



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
DIREKTORAT IRIGASI DAN RAWA

STANDAR PERENCANAAN IRIGASI

KRITERIA PERENCANAAN
BAGIAN
PETAK TERSIER
KP-05

2013



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
S A M B U T A N

Keberadaan sistem irigasi yang handal merupakan sebuah syarat mutlak bagi terselenggaranya sistem pangan nasional yang kuat dan penting bagi sebuah negara. Sistem Irigasi merupakan upaya yang dilakukan oleh manusia untuk memperoleh air dengan menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk mengairi lahan pertaniannya. Upaya ini meliputi prasarana irigasi, air irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan pengelolaan irigasi dan sumber daya manusia. Terkait prasarana irigasi, dibutuhkan suatu perencanaan yang baik, agar sistem irigasi yang dibangun merupakan irigasi yang efektif, efisien dan berkelanjutan, sesuai fungsinya mendukung produktivitas usaha tani.

Pengembangan irigasi di Indonesia yang telah berjalan lebih dari satu abad, telah memberikan pengalaman yang berharga dan sangat bermanfaat dalam kegiatan pengembangan irigasi di masa mendatang. Pengalaman-pengalaman tersebut didapatkan dari pelaksanaan tahap studi, perencanaan hingga tahap pelaksanaan dan lanjut ke tahap operasi dan pemeliharaan.

Hasil pengalaman pengembangan irigasi sebelumnya, Direktorat Jenderal Pengairan telah berhasil menyusun suatu Standar Perencanaan Irigasi, dengan harapan didapat efisiensi dan keseragaman perencanaan pengembangan irigasi. Setelah pelaksanaan pengembangan irigasi selama hampir dua dekade terakhir, dirasa perlu untuk melakukan *review* dengan memperhatikan kekurangan dan kesulitan dalam penerapan standar tersebut, perkembangan teknologi pertanian, isu lingkungan (seperti pemanasan global dan perubahan iklim), kebijakan partisipatif, irigasi hemat air, serta persiapan menuju irigasi modern (efektif, efisien dan berkesinambungan).

Setelah melalui proses pengumpulan data, diskusi ahli dan penelitian terhadap pelaksanaan Standar Perencanaan Irigasi terdahulu serta hasil perencanaan yang telah dilakukan, maka Direktorat Jenderal Sumber Daya Air menyusun suatu **Kriteria Perencanaan Irigasi** yang merupakan hasil *review* dari Standar Perencanaan Irigasi. Dengan tersedianya Kriteria Perencanaan Irigasi, diharapkan para perencana irigasi mendapatkan manfaat yang besar, terutama dalam keseragaman pendekatan konsep desain, sehingga tercipta keseragaman dalam konsep perencanaan.

Penggunaan Kriteria Perencanaan Irigasi merupakan keharusan untuk dilaksanakan oleh pelaksana perencanaan di lingkungan Direktorat Jenderal Sumber Daya Air. Penyimpangan dari standar ini hanya dimungkinkan dengan izin dari Pembina Kegiatan Pengembangan Irigasi.

Akhirnya, diucapkan selamat atas terbitnya Kriteria Perencanaan Irigasi, dan patut diberikan penghargaan sebesar-besarnya kepada para narasumber dan editor untuk sumbang saran serta ide pemikirannya bagi pengembangan standar ini.

Jakarta, Februari 2013

Direktur Jenderal Sumber Daya Air



DR. Ir. Moh. Hasan, Dipl.HE

NIP. 19530509 197811 1001

KATA PENGANTAR

Setelah melalui proses pengumpulan data, diskusi ahli dan penelitian terhadap pelaksanaan Standar Perencanaan Irigasi terdahulu serta hasil perencanaan yang telah dilakukan, maka Direktorat Jenderal Sumber Daya Air menyusun suatu **Kriteria Perencanaan Irigasi** yang merupakan hasil *review* dari Standar Perencanaan Irigasi edisi sebelumnya dengan menyesuaikan beberapa parameter serta menambahkan perencanaan bangunan yang dapat meningkatkan kualitas pelayanan bidang irigasi. **Kriteria Perencanaan Irigasi** ini telah disiapkan dan disusun dalam 3 kelompok:

1. Kriteria Perencanaan (KP-01 s.d KP-09)
2. Gambar Bangunan irigasi (BI-01 s.d BI-03)
3. Persyaratan Teknis (PT-01 s.d PT-04)

Semula Kriteria Perencanaan hanya terdiri dari 7 bagian (KP – 01 s.d KP – 07). Saat ini menjadi 9 bagian dengan tambahan KP – 08 dan KP – 09 yang sebelumnya merupakan Standar Perencanaan Pintu Air Irigasi. *Review* ini menggabungkan Standar Perencanaan Pintu Air Irigasi kedalam 9 Kriteria Perencanaan sebagai berikut:

- KP – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi
- KP – 02 Bangunan Utama (*Head Works*)
- KP – 03 Saluran
- KP – 04 Bangunan
- KP – 05 Petak Tersier
- KP – 06 Parameter Bangunan
- KP – 07 Standar Penggambaran
- KP – 08 Standar Pintu Pengatur Air Irigasi: Perencanaan, Pemasangan, Operasi dan Pemeliharaan
- KP – 09 Standar Pintu Pengatur Air Irigasi: Spesifikasi Teknis

Gambar Bangunan Irigasi terdiri atas 3 bagian, yaitu:

- (i) Tipe Bangunan Irigasi, yang berisi kumpulan gambar-gambar contoh sebagai informasi dan memberikan gambaran bentuk dan model bangunan, pelaksana rencana masih harus melakukan usaha khusus berupa analisis, perhitungan dan penyesuaian dalam perencanaan teknis.
- (ii) Standar Bangunan Irigasi, yang berisi kumpulan gambar-gambar bangunan yang telah distandarisasi dan langsung bisa dipakai.
- (iii) Standar Bangunan Pengatur Air, yang berisi kumpulan gambar-gambar bentuk dan model bangunan pengatur air.

Persyaratan Teknis terdiri atas 4 bagian, berisi syarat-syarat teknis yang minimal harus dipenuhi dalam merencanakan pembangunan Irigasi. Tambahan persyaratan dimungkinkan tergantung keadaan setempat dan keperluannya. Persyaratan Teknis terdiri dari bagian-bagian berikut:

- PT – 01 Perencanaan Jaringan Irigasi
- PT – 02 Topografi
- PT – 03 Penyelidikan Geoteknik
- PT – 04 Penyelidikan Model Hidrolis

Meskipun Kriteria Perencanaan Irigasi ini, dengan batasan-batasan dan syarat berlakunya seperti tertuang dalam tiap bagian buku, telah dibuat sedemikian sehingga siap pakai untuk perencana yang belum memiliki banyak pengalaman, tetapi dalam penerapannya masih memerlukan kajian teknik dari pemakainya. Dengan demikian siapa pun yang akan menggunakan Kriteria Perencanaan Irigasi ini tidak akan lepas dari tanggung jawabnya sebagai perencana dalam merencanakan bangunan irigasi yang aman dan memadai.

Setiap masalah di luar batasan-batasan dan syarat berlakunya Kriteria Perencanaan Irigasi, harus dikonsultasikan khusus dengan badan-badan yang ditugaskan melakukan pembinaan keirigasian, yaitu:

1. Direktorat Irigasi dan Rawa
2. Puslitbang Air

Hal yang sama juga berlaku bagi masalah-masalah, yang meskipun terletak dalam batas-batas dan syarat berlakunya standar ini, mempunyai tingkat kesulitan dan kepentingan yang khusus.

Semoga Kriteria Perencanaan Irigasi ini bermanfaat dan memberikan sumbangan dalam pengembangan irigasi di Indonesia. Kami sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan ke arah kesempurnaan Kriteria Perencanaan Irigasi.

Jakarta, Februari 2013

Direktur Irigasi dan Rawa



Ir. Imam Agus Nugroho, Dipl.HE
NIP. 19541006 198111 1001



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR**

**TIM PERUMUS *REVIEW*
KRITERIA PERENCANAAN IRIGASI**

No.	Nama	Keterangan
1.	Ir. Imam Agus Nugroho, Dipl. HE	Pengarah
2.	Ir. Adang Saf Ahmad, CES	Penanggung Jawab
3.	Ir. Bistok Simanjuntak, Dipl. HE	Penanggung Jawab
4.	Ir. Widiarto, Sp.1	Penanggung Jawab
5.	Ir. Bobby Prabowo, CES	Koordinator
6.	Tesar Hidayat Musouwir, ST, MBA, M.Sc	Koordinator
7.	Nita Yuliati, ST, MT	Pelaksana
8.	Bernard Parulian, ST	Pelaksana
9.	DR. Ir. Robert J. Kodoatie, M.Eng	Editor
10.	DR. Ir. Soenarno, M.Sc	Narasumber
11.	Ir. Soekrasno, Dipl. HE	Narasumber
12.	Ir. Achmad Nuch, Dipl. HE	Narasumber
13.	Ir. Ketut Suryata	Narasumber
14.	Ir. Sudjatmiko, Dipl. HE	Narasumber
15.	Ir. Bambang Wahyudi, MP	Narasumber

Jakarta, Januari 2013

Direktur Jenderal Sumber Daya Air



DR. Ir. Moh. Hasan, Dipl.HE

NIP. 19530509 197811 1001

DAFTAR ISI

S A M B U T A N	iii
KATA PENGANTAR	v
TIM PERUMUS <i>REVIEW</i> KRITERIA PERENCANAAN IRIGASI.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Ruang Lingkup Kriteria Perencanaan Ini	2
1.4 Penerapan dan Batasan	3
1.5 Peristilahan dan Tata Nama (Nomenklatur)	4
1.5.1 Peristilahan.....	4
1.5.2 Sistem Tata Nama	5
BAB II PENDEKATAN MASALAH	9
2.1 Pendahuluan	9
2.2 Kegiatan dan Prosedur Perencanaan.....	11
2.2.1 Persiapan	11
2.2.2 Pengumpulan Data dan Penyelidikan.....	12
2.2.3 <i>Layout</i> Pendahuluan	13
2.2.4 Pengecekan <i>Layout</i> Pendahuluan	14
2.2.5 Pengukuran Detail	15
2.2.6 Perencanaan Detail.....	15
2.2.7 Pelaksanaan	16
2.3 Kaitan dengan Tahap Pengembangan Jaringan Utama	16
2.4 Pertimbangan-Pertimbangan Khusus	17
2.4.1 Sikap Terhadap Pengembangan Petak Tersier	17
2.4.2 Pendekatan dalam Tahap Inventarisasi	18
2.4.3 Pendekatan dalam Tahap Perencanaan.....	19
BAB III DATA DASAR	21
3.1 Pendahuluan	21
3.2 Pemetaan Topografi.....	21
3.3 Gambar - Gambar Perencanaan dan Purnalaksana Jaringan yang Ada	22

3.4	Genangan dan Kekeringan yang Terjadi Secara Teratur	23
3.5	Pembagian Air di Petak Tersier	23
BAB IV LAYOUT PETAK TERSIER		25
4.1	Pendahuluan	25
4.2	Petak Tersier yang Ideal	26
4.3	Ukuran dan Bentuk Petak Tersier dan Kuarter	29
4.4	Batas Petak	31
4.5	Identifikasi Daerah - Daerah yang Tidak Diairi	32
4.6	Trase Saluran	33
4.6.1	Saluran Irigasi	33
4.6.2	Saluran Pembuang	34
4.7	Layout Jaringan Jalan	35
4.8	Layout di Berbagai Tipe Medan	36
4.8.1	Layout pada Medan Terjal	37
4.8.2	Layout pada Medan Agak Terjal	41
4.8.3	Layout pada Medan Bergelombang	42
4.8.4	Layout pada Medan Datar	44
4.9	Kolam Ikan	46
4.10	Pengecekan dan Penyelesaian Layout Pendahuluan	50
4.10.1	Layout Pendahuluan yang Telah Selesai	50
4.10.2	Pengecekan di Lapangan	50
4.10.3	Layout Akhir	51
BAB V PERENCANAAN SALURAN		53
5.1	Pendahuluan	53
5.2	Saluran Irigasi	54
5.2.1	Kebutuhan Air Irigasi	54
5.2.2	Kapasitas Rencana	55
5.2.3	Elevasi Muka Air Rencana	56
5.2.4	Karakteristik Saluran	59
5.2.5	Saluran Irigasi / Pembuang Kuarter	62
5.3	Saluran Pembuang	63
5.3.1	Modulus Pembuang	65
5.3.2	Debit Rencana	66
5.3.3	Kelebihan Air Irigasi	67
BAB VI BOKS BAGI		75
6.1	Umum	75
6.2	Fleksibilitas	76
6.3	Ambang	78
6.4	Pintu	85

BAB VII PERENCANAAN BANGUNAN-BANGUNAN PELENGKAP	89
7.1 Pendahuluan	89
7.2 Gorong - Gorong	89
7.3 Bangunan Terjun	91
7.4 Talang	95
7.5 Sipon.....	95
7.6 Pasangan.....	97
7.7 Got Miring.....	102
7.8 Jalan.....	106
7.8.1 Jalan Inspeksi	106
7.8.2 Jalan Petani.....	106
7.8.3 Jembatan.....	107
7.9 Bangunan Akhir.....	109
BAB VIII PENYAJIAN HASIL PERENCANAAN	111
8.1 Gambar	111
8.2 Nota Penjelasan	114
8.3 Buku Petunjuk O & P.....	114
DAFTAR PUSTAKA	116
LAMPIRAN.....	118

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1.	Definisi Medan untuk Topografi Makro	22
Tabel 4-1.	Kriteria Umum untuk Pengembangan Petak Tersier	31
Tabel 4-2.	Definisi Tipe Medan pada Topografi Mikro	37
Tabel 5-1.	Kriteria Perencanaan untuk Saluran Irigasi Tanpa Pasangan.....	62
Tabel 5-2.	Kriteria Perencanaan Saluran Pembuang	73
Tabel 7-1.	Tabel Pasangan Beton	98
Tabel 7-2.	Kriteria Perencanaan untuk Saluran Pasangan.....	99
Tabel 8-1.	Gambar-Gambar Perencanaan yang Dibutuhkan.....	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1.	Sistem Tata Nama Petak Rotasi dan Petak Kuarter	6
Gambar 1-2.	Peristilahan dan Tata Nama	7
Gambar 2-1.	Bagan Aktivitas Perencanaan Pengembangan dan Petak Tersier	10
Gambar 4-1.	Petak Tersier yang Ideal.....	27
Gambar 4-2.	Jalur-Jalur Irigasi	28
Gambar 4-3.	Bentuk Optimal Petak Tersier.....	30
Gambar 4-4.	Perkiraan Jarak Antara Saluran Irigasi dan Pembuang	35
Gambar 4-5.	Skema Layout Petak Tersier pada Medan Terjal (1)	39
Gambar 4-6.	Skema <i>Layout</i> Petak Tersier pada Medan Terjal (2).....	40
Gambar 4-7.	Kolam Olak di Ujung Saluran Tersier dengan Aliran Superkritis	42
Gambar 4-8.	Potongan Melintang Melalui Saluran Irigasi/Pembuang Kuarter	42
Gambar 4-9.	Skema <i>Layout</i> Petak Tersier Pada Medan Agak Terjal (1) untuk Petak yang Lebih Kecil.....	43
Gambar 4-10.	Skema <i>Layout</i> Petak Tersier di Daerah Datar Berawa-Rawa	45
Gambar 4-11.	Skema <i>Layout</i> Petak Tersier di Daerah Datar Bergelombang	47
Gambar 4-12.	Skema <i>Layout</i> di Daerah Datar Berawa-Rawa	48
Gambar 4-13.	Layout Kolam Air Deras.....	49
Gambar 5-1.	Elevasi Bangunan Sadap Tersier yang Diperlukan.....	57
Gambar 5-2.	Parameter Potongan Melintang.....	61
Gambar 5-3.	Tipe-Tipe Potongan Melintang.....	64
Gambar 5-4.	Contoh Perhitungan Modulus Pembuang	67
Gambar 6-1.	Boks dengan Ambang Lebar.....	79
Gambar 6-2.	Boks Tanpa Ambang.....	80
Gambar 6-3.	Pengurangan Debit Moduler	80
Gambar 6-4.	Boks dengan Ambang Tajam Kontraksi	81
Gambar 6-5.	Lengkung Debit Ambang Tajam Menurut Rumus <i>Francis</i>	82
Gambar 6-6.	Pengurangan Debit Moduler untuk Ambang Tajam	83
Gambar 6-7.	Grafik Perencanaan Ambang Tajam untuk $h_1-h_2 = 0,10$ m.....	84
Gambar 6-8.	Grafik Perencanaan Ambang Tajam untuk $h_1-h_2 = 0,05$ m.....	84
Gambar 6-9.	Pintu Sorong atau Pembilas	86
Gambar 6-10.	Layout Boks Bagi Tersier dan Kuarter	87
Gambar 7-1.	Standar Gorong-Gorong untuk Saluran Kecil.....	91
Gambar 7-2.	Bangunan Terjun.....	92
Gambar 7-3.	Grafik untuk Menentukan Panjang Kolam Olak.....	94
Gambar 7-4.	Talang	96
Gambar 7-5.	Grafik Perencanaan untuk Saluran Pasangan Beton dan Flum Beton.....	100
Gambar 7-6.	Detail Pasangan.....	101
Gambar 7-7.	Bagian-Bagian dalam Got Miring.....	102
Gambar 7-8.	Kolam Olak pada Got Miring	105

Gambar 7-9.	Jembatan pada Jalan Petani dan Jalan Inspeksi	108
Gambar 7-10.	Bangunan Akhir di Saluran Kuarter.....	110
Gambar 8-1.	Saluran Tersier dalam Timbunan.....	113

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka peningkatan produksi tanaman pangan, pembangunan sektor pertanian mengutamakan program intensifikasi, ekstensifikasi dan diversifikasi. Seiring dengan perkembangan teknologi pertanian serta kenyataan bahwa varietas tanaman modern menuntut pengelolaan air secara tepat guna, maka seluruh prasarana di daerah-daerah pertanian harus dikembangkan.

Untuk mengatur aliran air dan sumbernya ke petak-petak sawah, diperlukan pengembangan sistem irigasi didalam petak tersier.

Pemerintah Republik Indonesia telah memutuskan bahwa tanggung jawab atas Pengembangan dan Pengelolaan jaringan utama berada dipihak Pemerintah, sedangkan para pemakai jaringan bertanggung jawab atas O & P Pengembangan dan Pengelolaan saluran, pembuang serta bangunan-bangunannya di petak tersier.

Berhubung keahlian para Petani Pemakai Air sangat terbatas, maka pemerintah akan membantu mereka dalam merancang dan mempersiapkan desain dan pelaksanaan pekerjaan melalui Pemerintah Kabupaten.

- Segi-segi hukum yang menyangkut pengembangan petak tersier tertuang dalam:
 - a) Undang-Undang No. 7/2004 tentang sumber daya air
 - b) Peraturan Pemerintah No. 42/2008 tentang pengelolaan sumber daya air
 - c) Peraturan Pemerintah 20/2006 tentang Irigasi
 - d) Peraturan Pemerintah No.38/2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintah antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Propinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota.
 - e) Instruksi Presiden No. 2, 1984 mengenai bimbingan kepada Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A).

Dalam Instruksi Presiden No. 2, 1984, diuraikan tugas-tugas dan tanggung jawab Kementerian Dalam Negeri, Pekerjaan Umum dan Pertanian atas bimbingan (penyuluhan) kepada Petani Pemakai Air.

Tugas Kementerian Pekerjaan Umum didefinisikan sebagai berikut:

“.....melakukan pembinaan dalam operasi irigasi dan pemeliharaan jaringan irigasi ditingkat petak tersier, guna terselenggaranya pengelolaan air secara tepat guna, berdaya guna, dan berhasil guna”.

Dalam Lampiran Instruksi tersebut pada Bab IX Pasal 12 tugas bimbingan ini dijelaskan sebagai berikut:

‘.....memberikan petunjuk dan bantuan kepada P3A dalam hal yang berhubungan dengan survei dan desain, konstruksi serta operasi dan pemeliharaan jaringan tersier dan jaringan tingkat usahatani lainnya”.

Tugas Kementerian Dalam Negeri adalah memberikan petunjuk-petunjuk kepada Pemerintah Daerah tentang bimbingan dan pembentukan Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A).

Tugas Kementerian Pertanian adalah memberikan petunjuk mengenai penggunaan air irigasi secara benar dan adil ditingkat kuarter.

1.2 Tujuan

Perencanaan jaringan irigasi tersier harus sedemikian rupa sehingga pengelolaan air dapat dilaksanakan dengan baik. Operasi dan Pemeliharaan jaringan dapat dengan mudah dilakukan oleh para Petani Pemakai Air dengan biaya rendah.

Untuk mencapai hasil perencanaan demikian, serta mengingat banyaknya perencanaan yang harus dibuat, maka seluruh prosedur dan kriteria dibuat standar.

1.3 Ruang Lingkup Kriteria Perencanaan Ini

Kriteria Perencanaan ini akan mempermudah pembuatan rencana/desain yang mulus dan teliti. Karena O&P sepenuhnya menjadi tanggung jawab para Petani Pemakai Air, maka perhatian dan keikutsertaan mereka selama perencanaan sangat

diperlukan. Selain perhatian dan para Petani Pemakai Air, hubungan antara jaringan tersier dan jaringan utama harus diperhitungkan. Praktek-praktek pengelolaan air serta konsekuensi teknisnya harus dipertimbangkan secara bersama-sama, baik ditingkat tersier maupun utama. Oleh sebab itu, perencanaan jaringan irigasi tersier tidak dapat dipisahkan dari perencanaan jaringan utama.

Dalam Bab II dibicarakan mengenai pendekatan perencanaan petak tersier dalam kaitannya dengan Petani Pemakai Air dan jaringan utama.

Sebelum perencanaan dimulai, harus tersedia data-data yang teliti dalam jumlah yang memadai. Dalam Bab III dibicarakan mengenai data-data yang dibutuhkan.

Layout petak tersier maupun trase saluran dan pembuang bergantung kepada ukuran, topografi, situasi yang ada serta pembatasan-pembatasan administratif. Dalam Bab IV aspek-aspek ini dibicarakan untuk persiapan *layout* pendahuluan serta proses penyelesaiannya setelah dicek seperlunya.

Bab V membahas perencanaan saluran irigasi dan pembuang. Kapasitas rencana saluran irigasi ditentukan berdasarkan besarnya kebutuhan irigasi dan praktek-praktek operasi. Kapasitas jaringan pembuang dihitung dengan metode modulus pembuang (*drainage modulus*). Muka air rencana dan dimensi dihitung dengan metode grafik.

Bangunan-bangunan yang diperlukan di jaringan tersier dapat direncana menurut standar-standar yang diberikan dalam Bab VI dan VII. Untuk masing-masing bangunan, akan dibahas karakteristik hidrolis dan tampakan (*feature*) bangunan.

Dalam Bab VIII dibahas mengenai penyajian hasil perencanaan. Ini meliputi nota perhitungan, gambar-gambar dan buku petunjuk O&P.

1.4 Penerapan dan Batasan

Kriteria perencanaan ini dapat diterapkan untuk sistem irigasi gravitasi di daerah-daerah datar sampai dengan daerah-daerah kemiringan sedang. Di daerah-daerah pegunungan, aspek-aspek *layout* dan gabungan antara jaringan irigasi dan pembuang harus dipertimbangkan. Pada jaringan irigasi pompa yang kapasitasnya cukup untuk mengairi petak tersier, akan diperlukan penyesuaian-penyesuaian *layout* dan kapasitas

saluran karena hal ini ditentukan oleh kapasitas dan cara operasi pompa. Petak-petak tersier jaringan irigasi di daerah pasang surut harus disesuaikan terhadap kapasitas dan *layout* saluran, seperti untuk pemberian air irigasi secara berselang-seling dan pembuangan kelebihan air.

1.5 Peristilahan dan Tata Nama (Nomenklatur)

1.5.1 Peristilahan

Petak tersier adalah petak dasar disuatu jaringan irigasi. Petak itu merupakan bagian dari daerah irigasi yang mendapat air irigasi dan satu bangunan sadap tersier dan dilayani oleh satu jaringan tersier.

Petak tersier dibagi-bagi menjadi petak-petak kuarter. Sebuah petak tersier merupakan bagian dari petak tersier yang menerima air dan saluran kuarter.

Petak subtersier diterapkan hanya apabila petak tersier berada didalam daerah administratif yang meliputi dua desa atau lebih.

