

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Irigasi**

##### **3.1.1 Definisi Irigasi**

Irigasi didefinisikan sebagai suatu cara pemberian air, baik secara alamiah ataupun buatan kepada tanah dengan tujuan untuk memberi kelembapan yang berguna bagi pertumbuhan tanaman.

*Secara alamiah :*

- a. secara alamiah air disuplai kepada tanaman melalui air hujan.
- b. cara alamiah lainnya, adalah melalui genangan air akibat banjir dari sungai, yang akan menggenangi suatu daerah selama musim hujan, sehingga tanah yang ada dapat siap ditanami pada musim kemarau.

*Secara buatan :*

Ketika penggunaan air ini mengikutkan pekerjaan rekayasa teknik dalam skala yang cukup besar, maka hal tersebut disebut irigasi buatan (*Artificial Irrigation*).

Irigasi buatan secara umum dapat dibagi dalam 2 (dua) bagian, yaitu :

- a. Irigasi Pompa (*Lift Irrigation*), dimana air diangkat dari sumber air yang rendah ke tempat yang lebih tinggi, baik secara mekanis maupun manual.
- b. Irigasi Aliran (*Flow Irrigation*), dimana air dialirkan ke lahan pertanian secara gravitasi dari sumber pengambilan air.

##### **3.1.2 Tujuan Irigasi**

Sesuai dengan definisi irigasinya, maka tujuan irigasi pada suatu daerah adalah upaya rekayasa teknis untuk penyediaan dan pengaturan air dalam menunjang proses produksi pertanian, dari sumber air ke daerah yang memerlukan serta mendistribusikan secara teknis dan sistematis.

### **3.1.3 Manfaat Irigasi**

Adapun manfaat dari suatu sistem irigasi, adalah :

- a. untuk membasahi tanah, yaitu pembasahan tanah pada daerah yang curah hujannya kurang atau tidak menentu.
- b. untuk mengatur pembasahan tanah, agar daerah pertanian dapat diairi sepanjang waktu pada saat dibutuhkan, baik pada musim kemarau maupun musim penghujan.
- c. untuk menyuburkan tanah, dengan mengalirkan air yang mengandung lumpur dan zat-zat hara penyubur tanaman pada daerah pertanian tersebut, sehingga tanah menjadi subur.
- d. untuk kolmatase, yaitu meninggikan tanah yang rendah / rawa dengan pengendapan lumpur yang dikandung oleh air irigasi.
- e. untuk pengelontoran air , yaitu dengan menggunakan air irigasi, maka kotoran / pencemaran / limbah / sampah yang terkandung di permukaan tanah dapat digelontor ketempat yang telah disediakan (saluran drainase) untuk diproses penjernihan secara teknis atau alamiah.
- f. pada daerah dingin, dengan mengalirkan air yang suhunya lebih tinggi dari pada tanah, sehingga dimungkinkan untuk mengadakan proses pertanian pada musim tersebut.

### **3.2 Jaringan Irigasi**

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.32/PRT/M/2007, disebutkan bahwa jaringan irigasi adalah saluran, bangunan, dan bangunan pelengkap yang merupakan satu kesatuan yang diperlukan untuk penyediaan, pembagian, pemberian, penggunaan, dan pembuangan air irigasi. Ada beberapa jenis jaringan irigasi yaitu:

- a. Jaringan irigasi primer adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri atas bangunan utama, saluran induk/primer, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagi-sadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkap.

- b. Jaringan irigasi sekunder adalah bagian dari jaringan irigasi yang terdiri atas saluran sekunder, saluran pembuangannya, bangunan bagi, bangunan bagisadap, bangunan sadap, dan bangunan pelengkapannya.
- c. Jaringan irigasi tersier adalah jaringan irigasi yang berfungsi sebagai prasarana pelayanan air irigasi dalam petak tersier yang terdiri atas saluran tersier, saluran kuarter dan saluran pembuang, boks tersier, boks kuarter, serta bangunan pelengkapannya.

### **3.2.1 Pengelolaan**

Pengelolaan atau manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, mengarahkan dan mengendalikan kegiatan untuk mencapai tujuan organisasi dengan menggunakan sumber daya organisasi (Hanafi, 1997). Pengelolaan didefinisikan sebagai suatu aktifitas, seni, cara, gaya, pengorganisasian, kepemimpinan, pengendalian, dalam mengendalikan atau mengelola kegiatan. Tahapan pengelolaan dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, operasi dan pemeliharaan, organisasi, kepemimpinan, pengendalian, sampai pada evaluasi dan monitoring (New Webster Dictionary, 1997; Echols dan Shadily, 1998; Webster's New Word Dictionary, 1983; Collins Cobuild, 1988).

