

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 hujan dalam jangka waktu yang pendek. Usaha tersebut menjadi keutamaan, sehingga tidak menimbulkan hal-hal dapat merugikan akibat penguapan 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
Keamanan 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 mengijinkan 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.