Jaringan tersier adalah jaringan saluran yang melayani areal didalam petak tersier. Jaringan tersier terdiri dari:

- Saluran dan bangunan tersier: saluran dan bangunan yang membawa dan membagi air dari bangunan sadap tersier ke petak-petak kuarter.
- Saluran dan bangunan kuarter: saluran dan bangunan yang membawa air dari jaringan bagi ke petak-petak sawah.
- Saluran pembuang: saluran dan bangunan yang membuang kelebihan air dari petak-petak sawah ke jaringan pembuang utama.

Operasi bangunan sadap tersier merupakan tanggung jawab Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah Propinsi, dan Pemerintah Daerah Kabupaten sesuai dengan kewenangannya. Pembagian air serta operasi bangunan- bangunan didalam petak tersier menjadi tanggung jawab Ulu-Ulu P3A.

Saluran tersier membawa air dari bangunan sadap tersier di jaringan utama ke petak-petak kuarter. Batas ujung saluran tersier adalah boks bagi kuarter yang terakhir. Para

petani menggunakan air dari saluran kuarter. Dalam keadaan khusus yang menyangkut topografi dan kemudahan pengambilan air, para petani diperkenankan mengambil air dari saluran tersier tanpa merusak saluran tersier.

Saluran kuarter membawa air dari boks bagi kuarter melalui lubang sadap sawah atau saluran cacing ke sawah-sawah. Jika pemilikan sawah terletak lebih dari 150 m dari saluran kuarter, saluran cacing dapat mengambil air langsung tanpa bangunan dari saluran kuarter.

Saluran kuarter sebaiknya berakhir di saluran pembuang agar air irigasi yang tak terpakai bisa dibuang. Supaya saluran tidak tergerus, diperlukan bangunan akhir.

Boks kuarter hanya membagi air irigasi ke saluran kuarter saja. Boks tersier membagi air irigasi antara saluran kuarter dan tersier.

Saluran pembuang kuarter terletak didalam petak tersier untuk menampung air langsung dari sawah dan membuang air itu ke saluran pembuang tersier.

Saluran pembuang tersier terletak di dan antara petak-petak tersier dari jaringan irigasi sekunder yang sama, serta menampung air dan pembuang kuarter maupun langsung dari sawah.

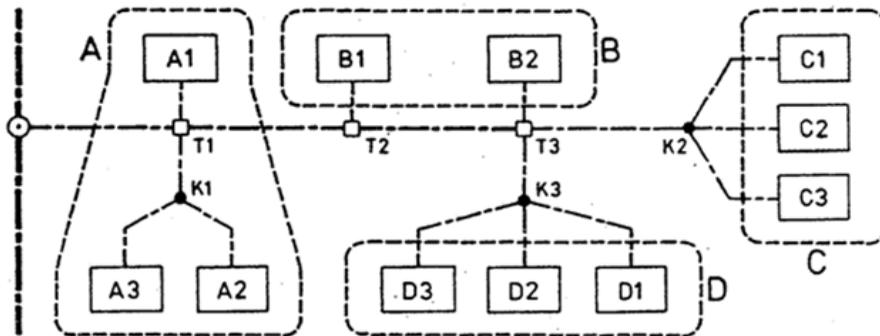
1.5.2 Sistem Tata Nama

Boks tersier diberi kode T, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam, mulai dari boks pertama di hilir bangunan sadap tersier: T1, T2, dan seterusnya.

Boks kuarter diberi kode K, diikuti dengan nomor urut jarum jam, mulai dari boks kuarter pertama di hilir boks nomor urut tertinggi K1, K2, dan seterusnya.

Ruas-ruas saluran tersier diberi nama sesuai dengan nama boks yang terletak di antara kedua boks, misalnya (T1 - T2), (T3 - K1).

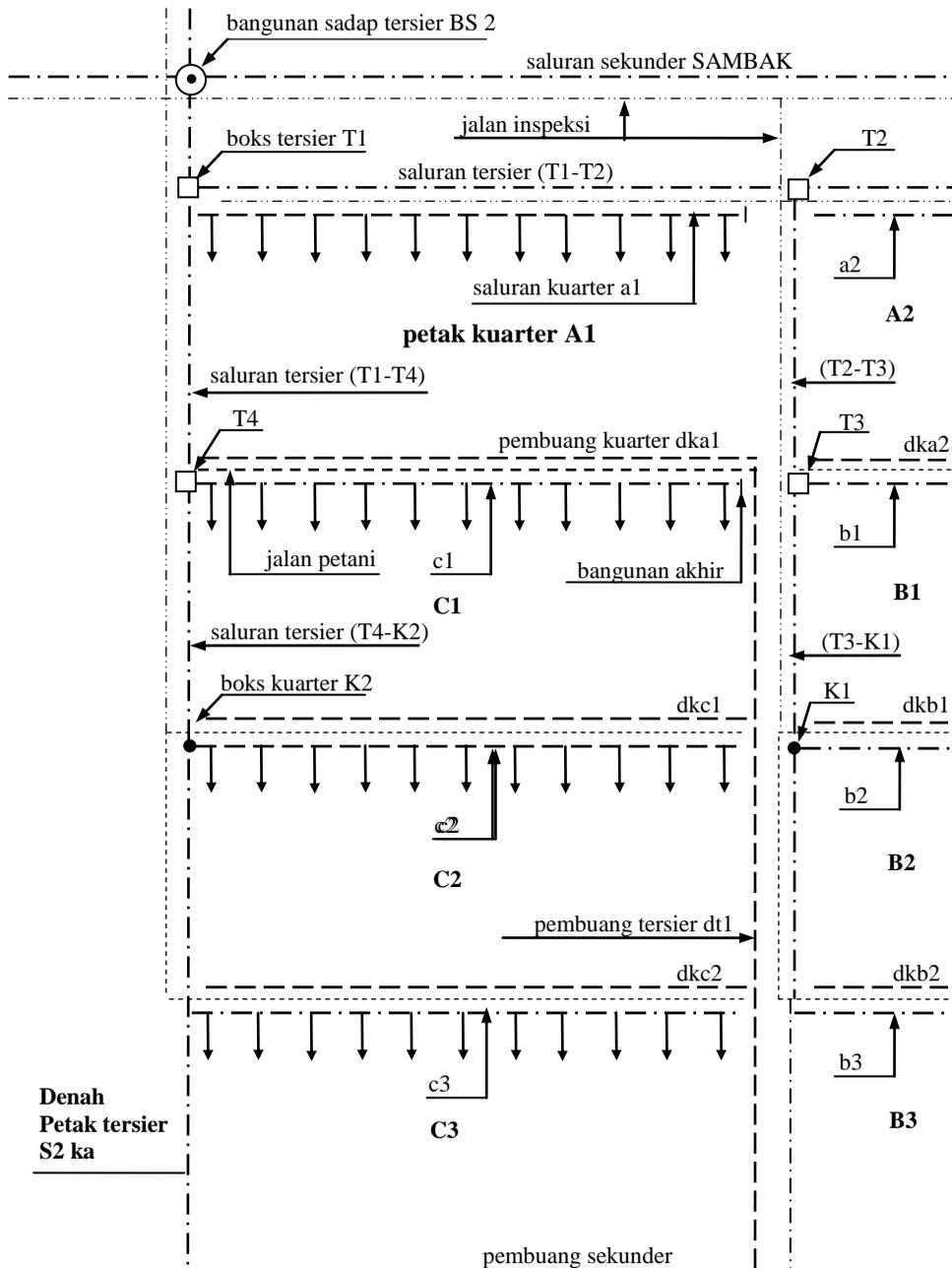
Petak kuarter diberi nama sesuai dengan petak rotasi, diikuti dengan nomor urut menurut arah jarum jam. Petak rotasi diberi kode A, B, C dan seterusnya menurut arah jarum jam.



Gambar 1-1. Sistem Tata Nama Petak Rotasi dan Petak Kuarter

Saluran irigasi kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dilayani tetapi dengan huruf kecil, misalnya a1, a2, dan seterusnya.

Saluran pembuang kuarter diberi nama sesuai dengan petak kuarter yang dibuang airnya, diawali dengan dk, misalnya dka1, dka2 dan seterusnya. Saluran pembuang tersier diberi kode dt1, dt2, juga menurut arah jarumjam.



Gambar 0-1. Peristilahan dan Tata Nama

BAB II

PENDEKATAN MASALAH

2.1 Pendahuluan

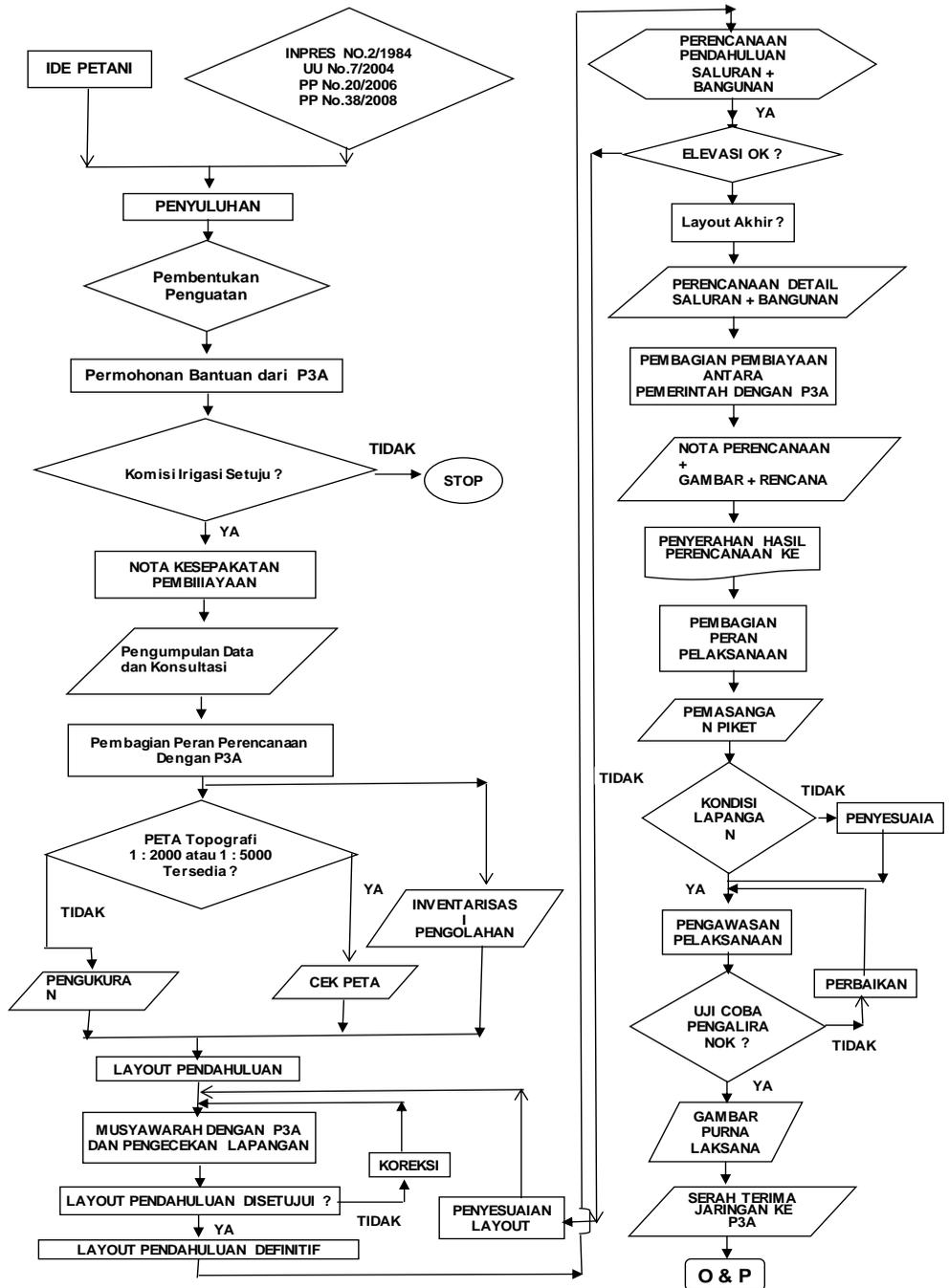
Petak tersier merupakan basis suatu jaringan irigasi. Perencanaan dan pelaksanaan petak tersier dilaksanakan oleh para Petani Pemakai Air (P3A) dengan bantuan teknis dari Pemerintah melalui Pemerintah Kabupaten. Operasi dan pemeliharannya menjadi tanggung jawab para petani yang diorganisasi dalam Petani Pemakai Air atau P3A. Organisasi ini mempunyai otonomi penuh.

Karena P3A bertanggung jawab atas pengelolaan petak tersier, maka jelas bahwa usaha-usaha pengembangan petak tersier hendaknya datang dari inisiatif petani. Keikutsertaan petani dibutuhkan dalam tahap perencanaan dan pelaksanaan.

Pembiayaan pengembangan tersier menjadi tanggung jawab petani, kecuali sadap tersier, saluran sepanjang 50 m dari bangunan sadap, boks tersier dan kuarter, bangunan lainnya. Dalam hal petani tidak mampu, pemerintah dapat memberi bantuan.

Petak tersier yang akan dikembangkan sering terletak di jaringan irigasi yang sudah ada. Kaitan dan dampak pengembangan petak-petak tersebut terhadap jaringan utama juga harus dipertimbangkan selama perencanaan teknis jaringan utama dan tersier.

Dalam bab ini akan dibicarakan mengenai pendekatan perencanaan dalam kaitannya dengan jaringan utama dan Petani Pemakai Air. Lebih lanjut akan dijelaskan mengenai pertimbangan-pertimbangan khusus untuk membuat perencanaan yang baik.



Gambar 2-1. Bagan Aktivitas Perencanaan Pengembangan dan Petak Tersier

2.2 Kegiatan dan Prosedur Perencanaan

2.2.1 Persiapan

Menurut Instruksi Presiden No. 2 Tahun 1984, para Petani Pemakai Air bertanggung jawab atas Operasional dan Pemeliharaan di petak tersier. Untuk pengembangan petak tersier, prakarsa harus datang dari para petani.

Untuk lebih memberikan dorongan kepada para petani, rapat-rapat pembinaan akan diorganisasi dibawah wewenang Pemerintah Daerah.

Hal-hal yang perlu dibicarakan adalah:

- Program Pengembangan Petak Tersier (PPT)
- Keuntungan-keuntungan yang dapat diperoleh dari PPT
- Perlunya PPT bagi para petani
- Perlunya keikutsertaan para petani dalam PPT
- Perlunya P3A
- Tugas-tugas P3A
- Kesiadaan para petani untuk memberikan tanah tanpa memperoleh ganti rugi.

Untuk itu para Petani Pemakai Air harus diorganisasi terlebih dahulu dalam Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A), karena badan hukum akan bertanggung jawab atas pengembangan, eksploitasi dan pemeliharaan jaringan tersier dan hanya P3A yang akan dapat mengajukan permohonan bantuan teknis kepada pemerintah. Atas dasar kondisi prasarana, klimatologi serta sosial -ekonomi, pemerintah akan memutuskan apakah pengembangan petak tersier tersebut perlu mendapat bantuan teknis.

Untuk dapat mengambil keputusan yang tepat, ada beberapa pertanyaan yang harus terjawab sebelum perencanaan teknis dimulai, yakni:

- Mungkinkah petak tersier diberi air dari jaringan utama
- Bila tidak, apa sebabnya
 - Air yang tersedia kurang
 - Efisiensi pemanfaatan air

- Kesulitan-kesulitan teknis untuk mengalirkannya
- Terdapat penyadapan liar di sebelah hulu
- Apakah daerah yang bersangkutan sering tergenang air ?

Jika air irigasi dan jaringan utama tidak dapat mencapai bangunan sadap tersier, maka masalah-masalah yang dijumpai pada jaringan utama harus diatasi dahulu sebelum pengembangan petak tersier dapat dimulai. Masalah-masalah yang ditemui di jaringan utama ini terutama disebabkan oleh kekurangan-kekurangan teknis atau operasional, atau penyadapan liar yang dilakukan di petak-petak tersier hulu.

Apabila daerah ini sering tergenang, maka pemeliharaan jaringan tersier akan menjadi sangat mahal dan membebani para Petani Pemakai Air. Perbaikan sarana pembuangan air atau pengendali banjir mungkin akan mendapat prioritas. Tetapi hal ini harus dicakup dalam proyek yang lebih besar. Apabila masalah-masalah ini tidak dapat dipecahkan dalam waktu dekat, maka pengembangan petak tersier harus ditinjau kembali.

Setelah pengembangan petak tersier disetujui, maka Pemerintah akan mengirim utusan yang akan:

- Menjelaskan sistem pembiayaan pengembangan tersier
- Menjajaki kemampuan dan kesanggupan pembiayaan dari petani
- Menampung permintaan bantuan Pemerintah yang dibutuhkan
- Mengawasi bantuan teknis

2.2.2 Pengumpulan Data dan Penyelidikan

Perencanaan yang sesungguhnya dimulai dengan pengumpulan data-data yang diperlukan. Pengumpulan data mencakup kegiatan-kegiatan berikut:

- Inventarisasi keadaan topografi dengan cara mengadakan pengukuran topografi.
- Inventarisasi fasilitas-fasilitas yang sudah ada, air yang tersedia serta terjadinya genangan.

- Inventarisasi praktek-praktek irigasi dan cara-cara pembagian air yang ada sekarang.
- Pengumpulan data hidrometereologi untuk menentukan kebutuhan air irigasi dan pembuangan.

Kegiatan pertama adalah pengukuran topografi dimana titik-titik rincik ketinggian diukur dari garis-garis tinggi (kontur) ditentukan, ini akan dilakukan oleh para tenaga pengukuran. Bila peta berskala 1 : 5.000 atau 1 : 2.000 sudah tersedia, maka pengukuran topografi hanya akan mencakup pengecekan dan pembaharuan peta ini.

Inventarisasi situasi dan fasilitas yang sudah ada di petak tersier dilakukan dalam waktu bersamaan oleh Bagian Pembinaan dan Perencana. Inventarisasi ini hendaknya mencakup semua prasarana yang ada seperti saluran-saluran irigasi dan pembuang, bangunan, jalan, batas-batas desa dan daerah-daerah perkampungan. Inventarisasi juga mencakup aliran air yang sebenarnya di daerah itu. Semua ini akan dapat dilakukan hanya jika dilakukan bersama-sama dengan beberapa petani.

Bila pengembangan petak tersier akan dilaksanakan di jaringan irigasi teknis yang sudah ada, maka konsekuensinya terhadap kebutuhan tinggi energi di bangunan sadap tersier harus dipelajari dengan seksama. Kehilangan tinggi energi di boks bagi akan mengakibatkan diperlukannya muka air rencana yang lebih tinggi, khususnya di daerah-daerah datar.

2.2.3 LayoutPendahuluan

*Layout*pendahuluan dibuat berdasarkan data-data dan hasil penyelidikan sebelumnya.

*Layout*pendahuluan juga meliputi batas-batas petak tersier, daerah yang dapat diairi dari trase saluran berdasarkan data-data yang telah diperolehsebelumnya. *Layout* pendahuluan hendaknya sudah menunjukkan pengaruh terhadap tinggi rencana jaringan utama.

Layout pendahuluan disiapkan oleh ahli irigasi yang mensyaratkan sebagai berikut:

- Terwujudnya sistem saluran pembawa dan pembuang secara jelas

- Bagi lokasi yang memungkinkan petak-petak sawah dipikirkan diolah dengan *hand traktor*, guna mengganti binatang ternak dan mengatasi tenaga petani yang semakin berkurang
- Bagi yang memungkinkan terwujudnya jalan usaha tani sekaligus jalan inspeksi ditingkat tersier

Pengaturan dan ukuran petak sawah sedemikian sehingga memudahkan air mengalir dari petak ke petak yang memungkinkan pengelolaan air yang efektif.

Untuk hal-hal seperti pemilikan tanah, pengembangan sawah dan sebagainya, instansi-instansi berikut akan dilibatkan:

- Pemerintah Daerah
- Agraria
- Pertanian
- Transmigrasi (hanya di daerah-daerah transmigrasi saja).

2.2.4 Pengecekan *Layout* Pendahuluan

Pengecekan *layout* pendahuluan meliputi kegiatan-kegiatan berikut:

- Konsultasi dengan P3A
- Pengecekan di lapangan.

Konsultasi dengan pihak P3A dibutuhkan untuk menjelaskan dan membicarakan *layout* pendahuluan. komentar serta keberatan-keberatan yang diajukan oleh para petani harus dipertimbangkan benar-benar, karena ketidaksepakatan akan menyebabkan penyalahgunaan atau bahkan hambatan terhadap pengembangan atau O & P jaringan irigasi berhubung para petani tidak terbiasa menggunakan peta, *layout* pendahuluan juga harus dicek di lapangan.

Dengan mengajak mereka berjalan disepanjang saluran, para petani diberi kesempatan untuk menunjukkan di tempat-tempat mana kira-kira akan timbul masalah.

Selama kunjungan ini *layout* bisa diubah sesuai dengan keinginan para petani serta kelayakan teknis.

Pengecekan *layout* pendahuluan ini melibatkan instansi Pemerintah Daerah, Pertanian dan Agraria (jika dipandang perlu).

Komentar dan usul yang diterima akan dimasukkan ke dalam *layout* pendahuluan.

Pengukuran detail dapat dimulai setelah *layout* pendahuluan disetujui oleh kedua belah pihak.

2.2.5 Pengukuran Detail

Bila secara umum *layout* dapat diterima, maka trase saluran yang direncana bisa mulai diukur, potongan-potongan memanjang dan/atau melintang diukur dan muka air direncana.

Jika dalam tata letak timbul kesulitan-kesulitan yang berhubungan dengan elevasi ketinggian yang dapat dipecahkan dengan cara memilih tata letak lainnya, maka hal ini sebaiknya dicek di lapangan bersama-sama dengan para wakil petani.

Jika kedua belah pihak telah sepakat, hasilnya dapat dibicarakan dalam suatu rapat dengan para petani yang diadakan oleh staf pembinaan. Atas dasar persetujuan umum secara tertulis serta persetujuan dan Kepala Desa yang bersangkutan, *layout* akan dibuat final.

2.2.6 Perencanaan Detail

Berdasarkan *layout* akhir dan hasil-hasil pengukuran detail dimensi maupun elevasi saluran dan bangunan dapat direncana dan digambar. Semua bangunan akan disesuaikan dengan standar yang ada.

Perencanaan detail akan disajikan dalam sebuah buku perencanaan. Buku ini memuat penjelasan mengenai perencanaan, perhitungan perencanaan dan gambar-gambar, serta petunjuk operasi dan pemeliharaan, perkiraan biaya pengembangan, kesepakatan pembagian pembiayaan antara pemerintah dan petani. Dengan diserahkannya buku perencanaan kepada P3A, maka selesailah sudah kegiatan perencanaan yang sebenarnya. Keterlibatan perencana selama tahap pelaksanaan masih dibutuhkan,

karena mungkin masih akan timbul masalah yang memerlukan dibuatnya penyesuaian-penyesuaian perencanaan.

2.2.7 Pelaksanaan

Setelah penyerahan buku perencanaan kepada P3A, mungkin masih perlu waktu cukup lama sebelum pelaksanaan dapat dimulai. Sebelum pelaksanaan dimulai, perencanaan harus diperiksa dahulu.

Jika kondisi lapangan telah berubah, mungkin diperlukan penyesuaian-penyesuaian perencanaan. Untuk membuat penyesuaian-penyesuaian harus diikuti prosedur yang sama seperti selama tahap perencanaan.

Setelah pelaksanaan pekerjaan fisik selesai, debit rencana semua bangunan dan saluran akan dites. Mungkin terdapat kekurangan-kekurangan sehubungan dengan elevasi dan kapasitas bangunan dan saluran. Sebelum jaringan diserahkan kepada P3A, kekurangan-kekurangan ini harus diperbaiki terlebih dahulu.

Karena pengembangan tersier akan dibiayai dari dua sumber dana, yaitu Pemerintah dan Petani, maka harus disinkronkan (serasi) dengan kesiapan pembiayaan kedua belah pihak pada tahun fiskal yang sama.

2.3 Kaitan dengan Tahap Pengembangan Jaringan Utama

Kaitan antara jaringan utama dan jaringan tersier adalah:

- Lokasi bangunan, sadap
- Kapasitas bangunan, sadap (ukuran petak tersier), dan
- Muka air yang diperlukan di hulu bangunan, sadap.

Tahap pengembangan jaringan utamamenentukan derajat kebebasan dalam perencanaan jaringan tersier.