### **3.2.2 Pengelolaan Jaringan Irigasi**

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 77 Tahun 2001 dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.32/PRT/M/2007 menyebutkan bahwa Pengelolaan Jaringan Irigasi adalah kegiatan Operasi dan Pemeliharaan serta rehabilitasi jaringan irigasi di Daerah Irigasi. Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi primer dan sekunder menjadi wewenang dan tanggung jawab pemerintah, pemerintah provinsi, dan pemerintah kabupaten/kota sesuai dengan kewenangannya. Subak dapat berperan serta dalam operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi primer dan sekunder sesuai dengan kebutuhan dan kemampuannya.

Operasi dan Pemeliharaan jaringan irigasi tersier menjadi hak dan tanggung jawab subak. Dalam hal subak tidak mampu melaksanakan operasi dan

pemeliharaan jaringan irigasi yang menjadi hak dan tanggung jawabnya pemerintah, pemerintah provinsi, atau pemerintah kabupaten/kota dapat memberikan bantuan dan atau dukungan fasilitas berdasarkan permintaan subak dengan memperhatikan prinsip kemandirian.

### **3.2.3 Operasi Jaringan Irigasi**

Operasi jaringan irigasi adalah upaya pengaturan air irigasi dan pembuangannya, termasuk kegiatan membuka menutup pintu bangunan irigasi, menyusun rencana tata tanam, menyusun system golongan, menyusun rencana pembagian air, melakukan kalibrasi pintu/ bangunan, mengumpulkan data, memantau dan mengevaluasi. Agar operasi jaringan dapat dilaksanakan dengan baik harus tersedia data pendukung antara lain :

- a. Peta Wilayah Kerja Pengelolaan Irigasi sesuai dengan tugas dan tanggung jawab.
- b. Peta Daerah Irigasi dengan batas daerah irigasi dan plotting saluran induk dan saluran sekunder, bangunan air, lahan irigasi serta pembagian golongan.
- c. Skema Jaringan Irigasi yang menggambarkan saluran induk dan saluran sekunder, bangunan air dan bangunan lainnya yang ada disetiap ruas dan panjang saluran, petak tersier dengan data debit rencana, luas petak, kode golongan yang masing-masing dilengkapi dengan nomenklatur.

### **3.2.4 Pemeliharaan Jaringan Irigasi**

Pemeliharaan jaringan irigasi adalah upaya menjaga dan mengamankan jaringan irigasi agar selalu dapat berfungsi dengan baik guna memperlancar pelaksanaan operasi dan mempertahankan kelestariannya melalui kegiatan perawatan, perbaikan, pencegahan dan pengamanan yang harus dilakukan secara terus menerus. Adapun jenis pemeliharaan jaringan irigasi terdiri dari:

- a. Pengamanan jaringan irigasi.  
Pengamanan jaringan irigasi merupakan upaya untuk mencegah dan menanggulangi terjadinya kerusakan jaringan irigasi yang disebabkan

olehdaya rusak air, hewan atau manusia guna mempertahankan fungsi dari jaringan irigasi tersebut.

b. Pemeliharaan rutin.

Pemeliharaan rutin merupakan kegiatan perawatan dalam rangka mempertahankan kondisi jaringan irigasi yang dilaksanakan secara terusmenerus tanpa ada bagian konstruksi yang diubah atau diganti.

c. Pemeliharaan berkala

Pemeliharaan berkala merupakan kegiatan perawatan dan perbaikan yang dilaksanakan secara berkala yang direncanakan dan dilaksanakan oleh dinas yang membidangi irigasi dan dapat bekerja sama dengan P3A/ GP3A/ IP3A secara swakelola berdasarkan kemampuan lembaga tersebut dan dapat pula dilaksanakan dengan kontraktual.

d. Perbaikan darurat.

Perbaikan darurat dilakukan akibat bencana alam dan atau kerusakan berat akibat terjadinya kejadian luar biasa (seperti pengrusakan/ pengebolan 11 tanggul, longsor tebing yang menutup jaringan, tanggul putus dll) dan penanggulangan segera dengan konstruksi tidak permanen agar jaringan irigasi tetap berfungsi.

