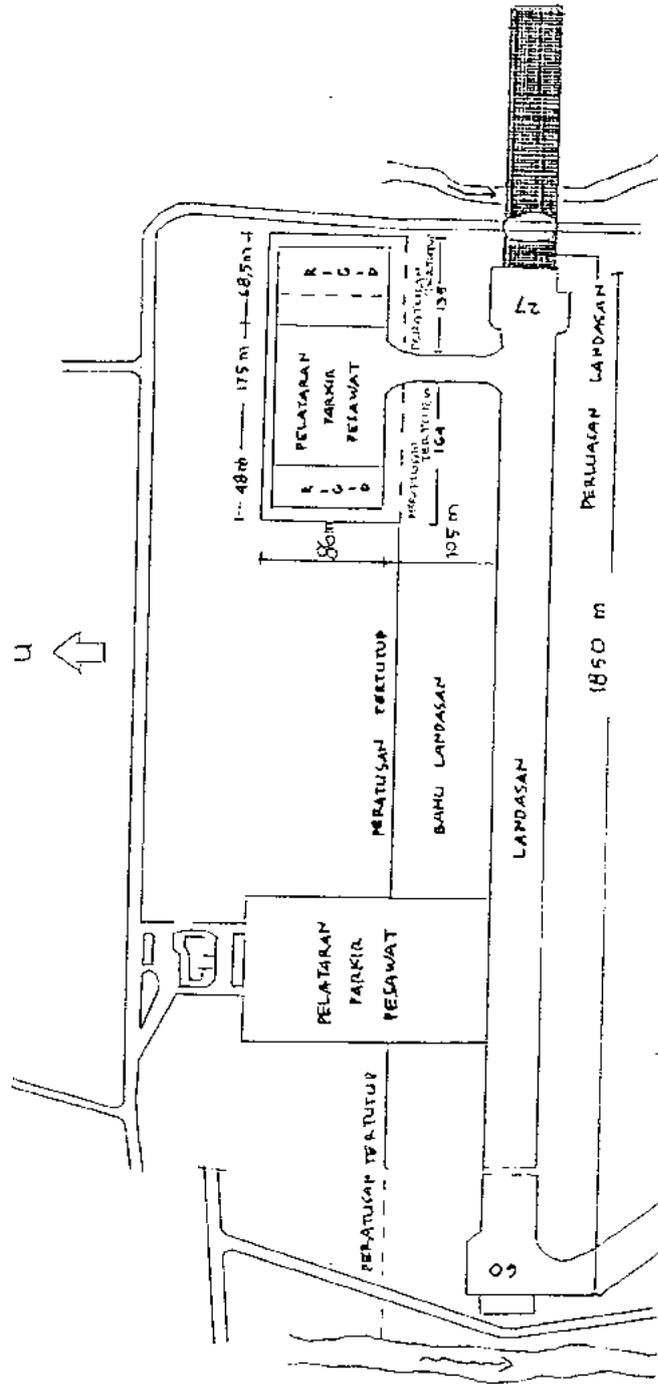
Untuk perencanaan sistem drainasi pada taxiway menyesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan, dalam perencanaannya analisis debit yang terjadi disatukan dengan perencanaan landas pacu.

c. Apron

Untuk perencanaan sistem drainasi pada Apron dibuat bak control untuk menyaring masuknya tumpahan minyak pada saat pengisian bahan bakar yang mengendap pada permukaan landasan dan terbawa air hujan yang mengalir. Luas Apron yang dimiliki bandar udara Adisutjipto Yogyakarta adalah $14.872,41 \text{ m}^2$.

4.4 Bentuk sistem drainasi pada landas pacu (run way)

Bentuk sistem drainasi landas pacu bandar udara Adisutjipto adalah sistem drainasi tertutup, dengan jarak 105m dari tepi landas pacu, sedang panjang sistem drainasi ini adalah 1850 m. Denah pada sistem drainasi tepi landas pacu bandar udara Adisutjipto dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini.



4.1. Gambar sistem drainasi landas paku bandar udara Adisujipto

4. 5. Bentuk sistem drainasi pada apron

Bentuk sistem drainasi pada apron (pelataran parkir pesawat), yang ada pada bandar udara Adisutjipto adalah sistem drainasi tertutup dengan pemipaan (konstruksi cable duct), yang berfungsi mengalirkan air dari permukaan pelataran parkir pesawat, guna menghindari terjadinya genangan.