Tahap-tahap pengembangan yang penting adalah sebagai berikut:

- Jaringan utama yang sedang direncana
- Perencanaan telah selesai tetapi belum dilaksanakan
- Jaringan utama telah dilaksanakan atau sedang dilaksanakan.

Hasil yang optimal serta efisiensi tertinggi akan dapat dicapai apabila petak tersier dan jaringan utama direncana bersamaan. Akan tetapi, ini memerlukan perancangan dan koordinasi yang seksama dalam kegiatan perencanaan jaringan tersier dan utama. Apabila perencanaan jaringan utama telah selesai, semua perubahan ukuran petak, lokasi bangunan sadap dan/atau muka air yang diperlukan, mempunyai konsekuensi-konsekuensi tersendiri terhadap perencanaan jaringan utama. Perubahan-perubahan ini mungkin mengakibatkan direvisinya perencanaan jaringan utama. Bagian-bagian yang direvisi ini bisa banyak sekali, khususnya di daerah-daerah rendah. Aspek-aspek yang berkenaan dengan biaya penyesuaian perencanaan dan pelaksanaannya harus dipelajari dengan seksama sebelum membuat perubahan-perubahan. Perjanjian khusus baru dibuat jika perencana jaringan tersier tidak dilibatkan dalam perencanaan jaringan utama.

Penyesuaian-penyesuaian yang dibuat di jaringan utama yang telah dilaksanakan harus dipelajari secara seksama, karena yang terpengaruh oleh penyesuaian ini tidak hanya bangunan sadap tersier yang bersangkutan. Naiknya muka air mempunyai dampak langsung terhadap kapasitas jagaan bangunan dan saluran di sebelah hulu. Biaya penyesuaian jaringan utama harus seimbang dengan keuntungan yang akan diperoleh di petak tersier.

Bila penyesuaian jaringan utama tidak mungkin, maka kapasitas yang lebih kecil dan bangunan sadap harus diatasi dengan menerapkan sistem rotasi permanen di petak tersier tersebut.

2.4 Pertimbangan-Pertimbangan Khusus

2.4.1 Sikap Terhadap Pengembangan Petak Tersier

Dalam petak tersier, semua kegiatan untuk menunjang produksi padi bertemu dan saling berkaitan satu sama lain. Ada tiga Kementerian (PU, Pertanian dan Dalam Negeri) yang terlibat sekaligus dalam bidang yang berbeda-beda, rekayasa (*engineering*), pertanian dan sosial serta administrasi. Petak tersier merupakan unit

terkecil dan seluruh sistem irigasi. Kalau petak tersier tidak berfungsi sebagaimana mestinya, maka seluruh sistem tidak akan berdaya guna sebagaimana seharusnya. Tugas Kementerian Pekerjaan Umum adalah membangun prasarana fisik yang baik untuk menunjang usaha para petani dalam meningkatkan hasil produksi pertanian. Prinsip ini hendaknya dijadikan dasar kerja bagi perencana. Konsekuensi dan sikap ini adalah bahwa jika para petani tidak menghendaki adanya Pengembangan Petak Tersier (PPT) karena alasan-alasan yang masuk akal, maka program ini sebaiknya jangan dipaksakan.

Untuk mencapai pendekatan yang seimbang dalam perencanaan petak tersier, diperlukan pengetahuan yang mendalam mengenai kondisi lapangan, baik yang berkenaan dengan aspek-aspek fisik maupun sosial-ekonomi. Kenyataan bahwa operasi dan pemeliharaan jaringan tersier merupakan tanggung jawab para petani, menunjukkan bahwa jaringan tersier yang akan dibangun harus dapat diterima sesuai dengan kebutuhan para petani. Jika tidak, jaringan itu akan diabaikan atau disalahgunakan dan investasi/modal tidak akan kembali, alias nihil.

2.4.2 Pendekatan dalam Tahap Inventarisasi

Berikut ini diberikan beberapa langkah yang bermanfaat dalam tahap inventarisasi:

1. Selama inventarisasi petak tersier dan daerah-daerah sekitarnya, usahakan untuk berbicara dengan semua wakil petani serta para pejabat desa. Ceklah di lapangan keterangan yang diberikan bersama-sama dengan petani-petani lain. Karena konsultasi semacam ini banyak memakan waktu, maka usahakan banyak menyediakan waktu untuk ini. Waktu yang dihabiskan untuk penyelidikan seperti itu jangan dianggap terbuang percuma. Beritahukan kapan akan dimulai kunjungan ke desa yang bersangkutan, apa maksudnya dan jelaskan tujuan kunjungan lapangan tersebut kepada semua pemilik petak yang berkepentingan dalam hal ini.
2. Usahakan untuk secara langsung melihat sendiri semua masalah fisik yang ada dan membuat sketsa-sketsa serta foto-foto dimana perlu. Buatlah gambar-gambar histori untuk pekerjaan tersebut. Jangan percaya pada peta manapun sebelum

mengeceknnya di lapangan. Usahakan untuk berjalan di sepanjang masing-masing trase yang telah direncanakan dan cek semua masalah secara visual.

3. Mintalah para petani untuk membantu menggambar daerah dalam bentuk sketsa yang menunjukkan saluran, bangunan dan batas-batasnya. Mintalah para petani itu untuk mendaftar/menyebutkan masalah-masalah dan cara pemecahannya pada peta ini akan sangat membantu pada waktu rencana akhir akan dibicarakan.
4. Masalah-masalah tertentu hanya akan tampak dimusim hujan, lainnya hanya tampak dimusim kemarau. Oleh sebab itu, usahakan untuk memperhatikan kedua situasi itu dalam pemeriksaan lapangan.
5. Pada waktu menjelaskan atau membicarakan hal-hal teknis dengan para petani atau orang-orang awam lainnya, jangan lupa bahwa gambar-gambar yang bagi orang teknik sangat jelas, mungkin tidak jelas bagi para petani ini karena petani tersebut belum pernah belajar membaca gambar dan oleh karena itu tidak dapat membacanya. Usahakan untuk memberikan informasi itu dalam bahasa yang mudah dimengerti. Walaupun ini semua telah petugas lakukan dengan baik, namun sebaiknya tetap terbuka untuk mengubah trase yang sudah direncanakan, bahkan beberapa saat sebelum pelaksanaan dimulai, jika ternyata para petani dapat melihat apa yang sebenarnya akan terjadi.

2.4.3 Pendekatan dalam Tahap Perencanaan

1. Sebelum mulai membuat perencanaan, telitilah semua usulan dengan para petani. Mintakan persetujuan dari para calon pemakai itu.
2. Jelaskan konsekuensi pembiayaan akibat usulan petani. Kalau perlu diberi gambaran alternatif jalan keluarterkait dengan biaya lebih murah. Hal ini perlu dilakukan mengingat petani akan membiayai saluran tersier dan kuarternya.
3. Perencanaan harus dibuat selengkap mungkin. Penting diingat bahwa semua detail harus benar. Pemecahan masalah-masalah perencanaan jangan ditunda sampai tahap pelaksanaan, karena pada tahap ini para pengawas telah dihadapkan pada masalah yang menumpuk sehingga mereka cenderung melalaikan masalah-

masalah perencanaan. Untuk membuat penyesuaian-penyesuaian yang perlu di lapangan, perencana harus hadir (tetapi jika terpaksa tidak bisa hadir, perencana boleh mengirim wakilnya) dan secara teratur mengunjungi lokasi pelaksanaan guna mengantisipasi kesulitan-kesulitan yang akan timbul.

4. Sebelum pelaksanaan dimulai, pastikan bahwa pekerjaan yang diusulkan telah dijelaskan kepada para petani serta memperoleh dukungan. Kalau perlu, buatlah penyesuaian-penyesuaian berdasarkan hasil konsultasi dengan para petani.
5. Berhati-hatilah dalam membuat perubahan-perubahan besar pada rencana jaringan, karena hal ini sering menimbulkan masalah-masalah yang tidak tampak. Usahakan untuk sebanyak mungkin memanfaatkan jaringan yang sudah ada, daripada merencanakan trase yang sama sekali baru. Hal ini berakibat bahwa ada kriteria standar tertentu yang harus ditinggalkan, misalnya penggunaan kembali air buangan, petak-petak tersier atau kuarter yang terlalu besar dan lain-lain.

BAB III

DATA DASAR

3.1 Pendahuluan

Untuk perencanaan diperlukan data-data dasar berikut:

- Keadaan topografi
- Gambar-gambar perencanaan atau purnalaksana (*as built drawings*) jaringan utama
- Kondisi hidrometereologi untuk menentukan kebutuhan air irigasi danpembuangan
- Genangan atau kekeringan yang terjadi secara teratur
- Aspek-aspek operasi.

Keadaan topografi menentukan *layout* petak-petak irigasi. Kebutuhan air irigasi, pembuangan dan operasi jaringan menentukan kapasitas, dimensi bangunan dan saluran.

Di jaringan irigasi yang sudah ada gambar-gambar perencanaan atau purnalaksana, diperlukan untuk menentukan batasan-batasan perencanaan jaringan tersier sehubungan dengan elevasi air dan kapasitas bangunan sadap.

3.2 Pemetaan Topografi

Untuk perencanaan detail jaringan irigasi tersier dan pembuang, diperlukan peta topografi yang secara akurat menunjukkan gambaran muka tanah yang ada. Untuk masing-masing jaringan irigasi akan digunakan titik referensi dan elevasi yang sama.

Peta-peta ini dapat diperoleh dari hasil-hasil pengukuran topografi (metode terestris) atau dan foto udara (peta ortofoto).

Peta-peta itu harus mencakup informasi yang berkenaan dengan:

- Garis-garis kontur
- Batas-batas petak sawah (kalau ada: peta ortofoto)

- Tata guna tanah
- Saluran irigasi, pembuang dan jalan-jalan yang sudah ada beserta bangunannya
- Batas-batas administratif (desa, kampung)
- Rawa-rawa dan kuburan
- Bangunan.

Skala peta dan interval garis-garis kontur bergantung kepada keadaan topografi:

Tabel 3-1. Definisi Medan untuk Topografi Makro

Medan	Kemiringan Medan	Skala	Interval Kontur
Sangat Datar	<0,25%	1 : 5.000	0,25m
Datar	0,25% - 1,0%	1 : 5.000	0,50 m
Bergelombang	1% - 2%	1 : 5.000	0,50 m
Terjal	>2%	1 : 5.000	1,00 m

Selain itu juga akan diperlihatkan kerapatan/densitas titik-titik di petak-petak sawah agar arah aliran antar petak dapat ditentukan.

Jika dipakai peta ortofoto, maka kontrol pemetaan ini akan dilakukan dengan pengukuran lapangan.

Peta ikhtisar harus disiapkan dengan skala 1 : 25.000 dengan *layout* jaringan utama dimana petak tersier terletak. Peta ini harus mencakup trase saluran irigasi, saluran pembuang, batas-batas petak tersier dan sebagainya.

Untuk penjelasan yang lebih rinci mengenai pengukuran dan pemetaan, lihat Persyaratan Teknis untuk Pemetaan Terestris dan Pemetaan Ortofoto (PT - 02).

3.3 Gambar- Gambar Perencanaan dan Purnalaksana Jaringan yang Ada

Di daerah-daerah yang sudah ada fasilitas irigasinya, diperlukan data-data perencanaan yang berhubungan dengan daerah-daerah irigasi, kapasitas saluran irigasi dan muka air maksimum dari saluran-saluran yang ada dan gambar-gambar purnalaksana (kalau ada), untuk menentukan tinggi muka air dan debit rencana.

Dari hasil evaluasi tinggi muka air dan debit yang dialirkan, perlu adanya penyesuaian elevasi ambang sadap dan penampang pintu sadap.

Jika data-data ini tidak tersedia, maka untuk menentukan tinggi muka air rencana pada pintu sadap dan elevasi bangunan sadap lainnya harus dilakukan pengukuran.

Bagi daerah yang saluran utamanya sudah dibangun, sering air irigasi tidak sampai pada tersier bagian hilir. Perlu dilakukan penelitian kehilangan air sepanjang saluran utama untuk mengetahui apakah saluran melewati daerah yang porous.

3.4 Genangan dan Kekeringan yang Terjadi Secara Teratur

Di daerah petak tersier yang akan dikembangkan, kondisi genangan dan kekeringan harus diketahui. Bila genangan sering terjadi (setiap tahun), maka jaringan tersier akan mengalami kerusakan berat. Biaya O & P yang tinggi akan menjadi beban berat bagi para petani dan akibatnya jaringan tersier akan terbelengkalai. Sebelum petak dilengkapi dengan jaringan tersier, harus diambil tindakan-tindakan khusus guna mengurangi frekuensi genangan, dengan menyempurnakan kapasitas dan kelancaran drainase.

Hal yang sama berlaku bagi daerah-daerah yang terlanda kekeringan. Jika persediaan air tak dapat diandalkan, maka para petani tidak akan berminat untuk mengoperasikan dan memelihara jaringan dengan baik. Perbaikan persediaan air perlu dilakukan sebelum petak dapat dikembangkan. Bila tersedianya air merupakan faktor penghambat, maka pengembangan petak tersier sebaiknya ditinjau kembali.

Hal ini dilakukan dengan mencari kemungkinan penambahan pasokan air dengan membangun embung atau waduk lapangan.

3.5 Pembagian Air di Petak Tersier

Sistem pembagian air yang akan diterapkan merupakan masalah pokok sebelum jaringan tersier dapat direncana. Ada tiga sistem pembagian air, yakni:

- Pengaliran secara terus-menerus
- Rotasi permanen

- Kombinasi antara pengaliran secara terus-menerus dan rotasi.

Sistem pengaliran secara terus-menerus memerlukan pembagian air yang proporsional, jadi besarnya bukaan pada boksharus proporsional/sebanding dengan daerah irigasi di sebelah hilir.

Pemberian air irigasi ke petak-petak kuarter di petak tersier berlangsung secara terus-menerus. Pemberian air ini dialirkan ke tiap blok sawah dipetak kuarter.

Khususnya pada waktu debit kecil, efisiensi penggunaan air sangat rendah akibat kehilangan air yang relatif tinggi.

Agar pemanfaatan air menjadi lebih efisien, aliran air irigasi dapat dikonsentrasi dan dibagi secara berselang-seling ke petak-petak kuarter tertentu. Sistem ini disebut rotasi permanen (*permanent rotation*). Konsekuensi teknis dan sistem ini adalah kapasitas saluran yang lebih tinggi, pemberian pintu pada semua boks serta pembagian air yang tidak proporsional. Jadi sistem ini lebih mahal dan eksploitasinya lebih rumit.

Perencanaan petak tersier harus didasarkan pada sistem pengaliran terus menerus.

Sistem pemberian air secara rotasi dipakai di jaringan irigasi selama debit rendah untuk mengatasi kehilangan air yang relatif tinggi. Sistem rotasi ini diterapkan jika debit yang tersedia dibawah 60%– 80% dan debit rencana. Bila tersedia debit lebih dari itu maka dipakai sistem pengaliran terus-menerus.

Penerapan sistem kombinasi memerlukan boks-boks bagi yang:

- (1) Memungkinkan pembagian air yang proporsional dan
- (2) Memungkinkan pembagian air secara rotasi.

Pengaturan dan pembagian air yang adil memerlukan pintu yang dapat disetel sesuai dengan daerah hilir yang akan diberi air. Karena pembagian air ini bisa berbeda-beda selama rotasi, maka setelan harus fleksibel. Fluktuasi debit akan mempengaruhi pembagian air secara proporsional dipakai pintu sorong untuk mengatur aliran selama pemberian air secara rotasi.

BAB IV

LAYOUT PETAK TERSIER

4.1 Pendahuluan

Perencanaan teknis petak tersier harus menghasilkan perbaikan kondisi pertanian. Masalah-masalah yang diperkirakan akan menghalangi tujuan ini harus dikenali dan dipertimbangkan dalam pembuatan *layout* dan perencanaan jaringan tersier.

Untuk menentukan *layout*, aspek-aspek berikut akan dipertimbangkan:

- Luas petak tersier
- Batas-batas petak tersier
- Bentuk yang optimal
- Kondisi medan
- Jaringan irigasi yang ada
- Operasi jaringan.

Berhubung para petani harus mengelola dan memelihara sendiri jaringan tersier, maka kebutuhan untuk operasi dan pemeliharaan harus dibuat minimum. Pembagian air harus adil, seimbang dan efisien.

Para petani akan memberikan sebagian tanah yang diperlukan untuk pembuatan jaringan tanpa mendapat ganti rugi (kompensasi), Oleh sebab itu banyaknya tanah yang akan dipergunakan sebaiknya diusahakan seminimum mungkin, agar para petani tidak terlalu banyak mengorbankan tanah mereka.

Apabila terdapat permasalahan tanah dan saluran terletak pada timbunan penuh serta biaya pelaksanaan tersedia maka disarankan pembangunan saluran dengan sistem saluran talang (*elevated flume*).

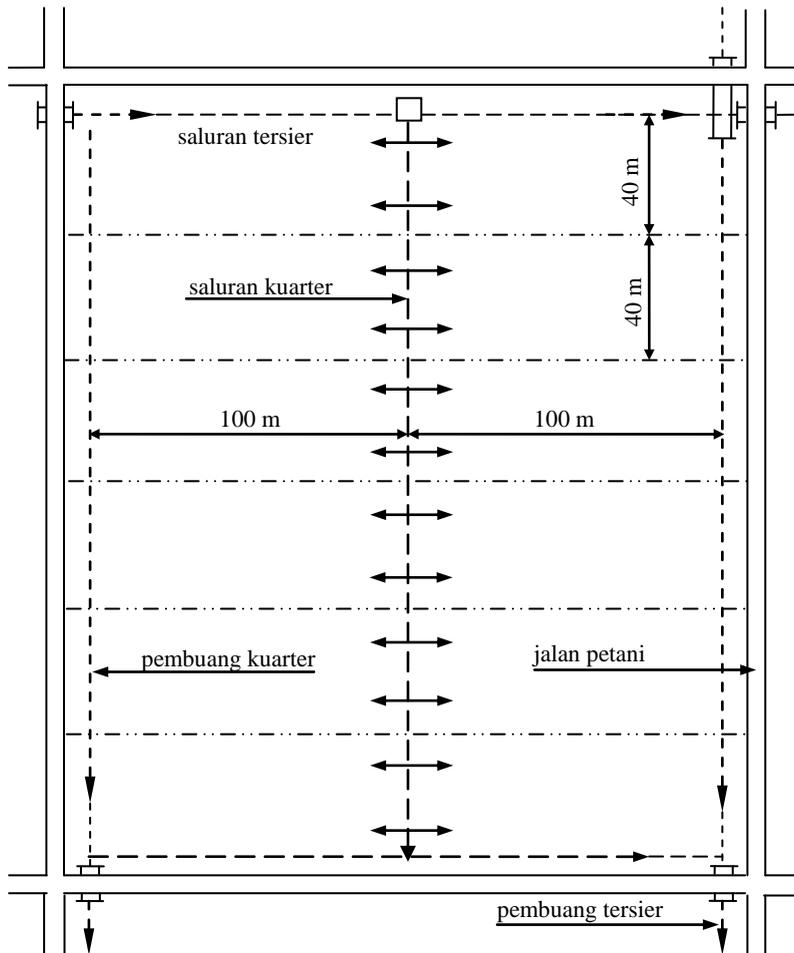
Perencana hendaknya terbiasa dengan daerah yang bersangkutan dan selalu berkonsultasi dengan para petani. Dengan demikian rencana yang dihasilkan akan lebih dapat diterima, sehingga pengembangan petak tersier lebih berhasil.

Inventarisasi petak tersier yang dilakukan dengan baik pada tahap ini memerlukan banyak waktu. Waktu akan dapat dihemat kelak selama perencanaan dan

pelaksanaan, dengan cara membuat *layout* yang baik, sehingga hanya diperlukan perubahan-perubahan kecil.

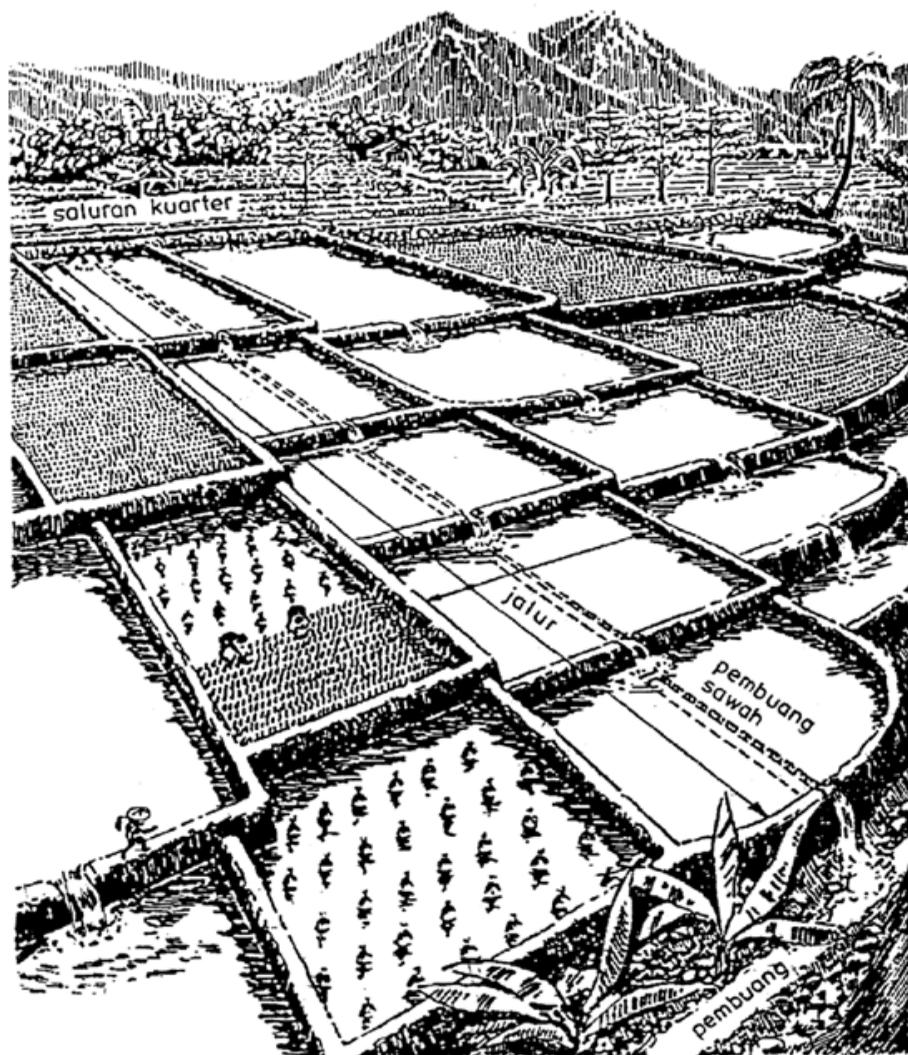
4.2 Petak Tersier yang Ideal

Petak tersier bisa dikatakan ideal jika masing-masing pemilikan sawah memiliki pengambilan sendiri dan dapat membuang kelebihan air langsung ke jaringan pembuang. Juga para petani dapat mengangkut hasil pertanian dan peralatan mesin atau ternak mereka ke dari sawah melalui jalan petani yang ada. Untuk mencapai pola pemilikan sawah yang ideal didalam petak tersier, para petani harus diyakinkan agar membentuk kembali petak-petak sawah mereka dengan cara saling menukar bagianbagian tertentu dan sawah mereka atau dengan cara-cara lain menurut ketentuan hukum yang berlaku (misalnya konsolidasi tanah pertanian). Juga, besarnya masing-masing petak yang ada tidak memungkinkan dilaksanakannya suatu proyek yang banyak memerlukan pembebasan.



Gambar 4-1. Petak Tersier yang Ideal

Tanah untuk membangun jalan petani dan sebagainya. Para petani akan menganggap hal ini sebagai pemborosan tanah.



Gambar 4-2. Jalur-Jalur Irigasi

Kebalikan dari hal diatas adalah mempertahankan situasi yang ada dimana pengaturan air sangat sulit dan menyebabkan inefisiensi yang tinggi. Dalam hal ini, perencanaan yang paling cocok adalah memperbaiki situasi yang ada tersebut, kemudian diusahakan sedapat mungkin untuk mencapai karakteristik yang ideal, misalnya:

- Reorganisasi dari 6 – 8 petak sawah yang ada diplot menjadi jalur-jalur/*strip* (lihat Gambar 4-2).
- Air diberikan dari saluran kuarter dan kelebihan air dibuang melalui pembuang kuarter
- Jalan petani dibangun di sepanjang saluran kuarter
- Pembagian air proporsional dengan boks bagi yang dilengkapi dengan pintu guna memungkinkan pembagian air secara berselang-seling ke petak-petak kuarter

4.3 Ukuran dan Bentuk Petak Tersier dan Kuarter

Ukuran petak tersier bergantung pada besarnya biaya pelaksanaan jaringan irigasi dan pembuang (utama dan tersier) serta biaya operasi dan pemeliharaan jaringan.