### **3.2.5 Pengamanan Air**

Jaringan irigasi (bangunan sadap, bangunan ukur, bangunan bagi, saluran, dll) perlu diamankan agar fungsi dan kondisinya dapat terjaga. Kondisi yang baik belum tentu fungsinya juga baik, demikian juga sebaliknya. Untuk menjaga jaringan irigasi tersebut, maka perlu dilakukan usaha-usaha pengamanan, yang tidak saja dilakukan oleh petugas pemerintah namun juga petani pemakai air.

Untuk dapat melakukan pengamanan yang memadai, perlu diketahui hal-hal yang harus dihindarkan yang berkaitan dengan jaringan irigasi tersebut. Hal tersebut perlu dihindarkan 2 karena secara teknis akan berpengaruh terhadap kemampuan jaringan untuk secara efisien menyalurkan air ke petak sawah. Namun demikian apabila masyarakat tani dengan secara dialogis sepakat bahwa hal tersebut tidak perlu dilarang dengan segala resiko yang ada, maka dapat

dibenarkan. Apabila hal-hal yang seharusnya dapat dihindari tapi masih dilakukan oleh beberapa petani, akan mengakibatkan permasalahan yang berbuntut perselisihan, baik antar anggota P3A atau antar P3A atau dengan organisasi lain.

### 3.2.6 Kehilangan Air

Kehilangan air yang disebabkan karakteristik saluran mengakibatkan berkurangnya jumlah air yang dapat dimanfaatkan bagi pertumbuhan tanaman terutama padi dan rendahnya efisiensi pengairan. Dalam usaha peningkatan efisiensi pengairan, penggunaan airpengairan perlu dilakukan tindakan pencegahan terjadinya kerusakan saluran secara periodik, dan jenis pencurian air di sepanjang saluran yang ada. Dalam rangka memperkecil kehilangan air dalam eksploitasi irigasi perlu diusahakan agar nilai parameter saluran tersebut seminimal mungkin, debit air tidak perlu terlalu besar, yang penting saluran yang perlu mendapat bagian air dapat dibagi sesuai dengan debit yang diperlukan.

### 3.3 Debit Rencana

Debit rencana sebuah saluran dihitung dengan rumus umum berikut :

$$Q = \frac{c \times N \times A}{e}$$

Dengan :

- $Q$  = debit rencana, l/s
- $c$  = koefisien pengurangan karena adanya sistem golongan,
- $NFR$  = kebutuhan bersih (netto) air di sawah, l/s/ha
- $A$  = luas daerah yang diairi, ha
- $e$  = efisiensi irigasi secara keseluruhan.

Jika air yang dialirkan oleh jaringan juga untuk keperluan selain irigasi, maka debit rencana harus ditambah dengan jumlah yang dibutuhkan untuk keperluan itu, dengan memperhitungkan efisiensi pengaliran. Kebutuhan air lain

selain untuk irigasi yaitu kebutuhan air untuk tambak atau kolam, industri maupun air minum yang diambil dari saluran irigasi .

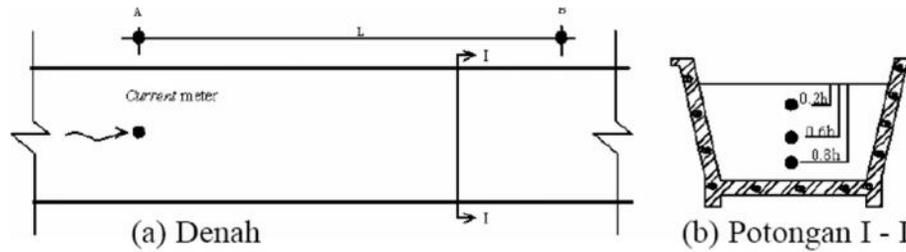
"Lengkung Kapasitas Tegal" yang dipakai sejak tahun 1891, tidak lagi digunakan untuk perencanaan kapasitas saluran irigasi. Alasannya adalah:

- a. sekarang telah ada metode perhitungan kebutuhan air di sawah yang secara lebih tepat memberikan kapasitas bangunan sadapter sier. jika dipakai bersama-sama dengan angka-angka efisiensi ditingkat tersier.
- b. pengurangan kapasitas saluran yang harus mengairi areal seluas lebih dari 142 ha, sekarang digabungkan dalam efisiensi pengaliran. Pengurangan kapasitas yang diasumsikan oleh Lengkung Tegal adalah 20 % untuk areal yang ditanami tebu dan 5% untuk daerah yang tidak ditanami tebu.
- c. persentase pengurangan ini dapat dicapai jika saluran mengairi daerah seluas 710 ha atau lebih. Untuk areal seluas antara 710 ha dan 142 ha koefisien pengurangan akan turun secara linier sampai 0.