Menurut pengalaman, ukuran optimum suatu petak tersier adalah antara 50 dan 100 ha. Ukurannya dapat ditambah sampai maksimum 150 ha jika keadaan topografi memaksa demikian.

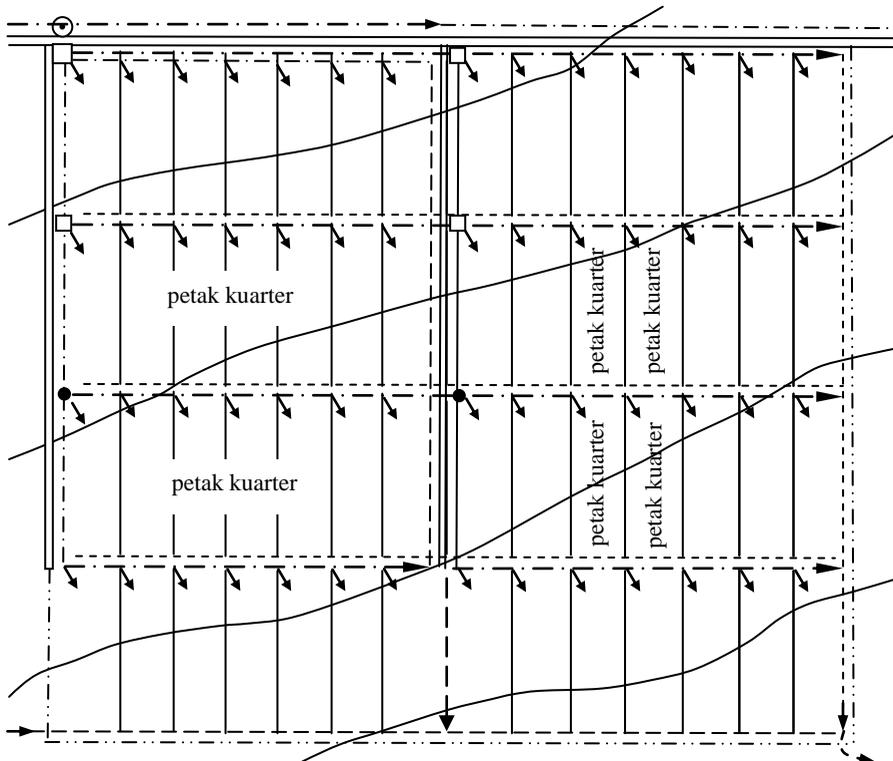
Di petak tersier yang berukuran kecil, efisiensi irigasi akan menjadi lebih tinggi karena:

- Diperlukan lebih sedikit titik-titik pembagian air
- Saluran-saluran yang lebih pendek menyebabkan kehilangan air yang lebih sedikit
- Lebih sedikit petani yang terlibat, jadi kerja sama lebih baik
- Pengaturan (air) yang lebih baik sesuai dengan kondisi tanaman
- Perencanaan lebih fleksibel sehubungan dengan batas-batas desa.

Bentuk optimal suatu petak tersier bergantung pada biaya minimum pembuatan saluran, jalan dan boks bagi. Apabila semua saluran kuarter diberi air dari satu saluran tersier, maka panjang total jalan dan saluran menjadi minimum. Dengan dua saluran tersier untuk areal yang sama, maka panjang total jalan dan saluran akan bertambah.

Bentuk optimal petak tersier adalah bujur sangkar, karena pembagian air akan menjadi sulit pada petak tersier berbentuk memanjang. Lihat Gambar 4-3.

Ukuran petak kuarter bergantung kepada ukuran sawah, keadaan topografi, tingkat teknologi yang dipakai, kebiasaan bercocok tanam, biaya pelaksanaan, sistem pembagian air dan efisiensi.



Gambar 4-3. Bentuk Optimal Petak Tersier

Jumlah petani pemilik sawah di petak kuarter sebaiknya tidak boleh lebih dari 30 orang agar koordinasi antar petani baik. Ukuran petak itu sebaiknya tidak lebih dari 15 ha agar pembagian air menjadi efisien.

Karena sawah-sawah hanya dilayani oleh petak kuarter saja, maka di daerah-daerah yang ukuran sawahnya rata-rata kecil, jumlah petak kuarter bisa ditambah. Ukuran optimum suatu petak kuarter adalah 8 - 15 ha.

Lebar petak akan bergantung pada cara pembagian air, yakni apakah air dibagi dari satu sisi atau kedua sisi saluran kuarter. Aliran antar petak hendaknya dibatasi sampai

kurang lebih 8 sawah atau 300 m panjang maksimum. Di daerah-daerah datar atau bergelombang, petak kuarter dapat membagi air ke kedua sisi. Dalam hal ini lebar maksimum petak akan dibatasi sampai 400 m (2 x 200 m). Pada tanah terjal, dimana saluran kuarter mengalirkan air ke satu sisi saja, lebar maksimum diambil 300 m. Panjang maksimum petak ditentukan oleh panjang saluran kuarter yang diizinkan (500 m).

4.4 Batas Petak

Batas-batas petak tersier didasarkan pada kondisi topografi. Daerah itu hendaknya diatur sebaik mungkin, sedemikian rupa sehingga satu petak tersier terletak dalam satu daerah administratif desa agar O&P jaringan lebih baik. Jika ada dua desa di petak tersier yang sangat luas, maka dianjurkan untuk membagi petak tersier tersebut menjadi dua petak subtersier yang berdampingan sesuai dengan daerah desa masing-masing.

Batas-batas petak kuarter biasanya akan berupa saluran irigasi dan pembuang kuarter yang memotong kemiringan medan dan saluran irigasi tersier serta pembuang tersier atau primer yang mengikuti kemiringan medan. Jika mungkin batas-batas ini bertepatan dengan batas-batas hak milik tanah.

Jika batas-batas itu belum tetap, dan jaringan masih harus dikembangkan, dipakai kriteria umum seperti ditunjukkan pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1. Kriteria Umum untuk Pengembangan Petak Tersier

Ukuran petak tersier	50 - 100 ha
Ukuran petak kuarter	8 - 15 ha
Panjang saluran tersier	<1.500 m
Panjang saluran kuarter	< 500 m
Jarak antara saluran kuarter & pembuang	< 300 m

4.5 Identifikasi Daerah-Daerah yang Tidak Diairi

Dibeberapa petak tersier ada bagian-bagian yang tidak dialiri karena alasan -alasan tertentu, misalnya:

- Tanah tidak cocok untuk pertanian
- Muka tanah terlalu tinggi tak ada petani penggarap
- Tergenang air.

Harus dicek apakah daerah-daerah ini tidak akan diairi selamanya atau untuk sementara saja. Jika sudah jelas tidak akan ditanami dimasa depan, maka daerah itu ditandai pada peta dan tidak ada fasilitas irigasi yang akan diberikan. Kecocokan tanah diseluruh daerah dipelajari dan dibuat rencana optimasi pemanfaatan air irigasi yang tersedia. Berdasarkan hasil penilaian ini, akan dapat diputuskan apakah akan dibuat jaringan tersier.

Batasan pengembangan sawah:

- (i) Laju perkolasi lebih dari 10 mm/hari
- (ii) Lapisan tanah atas tebalnya kurang dan 30 cm
- (iii) Kemiringan tanah lebih dari 5% (tergantung pada tekstur dan kedalaman lapisan tanah atas)
- (iv) Pembuang jelek yang tidak dapat diperbaiki ditinjau dari segi ekonomis
- (v) Biaya pelaksanaan jaringan irigasi tersier terlampau tinggi.

Elevasi sawah yang akan diairi harus dicek terhadap muka air di saluran.

Hal-hal berikut akan ditentukan:

1. Elevasi sawah yang menentukan
2. Muka air rencana di bangunan sadap
3. Kehilangan total tinggi energi dijaringan tersier.

Suatu daerah tidak akan bisa diairi jika muka air di saluran tidak cukup tinggi untuk memberikan airnya ke sawah-sawah.

Layak tidaknya menaikkan muka air di jaringan utama atau pembuatan bangunan sadap baru yang lebih ke hulu, harus diselidiki. Walaupun pada umumnya pekerjaan

ini mahal dan banyak memerlukan pekerjaan tanah, harus dicari cara untuk mencegah permasalahan yang timbul selama operasi. Jika jaringan irigasi tidak direncana secara memadai, para petani akan berusaha mencari sumber air sendiri. Ini akan menyebabkan kerusakan saluran, bangunan, penyalahgunaan jaringan dan mengganggu eksploitasi.

4.6 Trase Saluran

Ada dua hal yang perlu dipertimbangkan, yakni:

- Daerah yang sudah diairi
- Daerah yang belum diairi.

Dalam hal pertama, trase saluran kurang lebih sudah tetap tetapi saluran- salurannya mungkin perlu ditingkatkan, atau diperbesar. Di sini, sedapat mungkin trase saluran akan mengikuti situasi yang ada.

Jika daerah irigasi baru akan dibangun, maka kriteria umum yang diberikan dibawah ini akan sangat membantu. Aturan yang sebaiknya diikuti di daerah baru adalah menetapkan lokasi saluran pembuang terlebih dahulu, ini biasanya sudah ada di kebanyakan daerah tadah hujan.

4.6.1 Saluran Irigasi

Saluran irigasi tersier adalah saluran pembawa yang mengambil airnya dari bangunan sadap melalui petak tersier sampai ke boks bagi terakhir. Pada tanah terjal saluran mengikuti kemiringan medan, sedangkan pada tanah bergelombang atau datar, saluran mengikuti kaki bukit atau tempat-tempat tinggi.

Boks tersier akan membagi air ke saluran tersier atau kuarter berikutnya. Boks kuarter akan memberikan airnya ke saluran-saluran kuarter.

Saluran-saluran kuarter adalah saluran-saluran bagi, umumnya dimulai dari boks bagi sampai ke saluran pembuang. Panjang maksimum yang diizinkan adalah 500 m, kecuali jika ada hal-hal istimewa (misalnya apabila biaya untuk membuat saluran yang lebih pendek terlalu mahal).Di daerah-daerah terjal saluran kuarter biasanya

merupakan saluran garis tinggi yang tidak menentukan bangunan terjun. Jika hal ini tidak mungkin, maka saluran kuarter bisa dibuat mengalir mengikuti kemiringan medan, dengan menyediakan bangunan terjun rendah yang sederhana. Di tanah yang bergelombang, saluran kuarter mengikuti kaki bukit atau berdampingan dengan saluran tersier. Bangunan ditempatkan di ujung saluran irigasi kuarter yang bertemu pada saluran pembuang dan berfungsi untuk mencegah agar debit kecil tidak terbangung pada ujung saluran didekat saluran pembuang. Di daerah-daerah terjal, saluran kuarter juga diperbolehkan untuk dipakai sebagai pembuang kuarter.

4.6.2 Saluran Pembuang

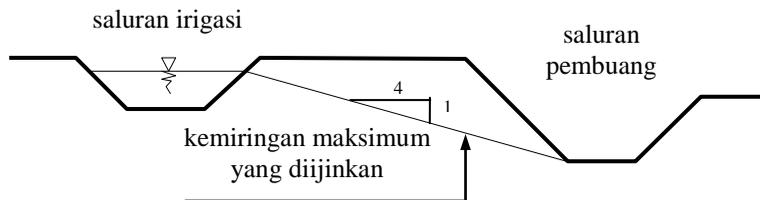
Saluran pembuang intern harus sesuai dengan kerangka kerja saluran pembuang primer. Jaringan pembuang tersier dipakai untuk:

- (i) Meringinkan sawah
- (ii) Membuang kelebihan air hujan
- (iii) Membuang kelebihan air irigasi.

Saluran pembuang kuarter biasanya berupa saluran buatan yang merupakan garis tinggi pada medan terjal atau alur alamiah kecil pada medan bergelombang. Kelebihan air ditampung langsung dari sawah di daerah atas atau dari saluran pembuang cacing di daerah bawah.

Saluran pembuang tersier menampung air buangan dari saluran pembuang kuarter dan sering merupakan batas antara petak-petak tersier. Saluran pembuang tersier biasanya berupa saluran yang mengikuti kemiringan medan.

Dusahakan agar saluran irigasi dan pembuang tidak saling bersebelahan karena saluran pembuang dapat mengikis dan merusak saluran irigasi. Jika hal ini tidak mungkin dan kalau kemiringan hidrolis antara saluran irigasi dan pembuang terlalu curam, maka saluran irigasi akan banyak mengalami kehilangan air akibat perembesan dan kemungkinan tanggul bisa runtuh. Jarak antara saluran irigasi dan pembuang hendaknya cukup jauh agar kemiringan hidrolis tidak kurang dari 1 : 4, sebagaimana ditunjukkan dibawah ini.



Gambar 4-4. Perkiraan Jarak Antara Saluran Irigasi dan Pembuang

Berikut ini diberikan panduan untuk menentukan trase saluran baru atau saluran tambahan:

- Sedapat mungkin ikuti batas-batas sawah
- Rencanakan saluran irigasi pada punggung medan dan saluran pembuang pada daerah lembah/depresi
- Hindari persilangan dengan pembuang
- Saluran irigasi sedapat mungkin mengikuti kemiringan medan
- Saluran irigasi tidak boleh melewati petak-petak tersier yang lain
- Hindari pekerjaan tanah yang besar
- Batasi jumlah bangunan.

4.7 Layout Jaringan Jalan

Layout petak tersier juga meliputi jalan inspeksi dan/atau jalan petani (*farm road*). Jalan dibutuhkan untuk inspeksi saluran tersier, memasuki berbagai tempat di jaringan irigasi serta untuk menjamin agar para petani, kendaraan dan ternak melewati jalan yang sudah ditentukan sehingga tidak merusak jaringan irigasi. Jalan-jalan ini dihubungkan dengan jalan-jalan umum utama dan jalan-jalan desa yang sudah ada. Jika mungkin, jaringan jalan yang ada tetap dipakai dan diperbaiki dengan cara memperlebar dan memberinya perkerasan. Dengan cara demikian dapat dibangun jaringan jalan petani tanpa menghabiskan banyak biaya dan sering dapat diselesaikan dengan jalan gotong royong antar penduduk desa.

Jalan petani akan dapat dipakai langsung untuk mencapai petak-petak sawah. Para petani bisa menggunakan jalan ini untuk mengangkut peralatan pertanian, benih, pupuk dan hasil panen. Tiap petak kuarter sebaiknya bisa dicapai melalui jalan petani. Bergantung pada layout petak tersier, jalan petani akan direncana disepanjang saluran kuarter.

Operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi tersier membutuhkan jalan inspeksi disepanjang saluran irigasi tersier sampai ke boks bagi yang terletak paling ujung di sebelah hilir. Jalan ini harus dapat dilalui oleh ulu-ulu P3A dan pembantu-pembantunya. Alat transportasi mereka biasanya sepeda atau sepeda motor.

Untuk memberi jalan masuk ke petak kuarter, diperlukan jalan selebar 1,5 m untuk lewat alat-alat mesin. Apabila alat-alat ini diperkirakan tidak akan dipakai dimasa mendatang, lebar minimum jalan setapak bisa diambil 1 m dan dapat diperlebar kelak, jika diperlukan. Jalan inspeksi (lebar 1,5 - 2 m) sebaiknya mengikuti trase saluran tersier bila tidak bersebelahan dengan jalan inspeksi atau jalan petani. Jalan inspeksi akan memerlukan jembatan kecil atau gorong-gorong jika menyeberangi saluran tersier dan sekunder.

4.8 Layout di Berbagai Tipe Medan

Topografi suatu daerah akan menentukan *layout* serta konfigurasi yang paling efektif untuk saluran atau pembuang. Dan kebanyakan tipe medan, *layout* yang paling cocok dapat digambarkan secara skematis. Untuk mudahnya, tipe-tipe medan dapat diklasifikasi sebagai berikut (lihat Tabel 4-2):

Tabel 4-2. Definisi Tipe Medan pada Topografi Mikro

Tipe Medan	Kemiringan Medan
Medan terjal	Diatas 2%
Medan bergelombang	0,25-2%
Medan berombak	Umumnya kurang dari 1%. Ditempat-tempat tertentu kemiringan dapat lebih besar
Medan sangat datar	Kurang dari 0,25%

Tiap petak tersier harus direncana secara terpisah agar sesuai dengan batas-batas alam dan topografi. Dalam banyak hal, bisa dibuat beberapa konfigurasi *layout* saluran irigasi dan pembuang. Dalam bab ini dibicarakan *layout* diberbagai tipe medan serta diberikan skema *layout* yang sesuai dengan topografi yang ada untuk dijadikan panduan bagi para perencana.

4.8.1 *Layout* pada Medan Terjal

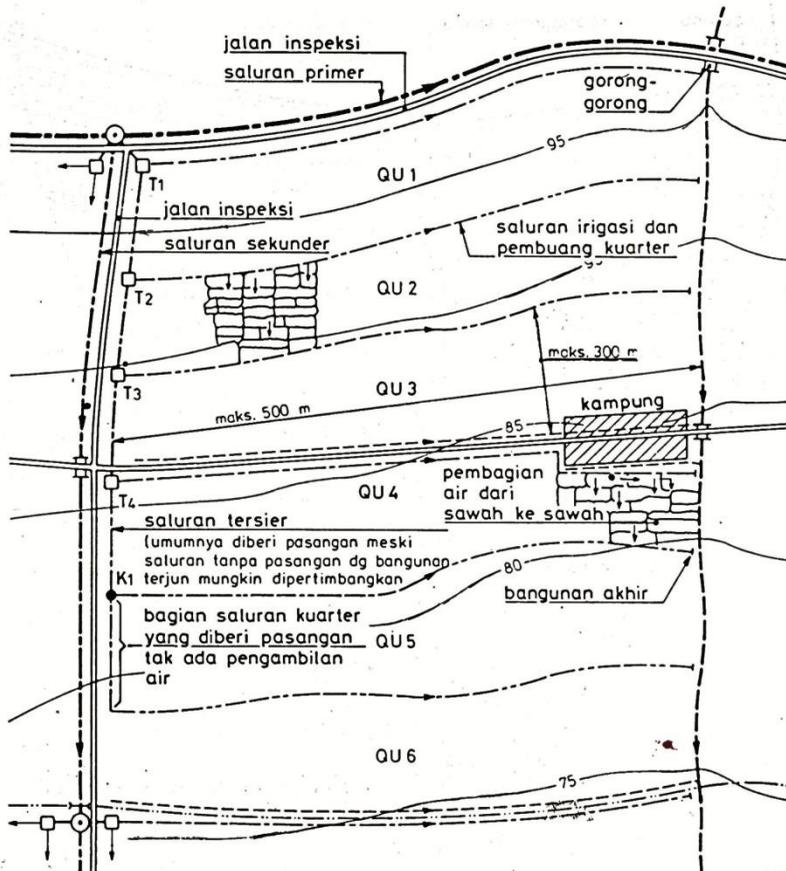
Medan terjal, dimana tanah hanya sedikit mengandung lempung, sangat rawan terhadap bahaya erosi oleh aliran air yang tidak terkendali. Erosi terjadi jika kecepatan air pada saluran tanpa pasangan lebih besar dari batas yang diizinkan, ini mengakibatkan saluran pembawa tergerus sangat dalam dan penurunan elevasi muka air mengakibatkan luas daerah yang diairi berkurang.

Dua skema *layout* yang cocok untuk keadaan medan terjal ditunjukkan pada Gambar 4-5 dan 4-6. Kemiringan paling curam biasanya dijumpai tepat di lereng hilir dan saluran primer. Gambar 4-5 memperlihatkan situasi dimana sepasang saluran tersier mengambil air dari saluran primer di kedua sisi saluran sekunder. Sistem pembagian air yang cocok untuk petak tersier yang diberi air dan pengambilan seperti ini ditunjukkan disini. Gambar 4-6 menunjukkan situasi umum lainnya dengan satu bangunan sadap tersier saja.

Saluran tersier mengikuti kemiringan medan dan boks bagi pertama dan biasanya diberi pasangan. Pada Gambar 4-5., saluran tersier paralel dengan saluran sekunder

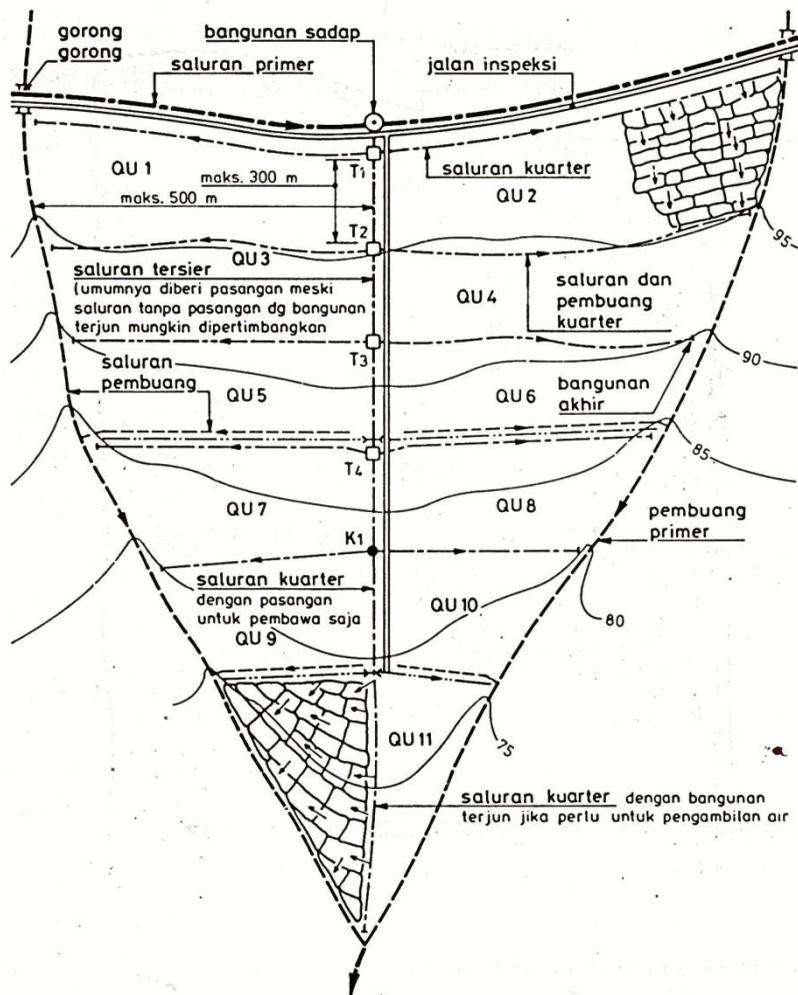
pada satu sisi dan memberikan airnya ke saluran kuarter garis tinggi melalui boks bagi di sisi lainnya. Pada Gambar 4-6, saluran tersier dapat memberikan airnya ke saluran kuarter di kedua sisi. Paling baik jika saluran tersier ini sama jauhnya dari batas-batas petak tersier, sehingga memungkinkan luas petak kuarter dibuat kira-kira sama. Petak-petak semacam ini biasanya mempunyai ujung runcing, yang memerlukan saluran kuarter yang mengikuti kemiringan medan. Karena saluran tersier semacam ini memerlukan pasangan dan biaya pembuatannya mahal, maka sebaiknya dibuat minimum, sebaiknya satu saluran per petak tersier. Pada medan yang sangat curam, sebaiknya dipakai *flum* (beton bertulang).

Aliran saluran tersier biasanya aliran superkritis pada bagian yang diberi pasangan dan harus melewati kolam peredam agar energinya dapat diredam secara efektif sebelum memasuki boks tersier atau kuarter. Dalam boks bagi diperlukan aliran yang tenang agar debit bisa dibagi secara efektif. Ini ditunjukkan dalam bentuk diagram pada Gambar 4-7. dan dibicarakan lebih lanjut pada Subbab 7-7.



Gambar 4-5. Skema *Layout* Petak Tersier pada Medan Terjal (1)

Sebagian besar saluran kuartier adalah saluran garis tinggi dan direncanakan pada kemiringan sekitar 0,001 (yakni 1,0 m/km). Trase saluran pada peta bergaris tinggi hendaknya sesuai dengan kemiringan ini. Panjang saluran kuartier umumnya ditentukan oleh jarak antara saluran sekunder dan saluran pembuang utama seperti diperlihatkan pada Gambar 4-5. atau batas-batas petak tersier seperti ditunjukkan pada Gambar 4-6. Di ujung saluran kuartier dibuat bangunan akhir (lihat Subbab 7.2) yang berfungsi untuk membuang kelebihan air ke jaringan pembuang. Di kedua *layout* tersebut, saluran kuartier terdapat disisi jalan pada lereng bagian hilir medan.



Gambar 4-6. Skema Layout Petak Tersier pada Medan Terjal (2)

Saluran kuarter boleh dipakai sebagai pembuang bila kemiringan tanah memadai dan bila hanya ada satu saluran sebagai saluran irigasi dan pembuang untuk mengeringkan sawah di daerah atas dan mengairi sawah di daerah bawah. Batas kemiringan medan untuk kombinasi saluran irigasi/pembuang adalah sekitar 2%. Sistem ini memungkinkan dimanfaatkannya kelebihan air dari petak-petak kuarter bagian atas

untuk mengairi petak-petak kuarter dibawahnya. Dengan demikian sistem ini menambah efisiensi irigasi. Disamping itu, sistem -sistem ini lebih murah. Saluran irigasi/pembuang ini direncana untuk memenuhi kriteria saluran irigasi/pembuang kuarter (lihat Subbab 5.2). Di tiap ujung saluran irigasi/pembuang ini diperlukan bangunan akhir. Sebuah tipe potongan melintang saluran irigasi/pembuang kuarter ditunjukkan pada Gambar 4-8.

Saluran pembuang kuarter ditunjukkan di lereng bagian atas jalan petani dan di bagian hilir petak tersier jika tidak dibatasi oleh saluran pembuang yang lebih tinggi. Jalan petani pada medan terjal dibuat disepanjang garis-garis kontur dan berkemiringan 1 : 10 ke arah lereng bagian atas.

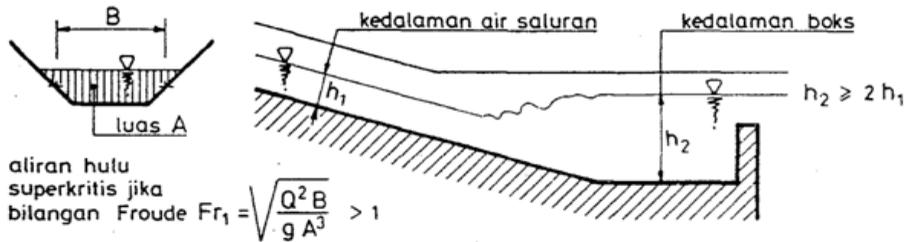
4.8.2 Layout pada Medan Agak Terjal

Banyak petak tersier mengambil airnya sejajar dengan saluran sekunder yang akan merupakan batas petak tersier di satu sisi. Batas untuk sisi yang lainnya adalah pembuang primer. Jika batas-batas jalan atau desa tidak ada, maka batas atas dan bawah akan ditentukan oleh trase saluran garis tinggi dan saluran pembuang.

Gambar 4-9. dan Gambar 4-10. menunjukkan dua skema *layout*. Gambar 4-9 untuk petak yang lebih kecil dari 500 m dan serupa dengan Gambar 4-5, kecuali saluran irigasi dan saluran pembuang harus dibuat dipisah. Jika batas- batas blok terpisah lebih dari 500 m, maka harus saluran kuarter garis tinggi yang kedua. Salah satu dari sistem itu, yang mencakup saluran tersier kedua yang mengikuti kemiringan medan, ditunjukkan pada Gambar 4-10. Ada cara-cara lain untuk mencapai hal ini dan semua metode sebaiknya dipertimbangkan segi biayanya. Hanya dalam hal-hal tertentu saja maka lebar petak lebih dari 1.000 m. Untuk mengatasi hal ini, saluran tersier kedua dapat memberikan airnya ke saluran kuarter di kedua sisinya.

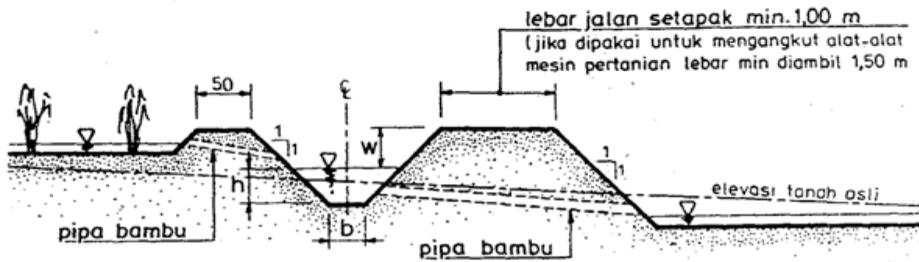
Pada umumnya, saluran yang mengikuti lereng adalah saluran tersier, biasanya saluran tanah dengan bangunan terjun di tempat-tempat tertentu. Saluran kuarter akan memotong lereng tanpa bangunan terjun dan akan memberikan air ke arah bawah. Pembagian air ke arah bawah lereng akan memerlukan sedikit keterampilan dari para

petani. Adalah mungkin juga untuk memberikan air kearah melintang dari satu sawah ke sawah lainnya. Keuntungan dari cara ini ialah saluran kuarter dapat diambil airnya dari kedua sisinya, jadi blok kuarter yang dilayani dapat lebih luas. Dalam prakteknya, sulit untuk mengalirkan air melintang lereng dan oleh sebab itu tidak dianjurkan pada medan tipe ini.



Gambar 4-7.Kolam Olak di Ujung Saluran Tersier dengan Aliran Superkritis

Jalan petani akan dibuat di sepanjang tanggul bawah pembuang kuarter. Tanggul saluran kuarter atas harus cukup lebar agar jarak antara saluran irigasi dan pembuang kuarter cukup jauh (lihat Gambar 4-4.).Bila diperlukan saluran tersier kedua, maka saluran itu hendaknya dipisahkan dari pembuang tersier oleh jalan inspeksi.

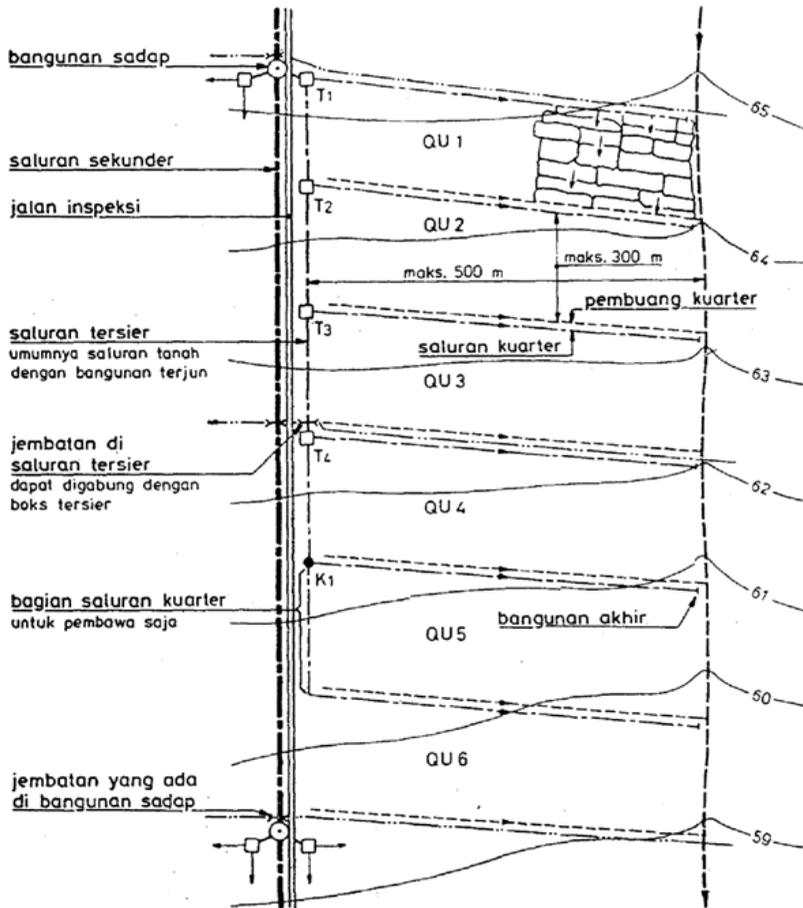


Gambar 4-8.Potongan Melintang Melalui Saluran Irigasi/Pembuang Kuarter

4.8.3 Layout pada Medan Bergelombang

Jika keadaan medan tidak teratur, maka tidak mungkin untuk memberikan skema layout. Ketidakteraturan medan sering disebabkan oleh dasar sungai, bekas alur sungai, jalan, punggung medan dan tanah yang tidak rata.

Perencana hendaknya mengatur trase saluran tersier pada kaki bukit utama dan memberikan air dari salah satu sisi saluran kuarter yang mengalir paralel atau dari kedua sisi saluran kuarter yang mungkin kearah bawah punggung medan.



Gambar 4-9. Skema *Layout* Petak Tersier Pada Medan Agak Terjal (1) untuk Petak yang Lebih Kecil

Pembuatan *layout* akhir hendaknya ditujukan untuk membuat petak kuarter yang berukuran sama/serupa (Gambar 4-11.), yang diberi air dari satu saluran kuarter. Perencana sebaiknya mencoba berbagai alternatif perencanaan dengan mempertimbangkan biaya dan kelayakan pelaksanaannya. Dimana perlu bangunan

terjun direncana di saluran-saluran tersier dan kuarter (bangunan terjun dibuat dari batu kosong setinggi maksimum 0,3 m untuk saluran kuarter).

Saluran pembuang pada umumnya berupa saluran pembuang alamiah dan letaknya harus cukup jauh dari saluran irigasi. Saluran pembuang alamiah biasanya akan melengkapi sistem punggung medan dan sisi medan. Situasi dimana saluran irigasi harus melintasi saluran pembuang sebaiknya dihindarkan.

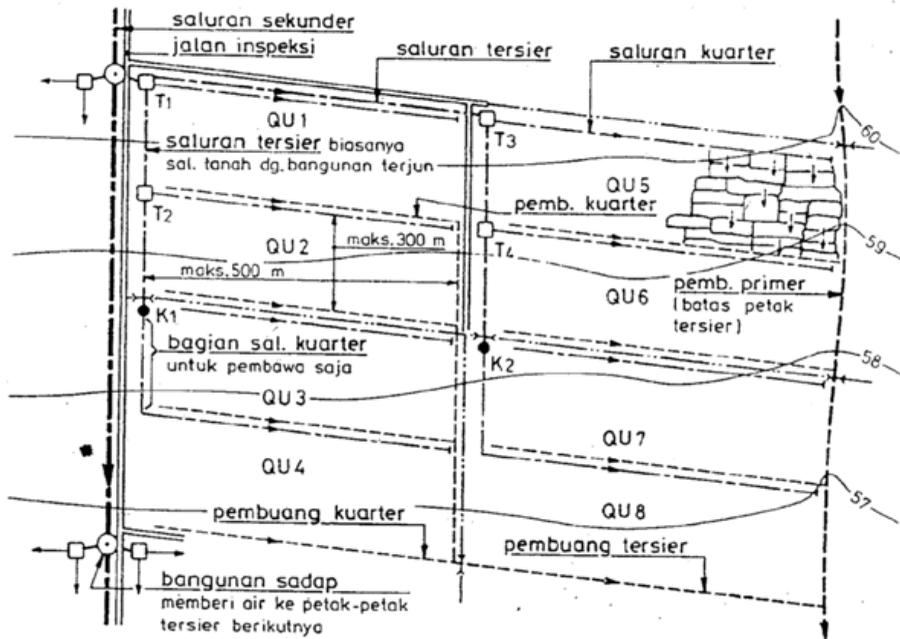
Jalan inspeksi akan mengikuti saluran tersier dan ini juga berarti mengikuti punggung medan. Sebaiknya dibuat jalan petani dimana perlu, sehingga tidak ada titik yang jauhnya lebih dari 350 m dari jalan.

4.8.4 *Layout pada Medan Datar*

Pada umumnya tidak ada daerah datar yang luas sekali di proyek, kecuali dataran pantai dan tanah rawa-rawa. Potensi pertanian daerah-daerah semacam ini sering terhambat oleh sistem pembuang yang jelek dan air yang tergenang terus-menerus merusak kesuburan tanah. Sebelum tanah semacam ini bisa dibuat produktif, harus dibuat sistem pembuang yang efisien dahulu.

Tetapi saluran pembuang ini tidak dapat direncana secara terpisah dari saluran pembawa. Keduanya saling melengkapi dan kedua *layout* harus direncana bersamaan.

Akan diperlukan pengukuran lebih detail karena saluran pembuang harus mengikuti titik-titik yang lebih rendah. Sistem yang paling baik adalah tipe “tulang ikan” (*herringbone type*) atau sistem yang mengikuti gelombang bagian bawah. Kemudian posisi saluran dapat ditentukan. Pada medan yang berat mungkin juga diperlukan saluran pembuang subkuarter. Pembuang ini sebaiknya berpola tulang ikan dan digali oleh para petani.



Gambar 4-10. Skema *Layout* Petak Tersier di Daerah Datar Berawa-Rawa

Kemudian *layout* saluran digabungkan pada jaringan pembuang. Skema *layout* ditunjukkan pada Gambar 4-12. Saluran kuarter dapat memberikan air dari kedua sisinya dan panjangnya bisa dibuat sama dengan pembuang kuarter. Lebar maksimum petak kuarter bisa mencapai 400 m. Kesulitan yang dialami dalam memberikan air dari sawah ke sawah pada tanah datar dapat dikurangi dengan membuat saluran cacing tegak lurus terhadap saluran kuarter.

Jalan inspeksi akan mengikuti saluran tersier. Adalah sulit untuk membangun jalan petani di sepanjang saluran yang airnya diambil dari kedua sisinya akan diperlukan dua saluran atau pipa-pipa panjang dibawah jalan itu. Karena operasi jaringan itu akan bergantung kepada efisiensi pembuang utama, maka jalan petani akan mengikuti pembuang ini. Saluran pembuang itu akan dihubungkan dengan jalan inspeksi tersier diujung hulu dan ujung hilir petak tersier.

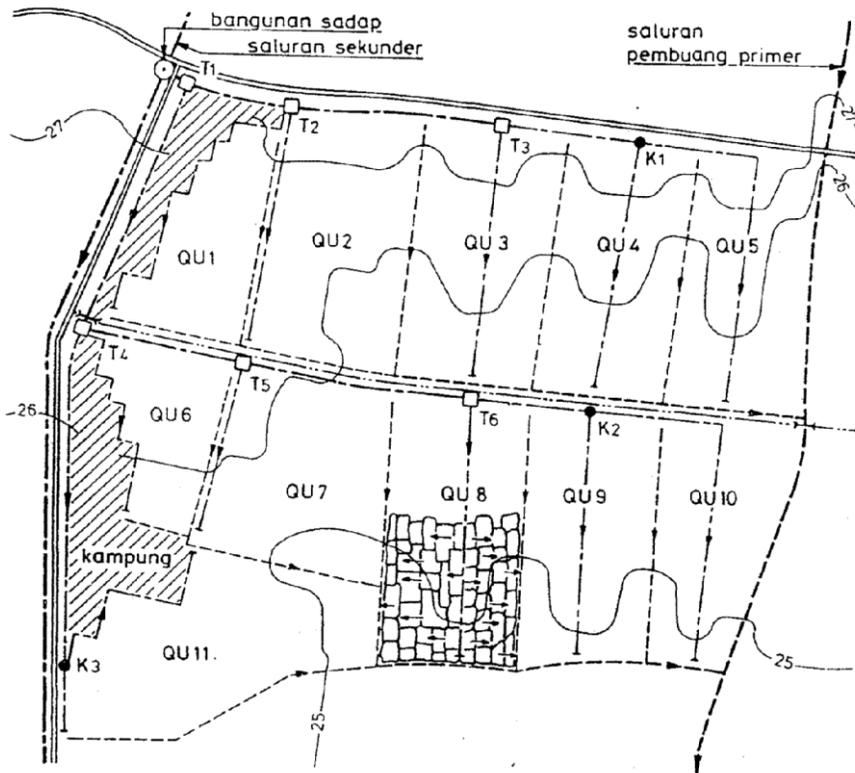
Jalan-jalan di daerah datar yang berawa-rawa sebaiknya diberi dasar (*base*) dan bahan-bahan pembuang bebas (*free draining*) dan ditinggikan 0,50 m di atas muka tanah disekitarnya.

4.9 Kolam Ikan

Pengembangan budidaya ikan air tawar termasuk dalam program diversifikasi dari Pemerintah. Bahwa untuk keperluan tersebut perlu disediakan air.

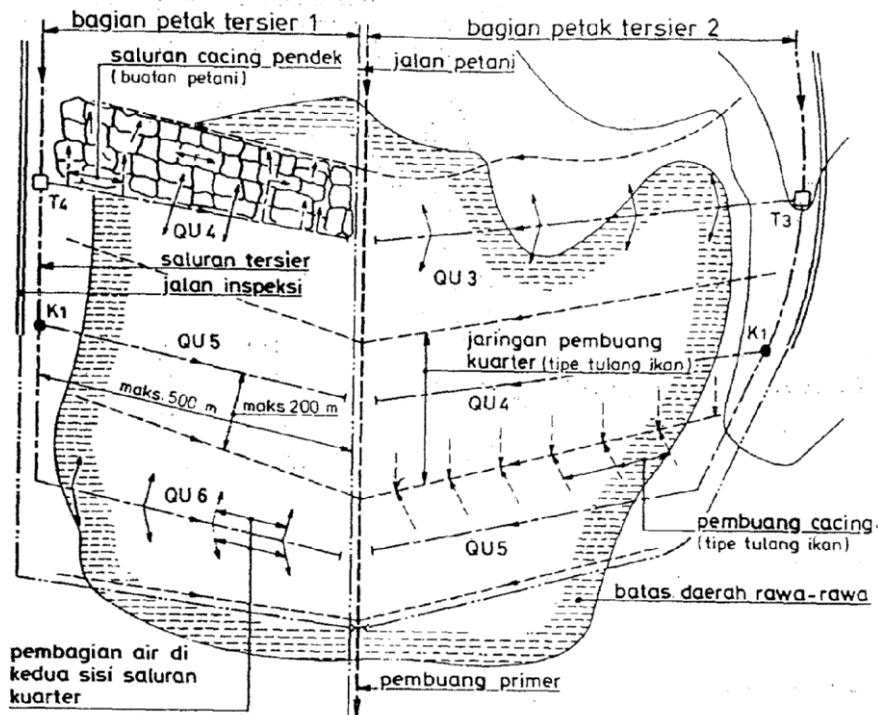
Ada empat sistem budidaya ikan air tawar, yakni:

- Kolam biasa (dengan air berkecepatan rendah) dengan tanggul tanah dilengkapi dengan pintu masuk dan keluar, memerlukan air segar 5 - 10% dan volume kolam biasa per hari. Debit air keluar dialirkan kembali ke jaringan irigasi.
- Pengembangbiakan ikan di sawah bersama-sama dengan pengolahan padi (sistem padi-mina).
- Keramba di saluran atau sungai.



Gambar 4-11. Skema Layout Petak Tersier di Daerah Datar Bergelombang

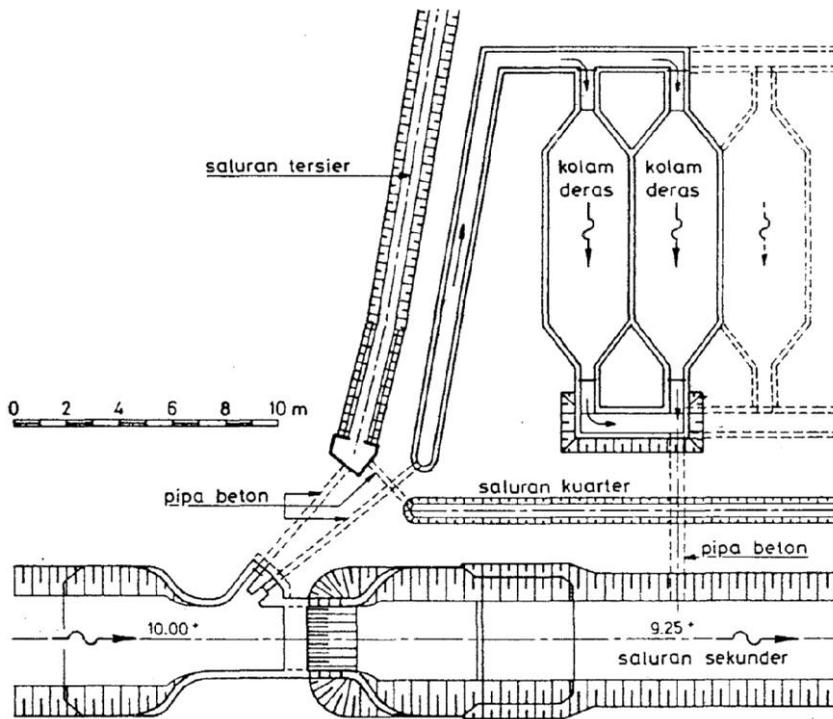
Kolam ikan dengan air berkecepatan rendah dan pengembangbiakan di sawah tidak membutuhkan prasarana. Pemiakan ikan dalam keramba di saluran tidak dianjurkan, karena umumnya ini mengganggu dan sangat merusak tanggul saluran.



Gambar 4-12. Skema *Layout* di Daerah Datar Berawa-Rawa

Untuk kolam air deras diperlukan fasilitas-fasilitas khusus untuk memenuhi persyaratan berikut:

- Debit relatif tinggi untuk penggantian air secara terus-menerus (untuk menggelontor kotoran, mengatur temperatur) agar air kolam berganti-ganti setiap hari
- Aerasi tambahan untuk air yang masuk guna menambah kadar oksigen, misalnya: penggunaan bangunan terjun ($a \approx 0,40$ m)
- Kekeruhan air harus dijaga sedemikian sehingga jarak penglihatan ikan sekurang-kurangnya 40 cm
- Air kolam tidak tercemar oleh limbah atau pestisida.



Gambar 4-13. Layout Kolam Air Deras

Oleh sebab itu, lokasi kolam ikan air tawar memerlukan:

- Saluran irigasi dengan sumber air yang memenuhi syarat kualitas yang dibutuhkan: komposisi kimia derajat kekeruhan
- Saluran irigasi dengan debit air cukup selama waktu pembiakan
- Saluran irigasi dengan beda tinggi energi yang memadai agar air cukup teraerasi (cukup kandungan oksigen) dengan cara membuat bangunan terjun dan air yang keluar kolam ke saluran itu (beda tinggi energi total 0,75 m).

Kolam deras mengambil air dari saluran irigasi primer atau sekunder, mengingat kebutuhan air yang terus-menerus. Debit saluran tersier umumnya lebih kecil dan kurang kontinyu. Kolam dengan air tenang dapat diberi air dari saluran tersier, tapi pemberian itu harus berlangsung terus-menerus.

Dalam pengembangan kolam ikan yang mengambil air dari jaringan irigasi, perencana harus memperhatikan pengawasan kualitas air yang digunakan. Sebelum pekerjaan dimulai, proyek tersebut harus mendapat izin dari lembaga yang berwenang (Komisi Irigasi dan DPUP).

Penjatahan air kedalam kolam-kolam ikan harus mendapat izin dari Panitia Irigasi.

Pengembangan tambak ikan memerlukan pendekatan yang sama sekali berbeda dalam perencanaan. Berbagai aspek seperti beda pasang surut (*tidal range*), salinitas, pengawasan salinitas dan pemberian air segar memerlukan cara pemecahan tersendiri.

4.10 Pengecekan dan Penyelesaian *Layout* Pendahuluan

4.10.1 *Layout* Pendahuluan yang Telah Selesai

Layout pendahuluan yang sudah selesai “digabungkan” pada peta. Ortofoto atau terestris berskala 1 : 5.000 yang memperlihatkan jalan-jalan, bangunan, tata guna tanah dan batas-batas desa. *Layout* pendahuluan hendaknya memperlihatkan batas-batas tersier dan kuarter, semua saluran irigasi, saluran pembuang dan bangunan.