Kecepatan aliran akan diukur dengan menggunakan alat pengukur kecepatan arus (*current meter*) tipe baling-baling (*propeller*) (Gambar 3.1). Kecepatan rerata aliran diukur dengan mengambil data kecepatan aliran dari 3 titik kedalaman, yakni 0.2h, 0.6h dan 0.8h (Gambar 3.2).



Gambar 3.1 *Current meter* tipe baling-baling



Gambar 3.2 Pengukuran kecepatan aliran dengan *current meter* (Bunganaen, 2011)

Kecepatan yang diperoleh pada kedalaman 0.2h, 0.6h dan 0.8h kemudian direrata, untuk mendapatkan kecepatan rerata aliran. Tiga titik kedalaman yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran diharapkan dapat mewakili kecepatan aliran yang terdistribusi pada penampang aliran.

### 3.4 Kebutuhan Air di Sawah.

Kebutuhan air di sawah untuk padi ditentukan oleh faktor–faktor berikut:

- a. cara penyiapan lahan
- b. kebutuhan air untuk tanaman
- c. perkolasi dan rembesan
- d. pergantian lapisan air, dan
- e. curah hujan efektif.

Kebutuhan total air di sawah (GFR) mencakup faktor 1 sampai 4. Kebutuhan bersih (netto) air di sawah (NFR) juga memperhitungkan curahhujan efektif. Besarnya kebutuhan air di sawah bervariasi menurut tahap pertumbuhan tanaman dan bergantung kepada cara pengolahan lahan. Besarnya kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/ hari. Besarnya kebutuhan air irigasi pada lahan rawa perlu dilakukan perhitungan secara khusus mengingat asumsi besaran komponenkebutuhan air pada lahan rawa berbeda dengan sawah biasa. Besarnya kebutuhan air di sawah untuk tanaman ladang dihitung seperti pada perhitungan kebutuhan air untuk padi. Ada berbagai harga yang dapat diterapkan untuk kelima faktor di atas. Mengantisipasi ketersediaan air yang semakin terbatas maka perludicari terus cara budidaya tanaman padi yang mengarah padapenghematan

konsumsi air. Cara pemberian air terputus / berkala(intermittent irrigation) memang terbukti efektif dilapangandilapangan dalam usaha hemat air, namun mengandung kelemahan dalam membatasi pertumbuhan rumput. Beberapa metode lain salah satunya metode “*System of Rice Intensification (SRI)* “ yang ditawarkan dapat dipertimbangkan. Sistem pemberian air terputus/berkala sesuai untuk daerah dengan debit tersedia aktual lebih rendah dari debit andalan 80 %.Metode ini direkomendasi untuk dijadikan dasar perhitungan kebutuhan air, apabila memenuhi kondisi berikut ini :

- a. dapat diterima oleh petani
- b. sumberdaya manusia dan modal tersedia
- c. ketersediaan pupuk mencukupi
- d. ketersediaan air terbatas

### **3.5 Efisiensi**

Untuk tujuan-tujuan perencanaan, dianggap bahwa seperlima sampai seperempat dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Kehilangan ini disebabkan oleh kegiatan eksploitasi, evaporasi dan perembesan. Kehilangan akibat evaporasi dan perembesan umumnya kecil saja jika dibandingkan dengan jumlah kehilangan akibat kegiatan eksploitasi. Penghitungan rembesan hanya dilakukan apabila permeabilitas tanah cukup tinggi. Pemakaian air hendaknya diusahakan seefisien mungkin, terutama untuk daerah dengan ketersediaan air yang terbatas. Kehilangan air dapat diminimalkan melalui:

- a. perbaikan sistem pengelolaan air
- b. sisi operasional dan pemeliharaan (O&P) yang baik
- c. efisiensi operasional pintu
- d. pemberdayaan petugas O&P
- e. penguatan institusi O&P
- f. meminimalkan pengambilan air tanpa ijin
- g. partisipasi P3A
- h. perbaikan fisik prasarana irigasi :

- i. mengurangi kebocoran disepanjang saluran
- j. meminimalkan penguapan
- k. menciptakan sistem irigasi yang andal, berkelanjutan, diterimapetani.