4.10.2 Pengecekan di Lapangan

Pengecekan di lapangan hendaknya dilakukan dengan para petani atau organisasi petani dan kepala desa, guna mendapatkan informasi mengenai pemilikan tanah, dan batas pembebasan tanah. Semua masalah yang timbul sebaiknya dipecahkan bersama-sama dengan Pemerintah Daerah DPUP, Pengawas Irigasi, Agraria (untuk registrasi tanah), PPL (atau wakil pertanian) pembantu Camat atau instansi-instansi lain yang terlibat dalam pekerjaan ini misalnya Dinas Transmigrasi di daerah transmigrasi. Jika perlu trase dan batas-batas yang sudah ditentukan bisa diubah. *Layout* yang sudah disetujui dan diselesaikan bersama akan disebut “*layout* akhir” (*final layout*). *Layout* ini dengan jelas menunjukkan daerah-daerah kuarter yang sudah dihitung serta kebutuhan irigasi yang direncana.

4.10.3 *Layout*Akhir

Layout akhir akan merupakan hasil konsultasi dengan para petani yang akan menggunakan jaringan tersier. Saran-saran dari petani akan sebanyak mungkin dimasukkan, sejauh hal ini dapat diterima dari segi teknis. Kemudian *layout* akan digambar pada peta dengan skala yang sesuai 1 : 5.000 atau 1 : 2.000. Peta dengan garis-garis ketinggian tapi tanpa titik-titik rinci ketinggian akan dipakai sebagai dasar *layout* ini.

Pada peta ini harus ditunjukkan hal-hal berikut:

- Batas-batas petak tersier, subtersier dan kuarter batas-batas tiap sawah (jika dipakai peta ortofoto); batas-batas desa dan indikasi daerah-daerah yang bisa diairi dan yang tidak
- Saluran-saluran primer, sekunder, tersier, dan kuarter serta pembuang
- Semua bangunan, termasuk indikasi tipe bangunan, seperti boks tersier, gorong-gorong, jembatan dan sebagainya
- Jalan-jalan inspeksi dan jalan petani
- Sistem tata nama (nomenklatur) saluran, pembuang dan bangunan
- Ukuran petak tersier dan masing-masing petak kuarter.

Apabila saluran pembuang tersier bertemu dengan saluran pembuang dan petak yang letaknya lebih ke hulu, hal ini harus disebutkan karena debit rencana harus disesuaikan.

Layout akhir harus disetujui dan disahkan oleh wakil para petani (pimpinan tidak resmi), P3A (jika telah dibentuk) dan kepala desa. Gambar *layout* asli harus ditandatangani oleh orang-orang tersebut diatas.

BAB V

PERENCANAAN SALURAN

5.1 Pendahuluan

Dilihat dari segi teknik, saluran tersier dan kuarter merupakan hal kecil dan sederhana. Bagi para Petani Pemakai Air, saluran-saluran sederhana ini sangat penting karena dengan sarana inilah air irigasi dapat dibagi-bagi ke sawah.

Perencanaan hendaknya didasarkan pada prinsip-prinsip teknis yang andal, tetapi juga harus dapat memenuhi keinginan yang diajukan para pemakai air. Oleh sebab itu merencanakan pengembangan petak tersier merupakan aktivitas yang memerlukan pengecekan yang terus-menerus terhadap implikasi praktis. Yang paling perlu dilakukan adalah sering melakukan kontak dengan para Petani Pemakai Air.

Kapasitas saluran irigasi ditentukan oleh kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan. Bila dipakai sistem rotasi (permanen) kapasitas ini akan disesuaikan.

Oleh sebab itu, untuk perencanaan saluran dan bangunan irigasi, tipe rotasi yang akan diterapkan hendaknya ditentukan terlebih dahulu.

Cara pemeliharaan saluran menentukan koefisien kekasaran yang akan dipilih akan tetapi pemeliharaan yang jelek akan menyebabkan kecepatan aliran menjadi lebih rendah dan kemudian akan diperlukan saluran yang lebih besar.

Oleh karena itu, program pembinaan mengenai pemeliharaan saluran yang memadai dapat juga membantu mengurangi biaya pelaksanaan.

Saluran pembuang yang direncana dan dilaksanakan dengan baik, merupakan keharusan bagi daerah irigasi yang dikelola dengan baik. Saluran pembuang akan membuang kelebihan air dari sawah dalam waktu yang sesingkat mungkin untuk mencegah terjadinya genangan dan kerusakan tanaman, serta mengatur muka air tanah sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Kapasitas saluran pembuang yang dapat dianggap layak dari segi ekonomi didalam petak tersier, tergantung dari perbandingan antara berkurangnya panen yang

diharapkan akibat air yang berlebihan dengan biaya pelaksanaan dan pemeliharaan saluran pembuang dan bangunan-bangunannya.

Jika kapasitas saluran pembuang disuatu daerah kurang memadai untuk membuang kelebihan air dengan segera, maka air akan mengalir dari sawah-sawah yang letaknya lebih tinggi ke sawah-sawah yang lebih rendah. Akibatnya muka air dalam cekungan-cekungan disini akan melonjak sampai beberapa saat, yang akan merusak tanaman, saluran dan bangunan.

Kelebihan air di sawah-sawah, disebabkan oleh kelebihan curah hujan, dikeringkan dengan sistem pembuang permukaan berupa saluran (pembuang), alur alamiah dan/atau sungai. Biasanya fungsi pembuang alamiah bawah permukaan diabaikan (tidak dipakai).

Kapasitas saluran pembuang ditentukan dengan modulus pembuang, yaitu jumlah kelebihan air yang akan dikeringkan per satuan luas. Umumnya modulus pembuang dinyatakan dengan satuan liter per detik per hektar.

5.2 Saluran Irigasi

5.2.1 Kebutuhan Air Irigasi

Debit rencana sebuah saluran dihitung dengan rumus umum berikut:

$$Q_t = \frac{NFR \times A}{e_t} \dots\dots\dots 5-1$$

dimana:

- Q_t = debit rencana, lt/dt
- NFR = kebutuhan bersih air di sawah, lt/dt.ha
- A = luas daerah yang diairi, ha
- e_t = efisiensi irigasi di petak tersier.

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

1. Cara penyiapan lahan
2. Kebutuhan air untuk tanaman
3. Perkolasi dan rembesan

4. Pergantian lapisan air
5. Curah hujan efektif.

Kebutuhan total air di sawah (GFR) mencakup faktor 1 sampai 4. Kebutuhan bersih air di sawah (NFR) juga termasuk curah hujan efektif. 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 diatas.

Uraian terinci mengenai kebutuhan air di sawah serta cara perhitungannya diberikan dalam KP - 01 Perencanaan Irigasi, Lampiran B.

Akibat operasi, evaporasi dan perembesan, sebagian dari air yang dibagikan akan hilang sebelum mencapai tanaman padi. Kehilangan air akibat evaporasi dan perembesan kecil saja dibanding kehilangan akibat operasi. Hanya tanah-tanah yang lulus air saja yang akan memerlukan perhitungan tersendiri. Untuk tujuan-tujuan perencanaan, kehilangan air di jaringan irigasi tersier dianggap 15 - 22,5% antara bangunan sadap tersier dari sawah (atau $e_t = 0,775 - 0,85$).

Kehilangan yang sebenarnya didalam jaringan bisa jauh lebih tinggi, khususnya 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 dengan cara memperbaiki cara operasi. Untuk daerah- daerah dimana sawah akan dikembangkan, tidak diberikan kapasitas tambahan untuk mengalirkan kebutuhan air irigasi yang lebih tinggi. Air tambahan yang diperlukan untuk pengembangan sawah akan diatasi dengan cara mengembangkan sawah secara bertahap.

5.2.2 Kapasitas Rencana

Kapasitas bangunan sadap tersier didasarkan pada kebutuhan air rencana pintu tersier ($Q_{maks}/dt.ha$). Pada umumnya kebutuhan air selama penyiapan lahan menentukan kapasitas rencana. Besarnya kebutuhan ini dapat dihitung menurut KP - 01 Jaringan Irigasi, Lampiran B.

Kapasitas rencana saluran tersier dan kuarter didasarkan pada 100% Q_{maks} . Jika tidak tersedia data mengenai kebutuhan irigasi, angka-angka umum akan dipergunakan untuk perkiraan. Besarnya angka-angka masih membutuhkan penyelidikan atau dapat diperoleh dari daerah irigasi yang berdekatan.

- (i) Untuk saluran kuarter, debit rencana untuk irigasi terus-menerus adalah kebutuhan rencana air di pintu tersier ($lt/dt.ha$) kali luas petak kuarter. Debit rencana ini dipakai di sepanjang saluran
- (ii) Pada saluran tersier, debit rencana untuk irigasi terus-menerus bagi semua ruas saluran tersier antara dua boks bagi adalah kebutuhan air irigasi rencana di pintu tersier ($lt/dt.ha$) kali seluruh luas petak kuarter yang diairi.

5.2.3 Elevasi Muka Air Rencana

Untuk menentukan muka air rencana saluran, harus tersedia data-data topografi dalam jumlah yang memadai. Setelah *layout* pendahuluan selesai, trase saluran yang diusulkan diukur. Elevasi sawah harus diukur 7,5 meter diluar as saluran irigasi atau pembuang yang direncana tiap interval 50 m dan pada lokasi-lokasi khusus.

Hal ini penting karena:

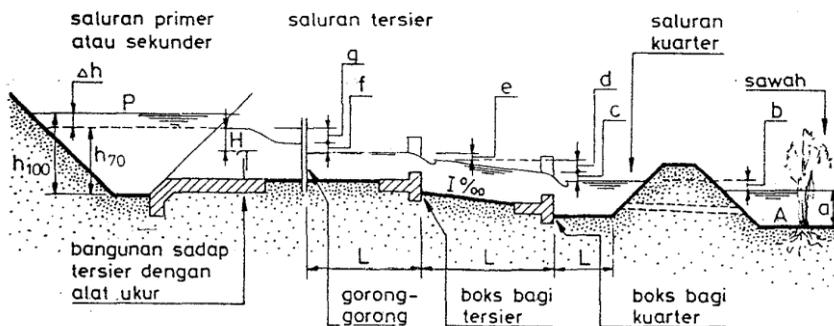
- Saluran kuarter harus memberi air ke sawah-sawah ini
- Pembuang kuarter dan tersier menerima kelebihan air dari sawah-sawah ini
- Jalan inspeksi atau jalan petani 0,5 m diatas permukaan sawah ini
- Kedalaman pondasi bangunan dikaitkan langsung dengan elevasi sawah asli.

Jika saluran-saluran yang sudah ada masih tetap akan dipakai, maka elevasi tanggulnya juga harus diukur.

Hasil-hasil pengukuran akan disajikan dalam bentuk gambar situasi (1 : 2.000), dan potongan memanjang (skala horisontal 1:2.000, vertikal 1:50). Tidak diperlukan potongan melintang, kecuali untuk standar potongan untuk setiap sketsa dengan dimensi yang sama. Tetapi potongan melintang pada daerah bergelombang digambar pada jarak 100 m.

Beda elevasi (*head*) yang ada antara elevasi sawah dengan elevasi air di jaringan utama harus diketahui. Elevasi air di jaringan utama dan jaringan irigasi yang ada dapat diperoleh dari gambar-gambar rencana atau gambar-gambar purnalaksana (*as-built drawings*). Jika gambar-gambar semacam ini tidak ada, maka elevasi tersebut harus ditentukan dengan mengadakan pengukuran detail pada bangunan sadap serta elevasi ambang bangunan ukur. Dianjurkan agar pengecekan ini selalu dilakukan, bahkan bila gambar-gambar perencanaan tersedia sekalipun, karena elevasi yang ditunjukkan pada gambar tidak selalu sesuai dengan elevasi sebenarnya di lapangan. Kemungkinan terdapat perbedaan bidang persamaan (*reference level/datum*) selalu ada.

Berfungsinya jaringan utama yang ada hendaknya dicek jika akan dipakai elevasi referensi dari bangunan sadap tersier. Bangunan sadap tersier tersebut mungkin mempunyai elevasi yang relatif tinggi atau rendah. Cara pengecekan terbaik adalah menghubungkan langsung perencanaan itu dengan elevasi pada pengambilan utama atau bendung. Hal ini hanya dapat dilakukan pada daerah-daerah irigasi kecil.



Gambar 5-1. Elevasi Bangunan Sadap Tersier yang Diperlukan

Elevasi muka air yang diperlukan di saluran primer/sekunder di hulu bangunan sadap tersier dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$P = A + a + b + n.c + m.e + f + g + \Delta h + z \quad \dots\dots\dots 5-2$$

dimana:

- P = muka air yang dibutuhkan jaringan utama di hulu bangunan sadap tersier
- A = elevasi sawah yang menentukan di petak tersier
- a = kedalaman air di sawah (- 10 cm)
- b = kehilangan tinggi energi dari saluran kuarter sampai sawah (- 10 cm)
- c = kehilangan tinggi energi di boks bagi kuarter (5-15 cm/boks)
- n = jumlah boks bagi kuarter pada saluran yang direncana
- d = kehilangan tinggi energi selama pengaliran di saluran tersier dan kuarter
($I \times L$ cm)
- e = kehilangan tinggi energi di boks bagi tersier (- 10 cm/boks)
- m = jumlah boks tersier pada saluran yang direncana
- f = kehilangan tinggi energi di gorong-gorong (- 5 cm per gorong - gorong)
- z = kehilangan tinggi energi bangunan-bangunan tersier yang lain
- g = kehilangan tinggi energi di pintu *Romijn* (- $2/3 H$)
- Δh = variasi tinggi muka air di jaringan utama di hulu bangunan sadap tersier
(- 0,10 h_{100})
- h_{100} = kedalaman air rencana di saluran primer atau sekunder pada bangunan sadap.

Perencanaan jaringan utama biasanya didasarkan pada kriteria bahwa untuk debit sebesar 85 % dari kapasitas rencana saluran primer/sekunder, debit rencana untuk petak tersier masih harus dialirkan melalui bangunan sadap tersier tanpa menaikkan muka air di saluran primer/sekunder. Jadi variasi muka air h adalah perbedaan muka air untuk Q_{100} dan 70% dan Q_{100} (= Q_{70}). Perbedaan ini bergantung kepada lebar dasar saluran, kemiringan saluran dan kemiringan talut saluran, tapi harga Δh sekitar $0,18 h_{100}$.

Pada waktu menentukan elevasi tanah tertinggi di sawah dalam petak tersier, hendaknya selalu diingat apakah daerah itu sudah diratakan atau akan diratakan di masa yang akan datang. Kadang-kadang tidak dianjurkan untuk mengairi bagian petak tersier yang sangat tinggi, karena ini akan memerlukan muka air yang lebih

tinggi di saluran tingkat tersier dan primer. Biaya pelaksanaan yang sangat besar akan diperlukan untuk ini.

Walaupun dari segi pelaksanaan dan pemeliharaan akan lebih murah untuk merencanakan muka air yang lebih rendah, tapi harus diingat bahwa hendaknya diusahakan untuk sebanyak mungkin mengairi sawah-sawah di sepanjang saluran sekunder. Strip/jalur yang tidak kebagian air irigasi selalu menimbulkan masalah pencurian air dari saluran primer/sekunder atau pembendungan air di saluran tersier.

Harga- harga yang diambil untuk kehilangan tinggi energi dan kemiringan dasar merupakan harga-harga asumsi yang akan dihitung kembali untuk merencanakan harga- harga yang akan dipakai pada tahap perencanaan akhir.

Muka air di saluran kuarter sekurang- kurangnya 0,15 m diatas muka sawah. Ini berlaku disepanjang saluran agar pembagian air ke petak-petak sawah dapat dilakukan dengan baik.

Kehilangan tinggi energi dari saluran kuarter ke sawah tidak boleh diabaikan, seperti dapat dilihat dari rumus berikut:

$$Q = \mu A \sqrt{2gz} \dots \dots \dots 5-3$$

dimana : Q = debit air m³/dt

μ = koefisien debit (0,6 - 0,7)

A = luas potongan melintang pipa, m²

g = percepatan gravitasi, m/dt² (9,8 m/dt²)

z = kehilangan tinggi energi (= b pada Gambar 5-1.), m

5.2.4 Karakteristik Saluran

Berdasarkan trase saluran, kapasitas rencana dan muka air di saluran yang diperlukan, potongan melintang dan memanjang saluran dapat ditentukan.

Biaya pemeliharaan saluran hendaknya diusahakan serendah mungkin. Ini akan tercapai bila tidak terjadi penggerusan atau pengendapan. Keduanya berkaitan dengan kecepatan aliran dan kemiringan saluran.

Kecepatan aliran dan kemiringan saluran bergantung pada situasi topografi, sifat-sifat tanah dan kapasitas yang diperlukan. Berdasarkan pengalaman lapangan, *Fortier* (1926) menyimpulkan bahwa untuk saluran irigasi dengan kedalaman air kurang dari 0,90 m pada tanah lempungan atau lempung lanauan, kecepatan maksimum yang diizinkan adalah sekitar 0,60 m/dt. Harga-harga lebih rendah dapat dipakai untuk tanah pasiran, tetapi akan diperlukan pasangan untuk mengatasi kehilangan akibat perkolasi.

Metode-metode modern menggunakan gaya tarik (*tractive force*). Perhitungan kecepatan yang diizinkan diuraikan secara terinci dalam Bagian KP - 03 Saluran.

Harga batas gaya geser sebesar 1 kg/m^2 (10 N/m^2) diterapkan untuk saluran tersier dan kuarter. Bila gradien medan curam dan kecepatan menjadi terlalu tinggi, diperlukan satu atau dua bangunan terjun, atau saluran tersier harus diberi pasangan (got miring). Keputusan mengenai apakah akan direncana bangunan terjun atau saluran pasangan, harus didasarkan pada besarnya biaya pelaksanaan (lihat Subbab 7.6).

Setelah debit rencana ditentukan, dimensi saluran dapat dihitung dengan rumus *Strickler* berikut:

$$v = k R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots 5-4$$

dimana:

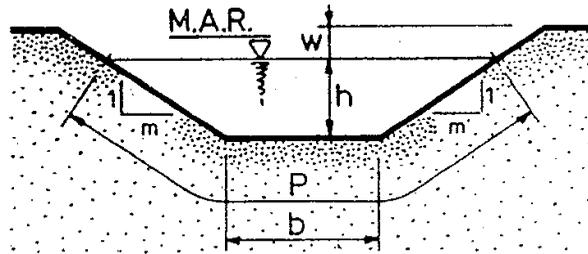
$$R = \frac{A}{P}$$

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

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

$$Q = vA$$

$$n = \frac{b}{h}$$



Gambar 5-2. Parameter Potongan Melintang

Dimana : Q = debit saluran, m^3/dt

v = kecepatan aliran m/dt

A = potongan melintang m^2

R = jari-jari hidrolis, m

P = keliling basah, m

b = lebar dasar, m

h = tinggi air, m

n = kedalaman - lebar

I = kemiringan saluran

k = koefisien kekasaran *Strickler*, $m^{1/3}/dt$

m = kemiringan talut (1 vertikal : m horizontal)

Di sini dianjurkan untuk merencanakan saluran irigasi dengan kriteria yang dirinci pada Tabel 5-1. Dalam Lampiran diberikan grafik dimana dimensi saluran dapat langsung dibaca dengan masukan (input) debit dan kemiringan rencana saluran. Karena digunakan saluran-saluran berukuran kecil, nilai b/h adalah satu. Dalam grafik-grafik itu juga diberikan harga-harga kecepatan maksimum yang diizinkan. Untuk tujuan yang sama, dalam buku petunjuk perencanaan jaringan irigasi tabel-tabel dengan contoh-contoh perhitungan. Tipe-tipe potongan melintang ditunjukkan pada Gambar 5-3.

Tabel 5-1. Kriteria Perencanaan untuk Saluran Irigasi Tanpa Pasangan

Karakteristik Perencanaan	Satuan	Saluran Tersier	Saluran Kuarter
Kecepatan maksimum	m/dt	Sesuai dengan Perencanaan	Grafik
Kecepatan minimum	m/dt	0,20	0,20
Harga k	$m^{1/3}/dt$	35	30
Lebar minimum dasar saluran	m	0,30	0,30
Kemiringan talut	-	1 : 1	1 : 1
Lebar minimum mercu	m	0,50	0,40
Tinggi minimum jagaan	m	0,30	0,20

Catatan

- Lebar dasar saluran akan sama dengan kedalaman air ($b/h = 1$)
- Lebar tanggul akan lebih lebar daripada lebar minimum jika tanggul juga dipakai sebagai jalan petani atau inspeksi.

Tipe potongan melintang ditunjukkan pada Gambar 5-3.

Untuk semua aliran dan kemiringan, harus dicek dahulu apakah kecepatan maksimum yang diizinkan dilampaui. Jika terlampaui, maka harus digunakan bangunan terjun guna meredam kelebihan energi. Dimensi dan kemiringan maksimum saluran yang diizinkan (dalam hal ini perencanaannya) dapat diambil langsung dari Lampiran.

5.2.5 Saluran Irigasi/ Pembuang Kuarter

Jika saluran kuarter juga dipakai sebagai saluran pembuang (seperti dijelaskan dalam Subbab 4.8), sebaiknya saluran itu direncana dengan menggunakan kriteria saluran kuarter. Potongan melintang saluran direncana menurut grafik perencanaan saluran dengan kombinasi aliran pembuang intern (lihat Subbab 5.3), serta pengaliran air irigasi sebagai debit. Diatas muka air ini dibuat jagaan dengan minimum 15 cm. Kemudian elevasi dasar saluran dan muka air berada pada elevasi yang cukup untuk

mengairi sawah-sawah di daerah bawah. Kedalaman air yang hanya dipakai untuk irigasi saja dihitung dengan rumus *Strickler* secara coba-coba (*trial anderror*).

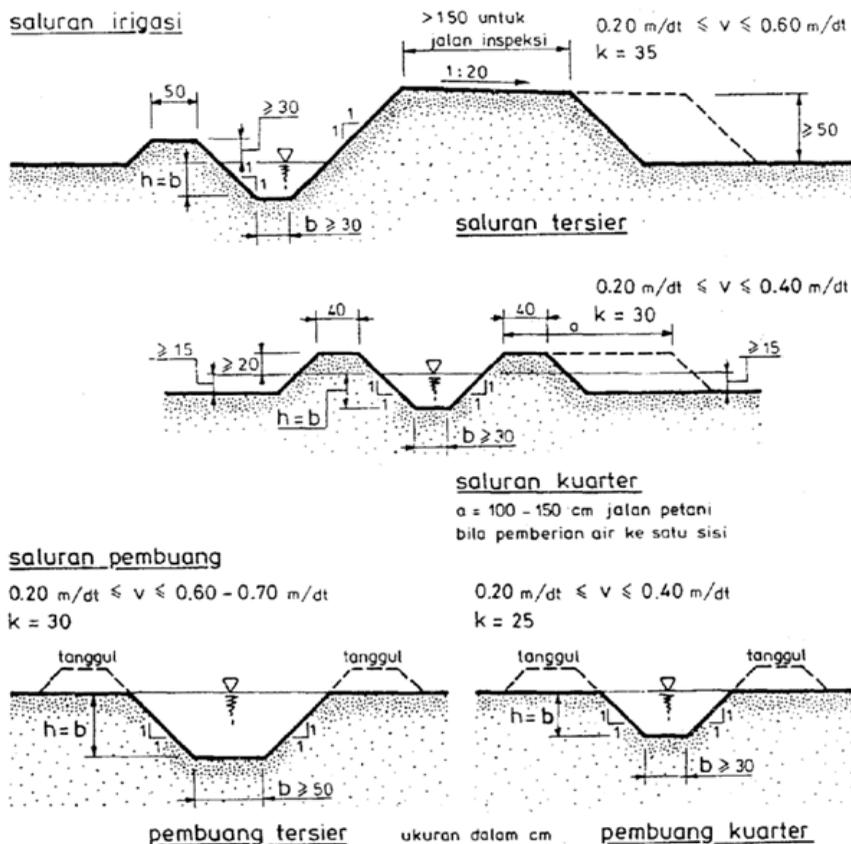
Berikut ini diberikan kriteria perencanaan lain yang dianjurkan pemakaiannya.

- Kemiringan minimum saluran 1,00 m/km (0,001)
- Kemiringan minimum medan 2%
- Lebar tanggul 1,00 atau 1,50 m
- Kecepatan aliran rencana 0,50 m/dt
- Harga “k” *Strickler* = 30
- Kemiringan talut 1:1

5.3 Saluran Pembuang

Biasanya tanaman padi tumbuh dalam keadaan tergenang dan demikian dapat bertahan dengan sedikit kelebihan air. Untuk varietas unggul, tinggi air 10 cm dianggap cukup dengan tinggi muka air antara 5 sampai 15 cm dapat diizinkan. Tinggi air yang lebih dari 15 cm harus dihindari, karena air yang lebih tinggi untuk jangka waktu yang lama akan mengurangi hasil panen. Varietas lokal unggul dan khususnya varietas lokal (biasa) kurang sensitif terhadap tinggi air. Walaupun demikian, tinggi air yang melebihi 20 cm tetap harus dihindari.