Pada umumnya kehilangan air di jaringan irigasi dapat dibagi-bagi sebagai berikut :

- a. 12.5 - 20 % di petak tersier, antara bangunan sadap tersier dan sawah
- b. 5 -10 % di saluran sekunder
- c. 5 -10 % di saluran utama

Besaran angka kehilangan di jaringan irigasi jika perlu didukung dengan hasil penelitian & penyelidikan. Dalam hal waktu, tenaga dan biaya tidak tersedia maka besaran kehilangan air irigasi bisa didekatkan dengan alternatif pilihan sebagai berikut :

- a. memakai angka penelitian kehilangan air irigasi di daerah irigasi lain yang mempunyai karakteristik yang sejenis
- b. angka kehilangan air irigasi praktis yang sudah diterapkan pada daerah irigasi terdekat.

Efisiensi secara keseluruhan (total) dihitung sebagai berikut : efisiensi jaringan tersier (et) x efisiensi jaringan sekunder (CS) x efisiensi jaringan primer (ep), dan antara 0,65- 0,79. Oleh karena itu kebutuhan bersih air di sawah (NFR) harus dibagi e untuk memperoleh jumlah air yang dibutuhkan di bangunan pengambilan dari sungai.

Faktor-faktor efisiensi yang diterapkan untuk perhitungan saluran disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Sistem kebutuhan air

Tingkat	Kebutuhan Air	Satuan
Sawah Petak Tersier	NFR (Kebutuhan bersih air di sawah)	(l/dt/ha)
	TOR (kebutuhan air di	

Tingkat	Kebutuhan Air	Satuan
	bangunan sadap tersier) $(NFR \times \text{luas daerah}) \times \frac{1}{e_t}$	(l/dt)
Petak Sekunder	SOR(kebutuhan air dibangun sadap sekunder) $TOR \times \frac{1}{c_3}$	(l/dt atau m <sup>3</sup> /dt)
Petak Primer	MOR (Kebutuhan air di bangunan sadap primer) $TOR \times \frac{1}{e_p}$	(l/dt atau m <sup>3</sup> /dt)
Bendung	DR (kebutuhan diversifikasi) MOR sisi kiri dan MOR sisi kanan	m <sup>3</sup> /dt

Kehilangan yang sebenarnya di dalam jaringan bisa jauh lebih tinggi, dan efisiensi yang sebenarnya yang berkisar antara 30 sampai 40 % kadang-kadang lebih realistis, apalagi pada waktu-waktu kebutuhan air rendah. Walaupun demikian, tidak disarankan untuk merencanakan jaringan saluran dengan efisiensi yang rendah itu. Setelah beberapa tahun diharapkan efisiensi akan dapat dicapai.

Keseluruhan efisiensi irigasi yang disebutkan di atas, dapat dipakai pada proyek-proyek irigasi yang sumber airnya terbatas dengan luas daerah yang diirigasi sampai 10.000 ha. Harga-harga efisiensi yang lebih tinggi (sampai maksimum 75 persen) dapat diambil untuk proyek-proyek irigasi yang sangat kecil atau proyek irigasi yang airnya diambil dari waduk yang dikelola dengan baik. Di daerah yang baru dikembangkan yang sebelumnya tidak ditanami padi, dalam tempo 3 - 4 tahun pertama kebutuhan air di sawah akan lebih tinggi daripada kebutuhan air di masa-masa sesudah itu. Kebutuhan air di sawah bisa menjadi 3 sampai 4 kali lebih tinggi daripada yang direncanakan. Ini untuk menstabilkan keadaan tanah itu.

Dalam hal-hal seperti ini, kapasitas rencana saluran harus didasarkan pada kebutuhan air maksimum dan pelaksanaan proyekitu harus dilakukan secara bertahap.Oleh sebab itu, luas daerah irigasi harus didasarkan pada kapasitasjaringan saluran dan akan diperluas setelah kebutuhan air disawah berkurang.

Untuk daerah irigasi yang besar, kehilangan-kehilangan air akibat perembesan dan evaporasi sebaiknya dihitung secara terpisah dankehilangan–kehilangan lain harus diperkirakan.

### 3.6 Rumus dan Kriteria Hidrolis

#### 3.6.1 Rumus Aliran

Untuk perencanaan ruas, aliran saluran dianggap sebagai aliran tetap, dan untuk itu diterapkan rumus *Manning*.

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$A = (b + m h) h$$

$$P = (b + 2 h \sqrt{1 + m^2})$$

$$Q = V \times A$$

$$b = n \times h$$

Dengan:

Q = debit saluran, m<sup>3</sup>/s

v = kecepatan aliran, m/s

A = potongan melintang aliran, m<sup>2</sup>

R = jari – jari hidrolis, m

P = keliling basah, m

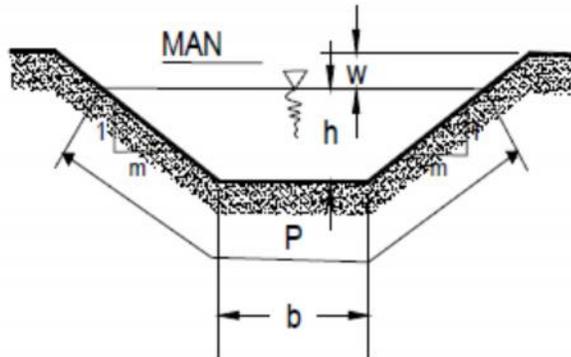
b = lebar dasar, m

h = tinggi air, m

I = kemiringan energi (kemiringan saluran)

k = koefisien kekasaran Stickler

$m$  = kemiringan Talud (1 vertikal :  $m$  horizontal)



Gambar 3.3 Parameter potongan melintang

Rumus aliran di atas juga dikenal sebagai rumus Manning. Koefisien kekasaran Manning (“ $n$ ”) mempunyai harga bilangan 1 dibagi dengan  $k$ .

### 3.6.2 Koefisien Kekasaran *Manning*

Koefisien kekasaran bergantung kepada faktor – faktor berikut :

- kekasaran permukaan saluran
- ketidakteraturan permukaan saluran
- trase
- vegetasi (tetumbuhan), dan
- sedimen

Bentuk dan besar/ kecilnya partikel di permukaan saluran merupakan ukuran kekasaran. Akan tetapi, untuk saluran tanah ini hanya merupakan bagian kecil saja dari kekasaran total. Pada saluran irigasi, ketidak teraturan permukaan yang menyebabkan perubahan dalam keliling basah dan potongan melintang mempunyai pengaruh yang lebih penting pada koefisien kekasaran saluran daripada kekasaran permukaan.

Perubahan-perubahan mendadak pada permukaan saluran akan memperbesar koefisien kekasaran. Perubahan-perubahan ini dapat disebabkan oleh penyelesaian konstruksi saluran yang jelek atau karena erosi pada Talud saluran. Terjadinya riak-riak di dasar saluran akibat interaksi aliran di

perbatasannya juga berpengaruh terhadap kekasaran saluran. Pengaruh vegetasi terhadap resistensi sudah jelas panjang dan kerapatan vegetasi adalah faktor-faktor yang menentukan. Akan tetapi tinggi air dan kecepatan aliran sangat membatasi pertumbuhan vegetasi. Vegetasi diandaikan minimal untuk harga-harga  $n$  yang dipilih dan dipakai dalam perencanaan saluran.

Pengaruh trase saluran terhadap koefisien kekasaran dapat diabaikan, karena dalam perencanaan saluran tanpa pasangan akan dipakai tikungan berjari-jari besar. Pengaruh faktor-faktor di atas terhadap koefisien kekasaran saluran akan bervariasi menurut ukuran saluran. Ketidak teraturan pada permukaan akan menyebabkan perubahan kecil di daerah potongan melintang di saluran yang besar daripada di saluran kecil. Koefisien-koefisien kekasaran untuk perencanaan saluran irigasi disajikan pada Tabel 3.2.

Apakah harga-harga itu akan merupakan harga harga fisik yang sebenarnya selama kegiatan operasi, hal ini sangat tergantung pada kondisi pemeliharaan saluran. Penghalusan permukaan saluran dan menjaga agar saluran bebas dari vegetasi lewat pemeliharaan rutin akan sangat berpengaruh pada koefisien kekasaran dan kapasitas debit saluran.