Kelebihan air di petak tersier dapat diakibatkan oleh hujan deras, limpahan kelebihan air irigasi atau air buangan dari jaringan utama ke petak tersebut, serta limpahan air irigasi akibat kebutuhan air irigasi yang berkurang di petak tersier.



Gambar 5-3. Tipe-Tipe Potongan Melintang

Besarkecilnya penurunan hasil panen yang diakibatkan oleh air yang berlebihan bergantung kepada:

- Dalamnya kelebihan air
- Berapa lama genangan yang berlebihan itu berlangsung
- Tahap pertumbuhan tanaman
- Varietas padi
- Kekeruhan dan sedimen yang terkandung dalam genangan air.

Tahap-tahap pertumbuhan padi yang paling peka terhadap banyaknya air yang berlebihan adalah selama transplantasi (pemindahan bibit ke sawah), persemaian

dan permulaan masa berbunga. Merosotnya hasil panen secara tajam akan terjadi apabila dalam lapisan air di sawah melebihi separuh dan tinggi tanaman padi selama tiga hari atau lebih. Jika tanaman padi tergenang air seluruhnya jangka waktu lebih dari 3 hari, maka tidak akan ada panen. Jika pada masa penanaman, kedalaman air melebihi 20 cm selama jangka waktu 3 hari atau lebih maka tidak ada panen.

5.3.1 Modul Pembuang

Jumlah kelebihan air yang harus dibuang per satuan luas per satuan waktu disebut modulus pembuang atau koefisien pembuang dan inibergantung pada:

- Curah hujan selama periode tertentu
- Pemberian air irigasi pada waktu itu
- Kebutuhan air untuk tanaman
- Perkolasi tanah
- Genangan di sawah-sawah selama atau pada akhir periode yang bersangkutan
- Luasnya daerah
- Sumber-sumber kelebihan air yang lain.

Pembuang air permukaan untuk satuan luas dinyatakan sebagai:

$$D(n) = R(n)_T + n(IR - ET - P) - \Delta S \dots\dots\dots 5-5$$

dimana:

- n = jumlah hari berturut-turut
- $D(n)$ = pengaliran air permukaan selama n hari, mm
- $R(n)_T$ = curah hujan dalam n hari berturut-turut dengan periode ulang T tahun, mm
- IR = pemberian air irigasi, mm/hari
- ET = evapotranspirasi, mm/hari
- P = perkolasi, mm/hari
- ΔS = tambahan genangan, mm.

Untuk penghitungan modulus pembuang, komponennya dapat diambil sebagai berikut:

a. Dataran Rendah

- Irigasi IR = nol jika irigasi dihentikan, atau
- Irigasi IR = evapotranspirasi ET jika irigasi diteruskan.
- Kadang-kadang irigasi mungkin dihentikan ke sawah, tetapi air dari jaringan irigasi utama dialirkan kedalam jaringan pembuang melalui petak tersier.
- Tampungannya di sawah pada 150mm lapisan air maksimum, tampungan ΔS pada akhir hari-hari berturutan n diambil maksimum 50 mm.
- Perkolasi P sama dengan nol.

b. Daerah Terjal

Seperti untuk kondisi dataran rendah, tetapi perkolasi P sama dengan 3 mm/hari.

Untuk modulus pembuang rencana, dipilih curah hujan 3 hari dengan periode ulang 5 tahun.

Kemudian modulus pembuang tersebut adalah:

$$D_m \frac{D(3)}{3 \times 864} \text{ lt/dt} \dots\dots\dots 5-6$$

Pada Gambar 5-4.rumus diatas disajikan dalam bentuk grafik sebagai contoh dengan mengambil harga-harga untuk R, E, I dan ΔS , modulus pembuang dapat dihitung.

5.3.2 Debit Rencana

Debit drainase rencana dan sawah di petak tersier dihitung sebagai berikut:

$$Q_d = f D_m A$$

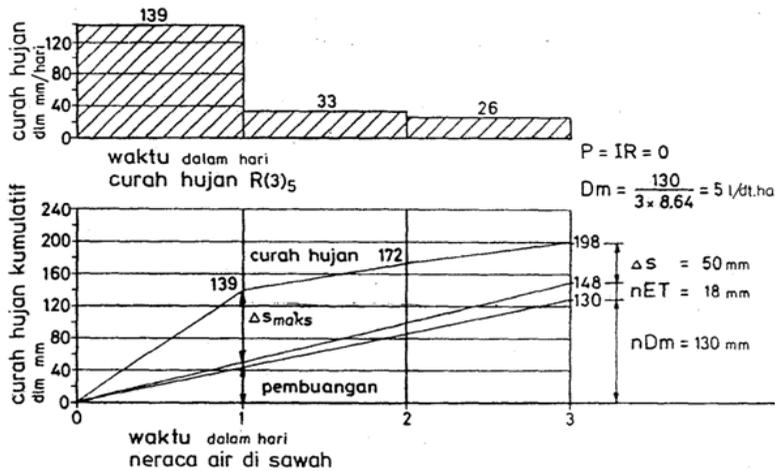
dimana:

$$Q_d = \text{debit rencana, lt/dt}$$

f = faktor pengurangan (reduksi) daerah yang dibuang airnya, (satu untuk petak tersier)

$$D_m = \text{modulus pembuang lt/dt.ha}$$

$$A = \text{luas daerah yang dibuang airnya, ha}$$



Gambar 5-4. Contoh Perhitungan Modulus Pembuang

Untuk daerah-daerah sampai seluas 400 ha pembuang air per satuan luas diambil konstan. Jika daerah-daerah yang akan dibuang airnya lebih besar, dipakai harga per satuan luas yang lebih kecil (lihat KP - 03 Saluran). Jika data tidak tersedia, dapat dipakai debit minimum rencana sebesar 7 lt/dt.ha.

5.3.3 Kelebihan Air Irigasi

Kelebihan air irigasi harus dialirkan ke saluran pembuang (tersier) *intern* selama waktu persediaan air irigasi lebih tinggi dari yang dibutuhkan.

Pembuangan air irigasi perlu karena:

- Bangunan sadap tersier tidak diatur secara terus-menerus
- Banyak saluran sekunder tidak dilengkapi dengan bangunan pembuang (*wasteway*)
- Ada jaringan-jaringan irigasi yang dioperasikan sedemikian rupa sehingga debit yang dialirkan berkisar antara Q_{70} dan Q_{100}

Telah diandalkan bahwa air irigasi yang diberikan tidak berpengaruh terhadap kapasitas pembuang yang diperlukan. Anggapan ini dapat dibenarkan hanya apabila jatah air untuk masing-masing petak tersier sama dengan kebutuhan air untuk petak

itu pada saat tertentu. Tetapi, saluran primer dan saluran sekunder yang besar biasanya dioperasikan sedemikian rupa sehingga saluran-saluran itu mengalirkan debit yang berkisar antara Q_{80} dan Q_{100} .

Karena banyak jaringan irigasi yang ada tidak memiliki bangunan pembuang di jaringan utama, maka ini berarti bahwa selama periode kebutuhan air dibawah Q_{100} dan/atau selama masa-masa hujan lebat, kelebihan air harus dialirkan ke jaringan pembuang *intern* melalui bangunan sadap tersier.

Ada 3 cara yang mungkin untuk mengalirkan air ke jaringan pembuang *intern*, yakni melalui:

- a. Saluran irigasi tersier
- b. Saluran kuarter
- c. Petak sawah.

ad. a

Apabila kelebihan air irigasi dibuang melalui saluran tersier ke saluran pembuang terdekat, maka bangunan pembuang itu sebaiknya ditempatkan jauh di hulu untuk mengurangi panjang saluran dengan kapasitas penuh. Jika saluran pembuang letaknya dekat dengan boks bagi tersier, maka boks itu diberi bukaan khusus agar air lebih dapat langsung dibelokkan ke saluran pembuang. Bergantung pada *layout* jaringan irigasi dan pembuang, kelebihan air dapat juga dibuang lewat boks kuarter pertama atau kedua ke pembuang terdekat. Dalam hal ini, saluran tersier dan boks bagi tersier hingga boks kuarter hendaknya punya kapasitas cukup untuk membawa kelebihan air tersebut.

Kelebihan air irigasi yang akandibuang diperkirakan sebesar 70% dari debit maksimum. Bukaan khusus pada boks sebaiknya direncana untuk 70% dari Q_{maks} . Bukaan boks dilengkapi dengan pintu sorong, yang hanya boleh dioperasikan oleh ulu-ulu. Di hari bukaan itu harus dibuat bangunan terjun dan saluran pembuang pendek. Bukaan ini tidak mempunyai ambang, pintu sorong diletakkan pada dasar boks bagi. Bukaan sebaiknya kecil saja agar kecepatan aliran di saluran tersier tidak menjadi terlalu tinggi.

ad.b

Untuk membuang kelebihan air melalui saluran kuarter, masing-masing saluran kuarter direncana sedemikian sehingga kapasitas maksimum rencananya sama dari hulu sampai hilir. Saluran-saluran itu dihubungkan dengan pembuang dengan sebuah bangunan akhir.

ad.c

Apabila kelebihan air akan mengalir dari sawah ke saluran pembuang, maka petani harus menggali saluran kecil diantara 2 deret tanaman padi. Tanggul sawah sebaiknya mempunyai semacam bangunan pembuang guna mengontrol kedalaman air di sawah. Cara yang terakhir ini berarti bahwa para petani tidak diperkenankan menutup pengambilan air di sawah selama turun hujan lebat. Juga selama padi menjadi masak, 2 sampai 3 minggu menjelang panen, sawah tidak dapat dikeringkan sama sekali karena masih ada kelebihan air yang mengalir dari sawah itu ke saluran pembuang.

Cara b mempunyai beberapa keuntungan, karena masing-masing saluran didalam petak tersier akan mengalirkan air sekurang-kurangnya 70% dari Q_{maks} , maka para petani didalam petak kuarter bisa dengan bebas mengelola pembagian air mereka sendiri (berkonsultasi dengan ulu-ulu). Pembagian air disebuah petak kuarter tidak ada hubungannya dengan pengelolaan air di petak-petak kuarter lainnya dan pembagian air di petak tersier hampir proporsional. Perencanaan dan operasi boks bagi untuk cara b lebih sederhana daripada untuk a dan c.

Tetapi, setiap saluran kuarter sebaiknya dihubungkan ke saluran pembuang dengan sebuah bangunan akhir. Di sebelah hilir bangunan ini diperlukan bangunan terjun dan lindungan dasar. Cara a lebih murah dari cara b karena hanya satu saluran tersier yang harus punya kapasitas minimum sekurang-kurangnya 70% dari kapasitas rencana bangunan sadap. Biasanya saluran itu berkapasitas 100%. Saluran tersier ini dihubungkan ke saluran pembuang pada sebuah boks bagi. Di hilir boks tersebut harus dibuat sebuah bangunan terjun dan saluran pembuang. Bukaan ke saluran pembuang diberi pintu yang dioperasikan oleh ulu-ulu P3A. Kelemahan sistem ini adalah dipelukannya kegiatan operasi diluar jadwal, dan bangunan pembuang

berpintu menyebabkan kehilangan air lebih banyak lagi. Kecuali jika pembuang tersier ditempatkan dekat saluran kemungkinan (a) tidak dianjurkan. Alternatif yang dianjurkan adalah (b).

Karakteristik Saluran Pembuangan

Muka air di saluran pembuang intern harus ditentukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut:

- Muka air harus cukup rendah agar kelebihan air dapat dibuang dari sawah-sawah yang terendah di petak tersier, tapi juga mempertimbangkan tinggi muka air yang diperlukan apabila saluran pembuang intern menuju pembuang sekunder atau primer.
- Biaya pelaksanaan dan pemeliharaan harus diusahakan minimum. Hal ini berarti bahwa tinggi muka air harus lebih rendah dari tinggi medan di sekitarnya; dan kecepatan aliran dibatasi agar erosi tidak terjadi.

Untuk *layout* saluran pembuang *intern*, daerah-daerah rendah yang jelas atau pembuang yang ada sebaiknya digunakan. Kemiringan saluran pembuang akan sedapat mungkin mengikuti kemiringan medan. Saluran pembuang direncanakan sedemikian sehingga sedikit saja terjadi erosi dan sedimentasi. Kecepatan aliran dan kemiringan saluran pembuang bergantung pada keadaan topografi, kapasitas rencana serta sifat-sifat tanah.

Kecepatan aliran sebaiknya tidak lebih dari 0,50– 0,60 m/dt agar saluran pembuang tidak mengalami erosi. Jika kecepatan lebih tinggi, maka harus dibuat bangunan terjun di saluran pembuang itu.

Setelah kapasitas saluran pembuang ditentukan, dimensi dapat dihitung dengan rumus *Strickler*

dimana:

$$Q = k A R^{2/3} I^{1/2}$$

Dimana:

$$Q = \text{kapasitas rencana, m}^3/\text{dt}$$

$$k = \text{koefisien kekasaran Strickler, m}^{1/3}/\text{dt}$$

A = luas penampang basah, m^2

R = jari-jari hidrolis, m

I = kemiringan muka air.

Untuk koefisien kekasaran k , sebaiknya diterapkan harga-harga berikut:

- 30 untuk saluran pembuang tersier
- 25 untuk pembuang kuarter.

Grafik-grafik perencanaan diberikan pada Lampiran untuk perbandingan antara lebar dasar saluran tinggi air 1.

Lebar minimum dasar saluran untuk saluran pembuang kuarter sebaiknya diambil 0,30 m dan untuk saluran pembuang tersier 0,50 m. Kemiringan talut terutama bergantung pada sifat tanah dan kapasitas saluran. Kemiringan talut biasanya diambil 1 : 1. Di daerah-daerah yang keadaan tanahnya jelek, sebaiknya kemiringan talut diambil 1 : 1,5 atau 1 : 2. Karena kelebihan air mengalir langsung dari sawah-sawah ke saluran pembuang, maka kemiringan talut yang kecil akan bisa mencegah erosi pada talut.

Perbandingan antara lebar dasar saluran dengan kedalaman air bergantung tidak hanya pada debit, tapi juga pada situasi saluran pembuang yang ada. Perbandingan untuk saluran pembuang yang lebih kecil adalah 1 (kedalaman air sama dengan lebar dasar saluran).

Untuk saluran pembuang yang lebih besar serta saluran pembuang di daerah datar (pantai), perbandingan berkisar antara 1 dan 3. Bagian dasar saluran pembuang tersier akan direncana sekurang-kurangnya 0,60 m dibawah muka tanah. Dimensi pembuang dibuat sama di seluruh panjang satu ruas saluran pembuang.

Pada dasarnya tidak direncana tanggul di sepanjang saluran pembuang *intern*. Dengan membuka atau menutup tanggul sawah, para petani dapat mengatur pembuangan kelebihan air dari sawah yang berbatasan dengan saluran pembuang.

Tanggul sebaiknya direncana disepanjang saluran pembuang di daerah-daerah dimana muka air rencana lebih tinggi dari muka medan. Langkah-langkah khusus

harus diambil untuk membuang air dari daerah rendah, misalnya membuat bangunan pembuang (*outlet*) berpintu pada tanggul.

Selain saluran pembuang *intern*, kadang-kadang masih harus direncanakan saluran pembuang lain di petak tersier. Jika perlu, saluran pembuang disepanjang jalan, sepanjang saluran irigasi atau saluran pembuang primer, hendaknya juga dicakup dalam perencanaan jalan dan saluran ini.

Debit pembuang kelebihan air normal irigasi akan kecil saja. Kadang-kadang masalah yang timbul adalah pengendapan sedimen, khususnya di saluran pembuang yang lebih besar. Jika mungkin, saluran pembuang sebaiknya direncanakan pada kemiringan minimum 0,5 % dengan kecepatan aliran diatas 0,45 m/dt. Di tempat-tempat dimana saluran pembuang sejajar dengan saluran garis tinggi, hal ini tidak selalu mungkin, lagipula akan diperlukan kegiatan pemeliharaan tambahan. Dalam hal demikian, saluran garis tinggi sebaiknya direncanakan pada batas interval yang lebih tinggi dari kecepatan yang diizinkan.

Rerumputan pendek sebaiknya dibiarkan tumbuh di saluran pembuang, karena ini akan mengurangi bahaya erosi serta menahan kecepatan yang tinggi. Bangunan terjun hendaknya dibuat jika terjadi erosi yang sangat mengkhawatirkan. Muka air rencana di saluran pembuang kuarter harus sesuai dengan (atau sedikit lebih tinggi dari) muka air rencana di saluran pembuang tersier, dan begitu seterusnya sampai sungai utama atau laut. Bangunan yang dibuat pada titik cabang saluran diperlukan untuk mencegah terjadinya erosi dimana saluran pembuang tersier masuk ke saluran pembuang sekunder dengan perbedaan elevasi dasar saluran.

Tabel 5-2. Kriteria Perencanaan Saluran Pembuang

Karakteristik Perencanaan	Satuan	Saluran Pembuang Tersier	Saluran Pembuangan Kuarter
Kecepatan minimum	m/dt	0,70	0,50
Kecepatan maksimum	m/dt	0,45	0,45
Harga k	$m^{1/3}/dt$	30	25
Lebar dasar minimum	m	0,50	0,30
Kemiringan talut	-	1 : 1	1 : 1

Catatan:

- Perbandingan kedalaman air dengan lebar dasar saluran dan kedalaman air (b/h) untuk saluran pembuang yang lebih kecil adalah 1, untuk saluran pembuang yang lebih besar nilai perbandingan berkisar antara 1 dan 3.
- Harga k yang lebih rendah menunjukkan bahwa pemeliharaan saluran pembuang itu kurang baik.
- Tidak dapat diterapkan pada skema jaringan irigasi pasang surut.

BAB VI

BOKS BAGI

6.1 Umum

Boks bagi dibangun di antara saluran-saluran tersier dan kuarter guna membagi-bagi air irigasi ke seluruh petak tersier dan kuarter. Perencanaan boks bagi harus sesuai dengan kebiasaan petani setempat dan memenuhi kebutuhan kegiatan operasi di daerah yang bersangkutan pada saat ini maupun kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Tergantung pada air yang tersedia, boks bagi harus membagi air secara terus-menerus (proporsional) dan secara rotasi; Pembagian air secara proporsional dapat dicapai jika lebar bukaan proporsional dengan luas daerah yang akan diberi air oleh saluran. Elevasi ambang dan muka air diatas ambang harussama untuk semua bukaan pada boks.

Untuk pemberian air secara rotasi, boks dilengkapi dengan pintu yang dapat menutup bukaan jika diperlukan. Pintu itu hendaknya diberi gembok agar tidak dioperasikan oleh orang yang tak berwenang membagi air.

Bagi daerah-daerah yang rawan pencurian pintu baja, diusulkan untuk lebih meningkatkan peran dan partisipasi petani dengan maksud untuk meningkatkan rasa tanggung jawab dan rasa memiliki, sehingga pintu terhindar dari pencurian.

Jika mungkin, aliran diatas ambang moduler, yakni debitnya tidak dipengaruhi oleh muka air hilir pada saluran. Untuk kondisi aliran moduler, air irigasi dapat dengan mudah dibagi dengan pemberian air secara terus-menerus.

Di jaringan irigasi ini mana keadaan medan hampir rata, perbedaan antara muka air maksimum di hulu bangunan sadap tersier dan elevasi sawah yang akan diairi sangat kecil. Ada sebagian sawah yang tidak bisa diairi dengan jaringan irigasi tersier bila boks bagi direncana untuk aliran moduler dan saluran direncana dengan kemiringan memanjang yang diperlukan.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini, cara-cara berikut dapat ditempuh:

- Menaikkan muka air di saluran primer atau sekunder (misalnya dengan membuat ambang atau pengatur melalui bangunan pengatur);
- Merencana dan membuat bangunan sadap tersier baru di hulu bangunan sadap yang sudah ada agar daerah-daerah tinggi dapat diberi air;
- Mengurangi kemiringan di saluran tersier dan kuarter;
- Merencana boks bagi tersier dan kuarter untuk aliran nonmoduler.
- Pemilihan alat pengukur/pengatur yang memerlukan kehilangan tinggi energi yang lebih kecil.

Pembagian air secara terus-menerus sulit dilakukan jika aliran nonmoduler. Para Petani Pemakai Air dapat menambah atau mengurangi air yang diperlukan dengan cara menurunkan atau menaikkan muka air di saluran bagian hilir.

Muka air di seluruh saluran bagian hilir sebaiknya sama untuk debit rencana dan debit lebih kecil agar pembagian air yang dilakukan terus menerustetap seimbang. Tidak ada cara pemecahan praktis untuk memenuhi persyaratan ini; jadi untuk aliran nonmoduler, air sebaiknya dibagi secara rotasi.

Untuk memperkecil kehilangan tinggi energi di boks bagi, dianjurkan untuk merencana boks aliran non moduler dengan kehilangan tinggi energi sebesar 0,05 - 0,10 m.

Juga untuk aliran nonmoduler lebar bukaan hendaknya proporsional dan ambang bukaan sama elevasinya

6.2 Fleksibilitas

Kriteria pokok dalam perencanaan boks bagi adalah bahwa pembagian air irigasi yang diperlukan tidak terpengaruh oleh muka air di dalam boks. Distribusi aliran sebaiknya tetap konstan jika tinggi energi di hulu berubah, ini berarti bahwa harga fleksibilitas bangunan sebaiknya satu. Persamaan fleksibilitas, yaitu perbandingan antara besarnya perubahan debit satu bukaan dengan besarnya perubahan debit bukaan lainnya, adalah:

$$F = \frac{dQ_1/Q_1}{dQ_2/Q_2} \dots\dots\dots 6-1$$

dimana : F = fleksibilitas

Q₁ = debit melalui bukaan 1, m³/dt

Q₂ = debit melalui bukaan 2, m³/dt.

Rumus umum untuk menghitung debit (*head discharge*) melalui ambang adalah:

$$Q = Cbh^n \dots\dots\dots 6-2$$

dimana:Q = debit, m³/dt

b = lebar mercu, m

h = kedalaman air diatas mercu, m

n = koefisien.

Koefisien debit C bergantung pada tipe dan bentuk sisi ambang. Dalam batas-batas penerapan, koefisien ini dipakai untuk ambang lebar yang tidak dipengaruhi oleh kedalaman air diatas ambang, tapi untuk ambang tajam dan pendek, koefisien tersebut merupakan fungsi kedalaman air h. Umumnya rumus tersebut dapat juga dinyatakan sebagai Q = c.b.hⁿ. Dan rumus ini diturunkan dQ/dh = n.C.b.hⁿ⁻¹; dan pembagian dengan Q dan Cbhⁿ menghasilkan:

$$dQ/Q = n dh/h \dots\dots\dots 6-3$$

Substitusi persamaan ini menjadi persamaan fleksibilitas untuk Q₁ dan Q₂ menghasilkan:

$$F = \frac{n_1 dh_1 h_2}{n_1 dh_2 h_1} \dots\dots\dots 6-4$$

Karena perubahan muka air di hulu ambang menghasilkan perubahan yang sama untuk h₁ dan h₂, maka hasil bagi dh₁/dh₂ adalah 1n xh

$$\text{Jadi:} F = \frac{n_1 \times h_2}{n_1 \times h_1} \dots\dots\dots 6-5$$

Agar pembagian air tidak terpengaruh oleh muka air hulu, atau untuk memperoleh harga fleksibilitas satu, maka n₁/h₁ hendaknya sama dengan n₂/h₂. Supaya persyaratan

ini terpenuhi untuk semua kedalaman air, maka ambang di kedua bukaan sebaiknya sama tipenya ($n_1 = n_2$) dan elevasi ambang harus sama ($h_1 = h_2$).

Berhubung ambang boks bagi sama tipenya (ambang tajam, lebar atau pendek) dan semua ambang sama elevasinya, maka pembagian air yang diperlukan hanya dapat diperoleh jika lebar masing-masing bukaan sesuai (proporsional) dengan debit. Ini berarti bahwa lebar ambang harus sebanding dengan luas daerah yang akan diberi air. Lebar minimum bukaan yang dipakai untuk memberi air ke daerah-daerah terkecil (petak-petak kuartier) sebaiknya diambil 0,20 m. Lebar bukaan yang memberi air lebih dan satu petak kuartier harus sebanding dengan luas daerah tersebut. Dimensi bukaan diambil dengan kenaikan setiap 5 cm agar dapat distandardisasi.