Tabel 3.2 Koefisien kekasaran *Manning*

Permukaan	N	
	Minimum	Maksimum
<b>Permukaan yang dilapisi</b>		
Permukaan dari acian semen yang rapi	0,010	0,013
Permukaan saluran yang terbuat dari kayu	0,010	0,014
Saluran yang terbuat dari papan halus	0,010	0,017
Pipa air limbah yang terbuat dari besi patri (kasar)	0,010	0,015
Saluran yang terbuat dari metal logam (halus)	0,011	0,013
Beton precast	0,011	0,015
Permukaan dari mortar semen	0,011	0,015
Saluran terbuat dari papan tidak halus	0,011	0,015
Ubin untuk drainase	0,011	0,017
Beton monolit	0,012	0,016
Pelapis besi	0,013	0,017
Permukaan semen yang kasar	0,017	0,030
<b>Kanal</b>		
Hasil pengerukan tanah halus	0,025	0,033
Pada batuan yang dipotong halus	0,025	0,035
Dengan dasar dan sisi-sisinya ditumbuhi rumput liar	0,025	0,040
Pada batuan yang dipotong kasar dan tidak rata	0,015	0,045
<b>Saluran Alam</b>		
Halus dan lurus	0,025	0,033
Dengan kondisi dipenuhi rumput dan bebatuan	0,045	0,060
Yang dalam dan dipenuhi rumput	0,075	0,150
<b>Dataran</b>		
Padang rumput	0,025	0,050
Semak-semak	0,035	0,160
Pepohonan		
- Padat	0,011	0,200
- Jarang	0,030	0,050
- Dengan pohon yang besar-besar	0,080	0,120

(Asdak, 2002)

### 3.6.3 Kemiringan Saluran

Untuk menekan biaya pembebasan tanah dan penggalian, talud saluran direncanakan securam mungkin. Bahan tanah, kedalaman saluran dan terjadinya rembesan akan menentukan kemiringan maksimum untuk talud yang stabil.

Tabel 3.3 Kemiringan Talud minimum untuk saluran timbunan yang dipadatkan dengan baik

Kedalaman Air + Tinggi Jagaan D(m)	Kemiringan minimum Talud
D ≤ 1,0	1 : 1
1,0 < D ≤ 2,0	1 : 1,5
D > 2,0	1 : 2

a. Pengukuran dengan Current Meter

Alat ini terdiri dari : *Flow Detecting Unit* dan *Counter Unit*.

Aliran yang diterima *detecting unit* akan terbaca pada *counter unit* dapat merupakan jumlah putaran dari propeler ataupun langsung menunjukkan kecepatan aliran.

Untuk jenis yang tidak langsung menunjukkan kecepatan aliran, aliran dihitung terlebih dahulu dengan memasukkan dalam rumus yang sudah dibuat oleh pembuat alat untuk tiap-tiap propeler.

Pada jenis yang menunjukkan langsung, kecepatan aliran yang sebenarnya diperoleh dengan mengalikan faktor koreksi yang dilengkapi pada masing-masing alat yang bersangkutan. Propeler *detecting unit* dapat berupa :

- 1) mangkok
- 2) bilah
- 3) sekrup

Bentuk ukuran propeler ini berkaitan dengan besaran kecilnya aliran yang diukur. Debit aliran dihitung dengan rumus

$$Q = V \times A$$

dengan:

V = kecepatan aliran (m/s),

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

Dengan demikian dalam pengukuran tersebut disamping mengukur kecepatan aliran, diukur pula luas penampang. Distribusi kecepatan untuk tiap bagian pada saluran tidak sama, distribusi kecepatan tergantung pada :

- 1) bentuk saluran
- 2) kekerasan saluran
- 3) kondisi kelurusan saluran

Dalam penggunaan current meter pengetahuan mengenai distribusi kecepatan ini sangat penting. Hal ini berkaitan dengan penentuan kecepatan aliran yang dianggap mewakili rata-rata kecepatan pada bidang tersebut. Dari hasil penelitian “ *United States Geological Survey*” (USGS) aliran air disaluran (stream) dan sungai mempunyai karakteristik distribusi kecepatan sebagai berikut :

- 1) kurva distribusi kecepatan pada penampang melintang berbentuk parabolic.
- 2) lokasi kecepatan maksimum berada antara 0,05 s/d 0,25 kedalaman di bawah permukaan air.
- 3) kecepatan rata-rata berada 0,6 kedalaman di bawah permukaan air.
- 4) kecepatan rata-rata 85% kecepatan permukaan.

Untuk memperoleh ketelitian yang lebih besar dilakukan pengukuran secara mendetail kearah vertical dengan menggunakan integrasi dari pengukuran-pengukuran tersebut dapat dihitung kecepatan rata-ratanya. Dalam pelaksanaan kecepatan rata-rata dapat diperoleh dengan :

- 1) mengukur kecepatan pada titik 0,6 kedalaman.
- 2) kecepatan rata-rata = kecepatan pada titik tersebut.
- 3) mengukur kecepatan pada titik 0,2 kedalaman dan 0,8 kedalaman.
- 4) kecepatan rata-rata =  $0,5$  (kecepatan pada  $0,2h$  + kecepatan pada  $0,8h$ ).
- 5) mengukur kecepatan pada titik pengukuran yaitu pada  $0,2h$  ;  $0,6h$  dan  $0,8h$ .

- 6) kecepatan rata-rata = 0,25 (kecepatan pada 0,6h + 2 X kecepatan pada 0,6h + kecepatan pada 0,8h)

Jumlah titik pengukuran berkaitan dengan kedalaman aliran, jumlah titik pengukuran pada berbagai kedalaman sesuai dengan Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Hubungan Kedalaman Aliran dan Jumlah Titik Pengukuran

Kedalaman saluran (h) dalam %	Jumlah titik pengukuran	Titik kedalaman pengukuran
0,3-0,6	1	0,6h
0,6-0,3	2	0,2h ; 0,8h
3,0-6,0	3	0,2h ; 0,6h ; 0,8h
6,0	4	0,2h ; 0,6h ; 0,8h dan pada dasar

- b. Pengukuran luas penampang aliran

Luas penampang aliran diperoleh dengan membuat profil penampang melintang dengan cara mengadakan pengukuran kearah horizontal (lebar aliran) dan kearah vertical (kedalam aliran). Luas aliran merupakan jumlah tiap bagian (segmen) profil yang terbuat. Pada tiap bagian tersebut diukur kecepatan alirannya (sesuai dengan yang telah diterangkan di muka).

Debit aliran di segmen

$$Q_i = A_i \times V_i$$

Dengan:

$Q_i$  = debit aliran pada segmen i.

$A_i$  = luas aliran pada segmen 2i.

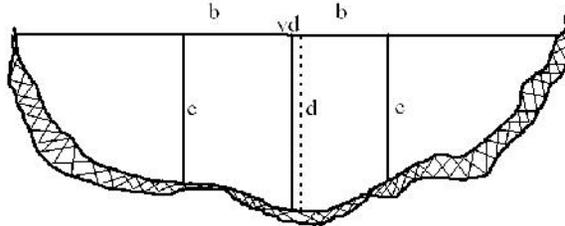
$V_i$  = kecepatan aliran pada segmen i.

Debit aliran ( $Q_{tot}$ )= jumlah debit untuk tiap segmen :n

$$Q_{tot} = \sum Q_i$$

$$I=1$$

Untuk memperoleh hitungan luas debit pada tiap segmen, garis pengukuran dalamnya air 2 kali banyaknya garis pengukuran kecepatan, akan diperoleh hasil seperti pada Gambar 3.4 :



$b$  : interval pengukuran kedalaman air.

$c, d, e$  : dalamnya air tiap pengukuran.

$v_d$  : kecepatan rata-rata pada garis pengukuran  $d$

————— garis pengukuran kedalaman air.

----- garis pengukuran kecepatan aliran.

Gambar 3.4 Skema Perhitungan Luas Penampang Debit

Maka luas untuk segmen ( $F_d$ ) :

$$F_d = \frac{(c + d + e)}{3} \times b$$

Debit aliran pada segmen tersebut ( $Q_d$ ) :

$$Q_d = f_d \times v_d$$

Pengukuran luas penampang tergantung pada stabilitas dasar sungai. Pada dasar sungai yang stabil, hasil suatu pengukuran dapat dipakai untuk 3-5 kali pengukuran debit. Apabila dasar sungai tidak stabil, pengukuran luas penampang harus dilakukan setiap kali pengukuran debit. Apabila dasar sungai sangat tidak stabil dimana deformasi terjadi pada waktu pengukuran kecepatan aliran, maka pengukuran kecepatan aliran dan kedalaman ditentukan dari hasil rata-rata dari kedua pengukuran tersebut.