6.3 Ambang

Boks bagi dan pasangan batu direncana dengan rumus untuk ambang lebar atau (Gambar 6-1):

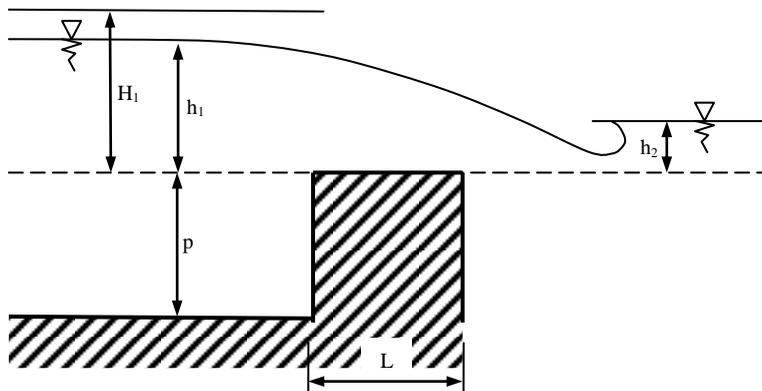
$$Q = C_d C_v \sqrt{2/3} \sqrt{2/3g} b h_1^{3/2} \dots\dots\dots 6-6$$

atau disederhanakan menjadi:

$$Q = C_d 1,7 b h_1^{3/2} \dots\dots\dots 6-7$$

dimana:

- Q = debit, m³/dt
- C_d = koefisien debit = 0,85
(untuk $0,08 \leq H_1/L \leq 0,33$)
- C_v = koefisien kecepatan = 1,0
- b = lebar ambang, m
- h₁ = kedalaman air di hulu ambang, m
- g = percepatan gravitasi = 9,8m/dt²
- L = panjang ambang, m
- H₁ = tinggi energi di hulu ambang, m.



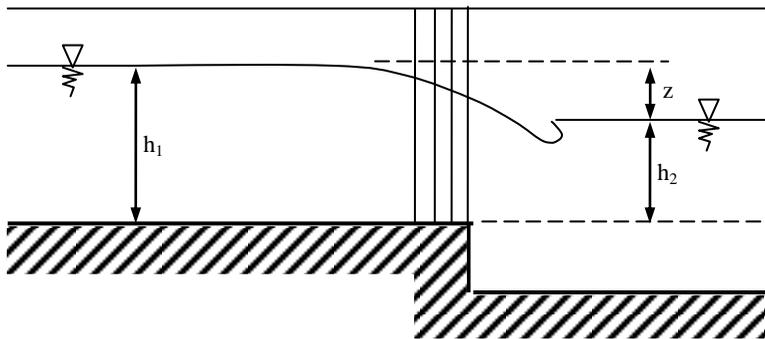
Gambar 6-1. Boks dengan Ambang Lebar

Untuk daerah-daerah datar dimana kehilangan tinggi energi harus diambil serendah mungkin, boks bisa dibuat tanpa ambang karena alasan nonteknis: para petani merasa bahwa debit akan berkurang dengan adanya ambang, dan mereka akan membuang ambang itu.

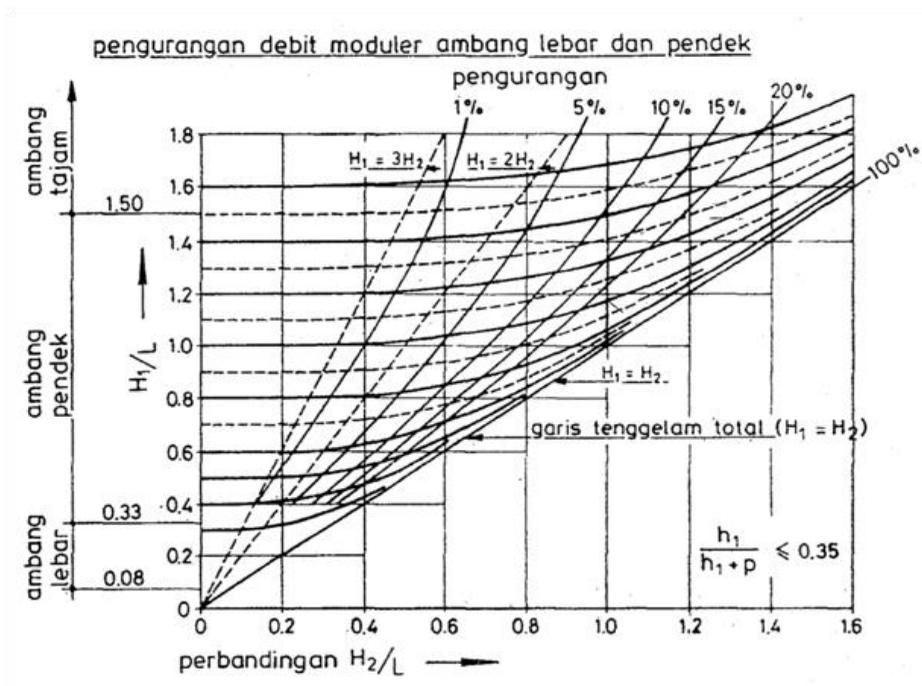
Dalam hal ini boks sebaiknya dibuat seperti pada Gambar 6-2.

Untuk debit yang melewati bukaan tipe ini, cara pendekatan dengan rumus 6-7 dapat dipakai untuk ambang lebar.

Pada aliran nonmoduler; dapat dipakai Gambar 6-3. untuk menghitung pengurangan debit moduler serta variasi h_1/L akibat keadaan tenggelam.



Gambar 6-2. Boks Tanpa Ambang



Gambar 6-3. Pengurangan Debit Modular

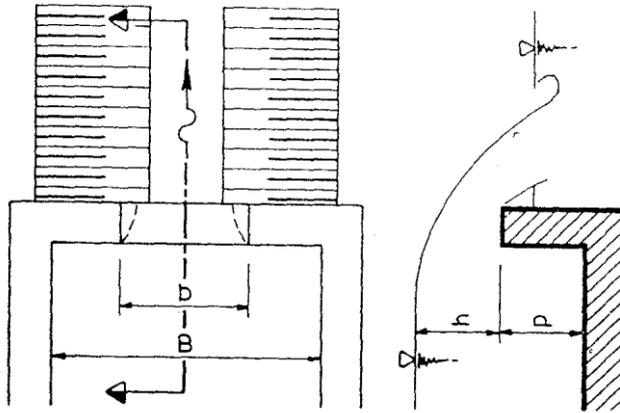
Lebar dan tinggi ambang boks dan beton ditentukan dengan rumus *Francis*, yang sah (*valid*) untuk ambang tajam:

$$Q = 1,836 (b - 0,2 h_1) h_1^{3/2} \text{ (aliran dengan kontraksi) 6-8}$$

dimana: Q = debit diatas ambang, m^3/dt

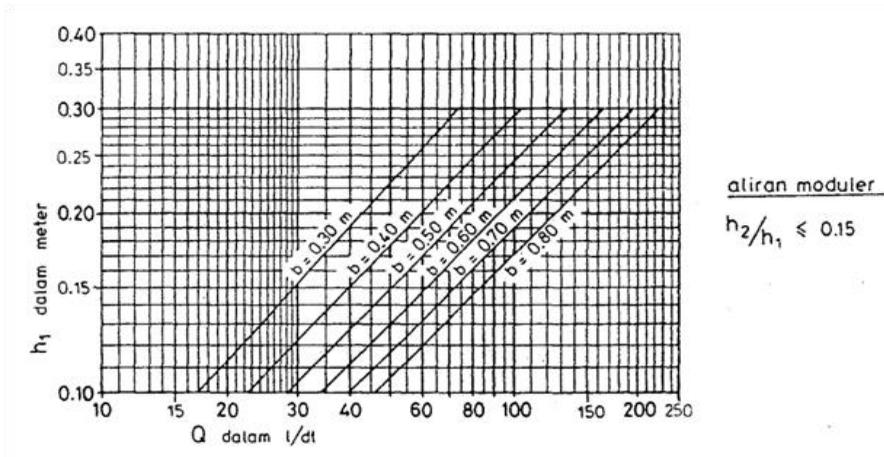
b = lebar ambang, m

h_1 = kedalaman air diatas ambang



Gambar 6-4. Boks dengan Ambang Tajam Kontraksi

Agar dapat dikembangkan sepenuhnya, kontraksi samping $B-b$ sebaiknya lebih besar dari 4 kali kedalaman air diatas ambang (Gambar 6-4.), dimana B adalah lebar total boks dan b lebar ambang. Tinggi ambang bermercu tajam p diatas dasar boks sebaiknya tidak kurang dari dua kali kedalaman air h diatas mercu dengan harga minimum 0,30 m. Bila persyaratan ini tidak bisa dipenuhi, maka kedalaman air untuk lebar tertentu dan ambang akan lebih tinggi dan yang direncana. Pada Gambar 6-5. diberikan lengkung/kurve debit (*rating curve*) untuk berbagai lebar ambang.



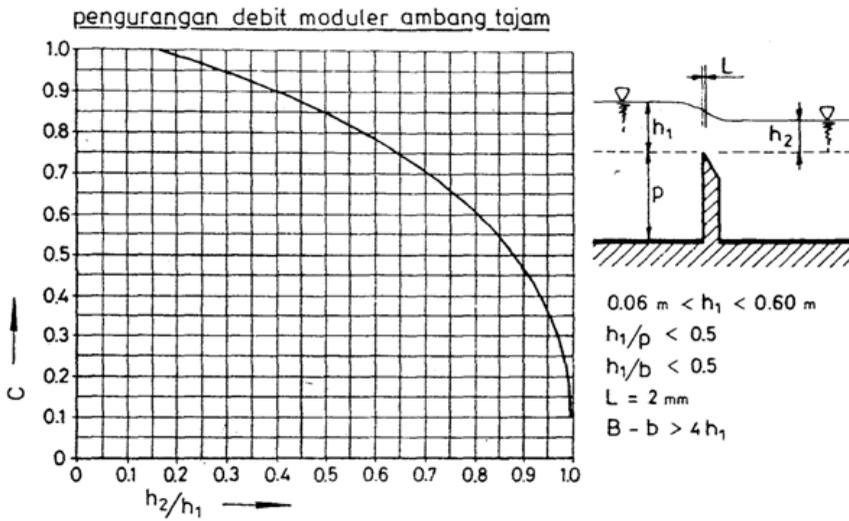
Gambar 6-5. Lengkung Debit Ambang Tajam Menurut Rumus *Francis*

Jika rumus *Francis* dipakai untuk selain tipe ambang tajam, atau jika batas penerapan tidak terpenuhi, maka muka air yang sebenarnya akan lebih tinggi dan yang sudah dihitung.

Apabila kehilangan tinggi energi harus diusahakan sekecil mungkin, misal di daerah irigasi yang datar, atau bila boks bagi akan dipakai sebagai bangunan pengukur debit, maka perencanaan hendaknya mengikuti standar kondisi ambang.

Kalau boks bagi juga digunakan untuk bangunan pengukur debit, maka disitu dipasang papan duga, di hulu ambang sekitar tiga kali kedalaman air di hulu ambang alat ukur.

Pemakaian ambang yang terlalu sempit tidak dianjurkan guna memperkecil kehilangan tinggi energi h untuk aliran modular.



Gambar 6-6. Pengurangan Debit Modular untuk Ambang Tajam

Karena koefisien debit untuk ambang pendek semakin bertambah besar dengan bertambahnya harga-harga perbandingan h_1/L dan $h_1/(h_1 + p)$, maka lebar ambang sebaiknya dibuat sekecil mungkin. Untuk keadaan seperti ini, muka air yang sebenarnya hanya berbeda sedikit dan muka air yang dihitung dengan rumus *Francis*. Untuk keadaan aliran nonmoduler, berkurangnya debit akibat ambang tenggelam ($h_2/h_1 > 0,15$) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Q_1 = Q \{ 1 - (h_2/h_1)^{1,44} \}^{0,385} \dots\dots\dots 6-9$$

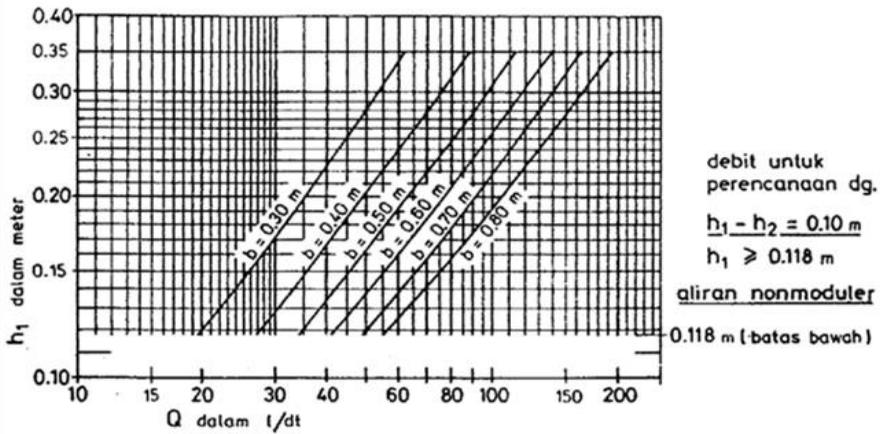
dimana:

Q = debit modular pada mercu tajam (lihat Gambar 6-6.)

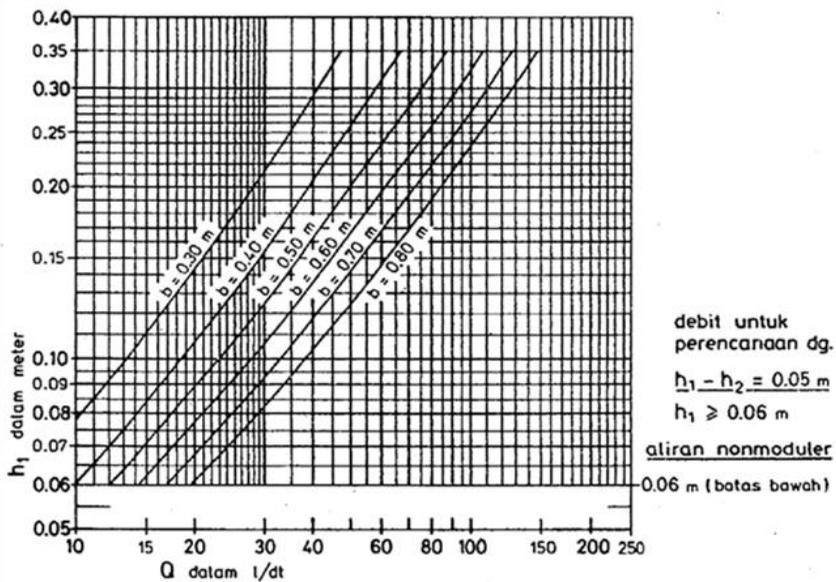
h_2 = kedalaman air hilir diatas mercu

h_1 = kedalaman air hulu diatas mercu.

Disini diberikan grafik-grafik perencanaan untuk berbagai lebar mercu di daerah-daerah datar dengan kehilangan tinggi tekanan sebesar 0,10 m (lihat Gambar 6-7) dan 0,05 m (lihat Gambar 6-8).



Gambar 6-7. Grafik Perencanaan Ambang Tajam untuk $h_1 - h_2 = 0,10 \text{ m}$



Gambar 6-8. Grafik Perencanaan Ambang Tajam untuk $h_1 - h_2 = 0,05 \text{ m}$

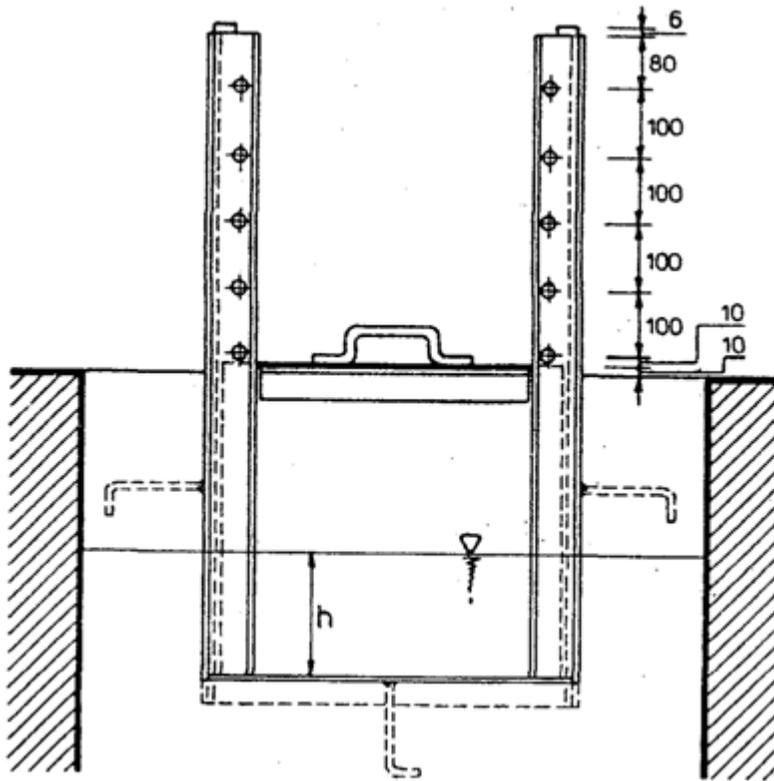
6.4 Pintu

Perencanaan boks bagi harus memenuhi persyaratan berikut guna membatasi pembagian air di petak tersier:

- Pemberian air terus-menerus
- Pemberian air secara rotasi
- Debit moduler
- Fleksibilitas 1

Untuk pemberian air secara terus-menerus, pembagian air yang proporsional dapat dicapai dengan cara membuat lebar bukaan proporsional dengan luas daerah yang akan diberi air oleh saluran bagian hilir. Tinggi ambang harus sama untuk semua bukaan dalam boks.

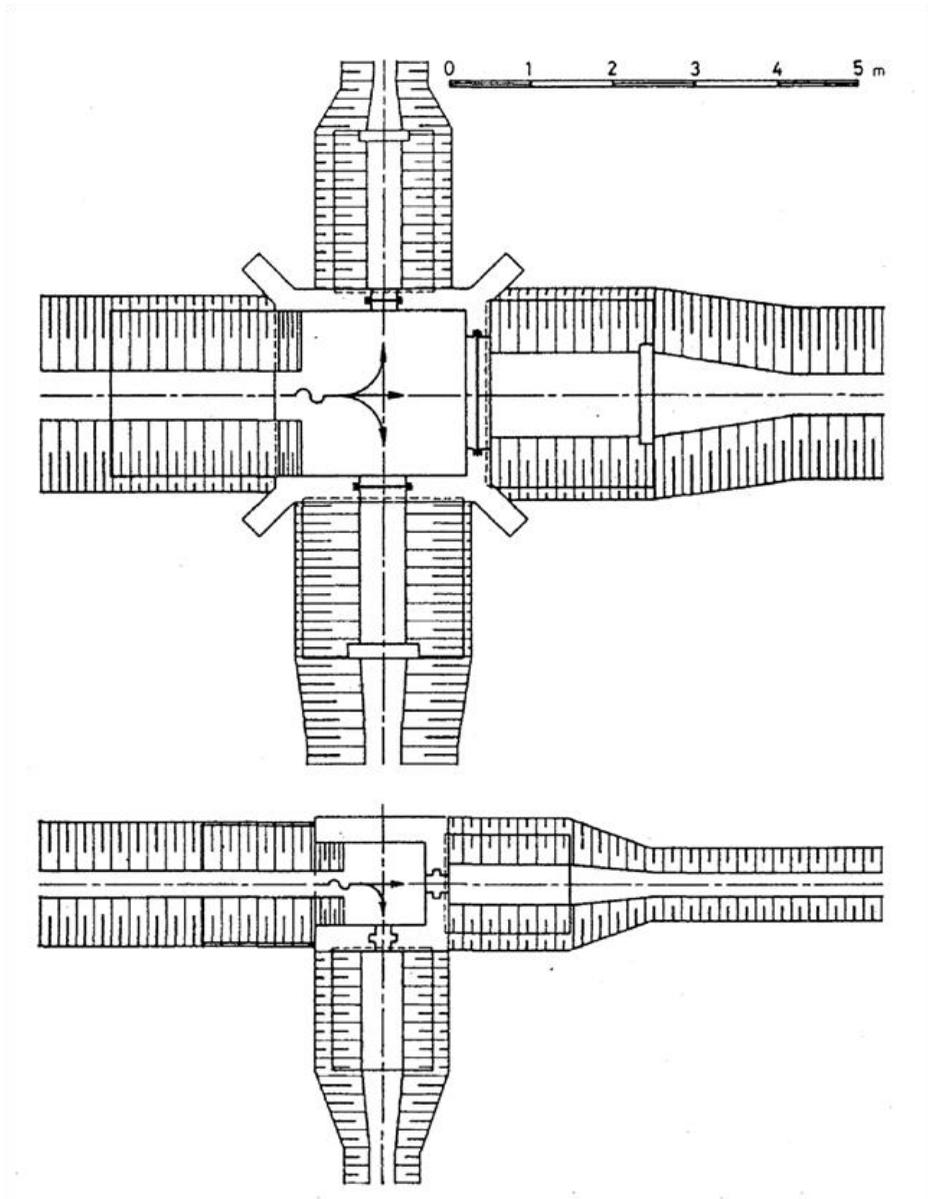
Untuk pemberian air secara rotasi, boks diberi pintu yang dapat menutup seluruh atau sebagian bukaan secara bergantian.



Gambar 6-9. Pintu Sorong atau Pembilas

Untuk memenuhi persyaratan fleksibilitas 1, diperlukan pintu katup. Karena tampilan (*feature*) bangunannya serta biaya pembuatannya yang mahal, standar bangunan itu kurang umum dipakai.

Gambar 6-10 menunjukkan *layout* boks bagi tersier dan kuarter untuk sistem pemberian air secara terus-menerus. Agar dapat dilakukan rotasi, bukaan dilengkapi dengan pintu pembilas. Dengan membuka atau menutup satu pintu atau lebih, air dapat dibagi-bagi secara rotasi ke seluruh petak kuarter sesuai dengan jadwal yang ditentukan sebelumnya. Untuk alasan operasi, lebar pintu maksimum dibatasi sampai 0,60 m. Jika bukaan totalnya melampaui 0,60 m maka harus dibuat dua pintu pembilas.



Gambar 6-10. *Layout*Boks Bagi Tersier dan Kuarter

BAB VII

PERENCANAAN BANGUNAN-BANGUNAN PELENGKAP

7.1 Pendahuluan

Bangunan pembawa adalah bangunan yang diperlukan untuk membawa aliran air di tempat- tempat dimana tidak mungkin dibuat potongan saluran biasa tanpa pasangan.

Bangunan pembawa mungkin diperlukan karena:

- Persilangan dengan jalan, yang diperlukan: gorong-gorong, jembatan
- Keadaan topografi yang berakibat terbatasnya lebar saluran atau perubahan kemiringan secara tiba-tiba, atau di tempat- tempat dimana kemiringan medan melebihi kemiringan saluran; yang diperlukan: talang, flum, bangunan terjun atau saluran pasangan,
- Persilangan dengan saluran atau sungai; yang diperlukan: sipon atau gorong-gorong,
- Menjaga agar muka air tetap setinggi yang diperlukan di daerah-daerah rendah; yang dibutuhkan: talang, flum atau saluran pasangan,
- Perlu membuang kelebihan air dengan bangunan pembuang; yang dibutuhkan: bangunan pembuang.

Bangunan pembawa dan lain-lain (misalnya jembatan) terdapat baik di saluran irigasi maupun pembuang.

Keputusan mengenai tipe bangunan yang akan dipilih bergantung pada besarnya biaya pelaksanaan. Biaya ini ditentukan oleh dimensi saluran serta jalan atau saluran yang akan diseberangi.

7.2 Gorong- Gorong

Gorong-gorong berupa saluran tertutup, dengan peralihan pada bagian masuk dan keluar. Gorong-gorong akan sebanyak mungkin mengikuti kemiringan saluran.

Gorong-gorong berfungsi sebagai saluran terbuka selama bangunan tidak tenggelam. Gorong-gorong mengalir penuh bila lubang keluar tenggelam atau jika air di hulu tinggi dan gorong-gorong panjang. Kehilangan tinggi energi total untuk gorong-gorong tenggelam adalah jumlah kehilangan pada bagian masuk, kehilangan akibat gesekan ditambah lagi kehilangan pada tikungan gorong-gorong (jika ada).

Lihat

KP - 04 Perencanaan Bangunan.

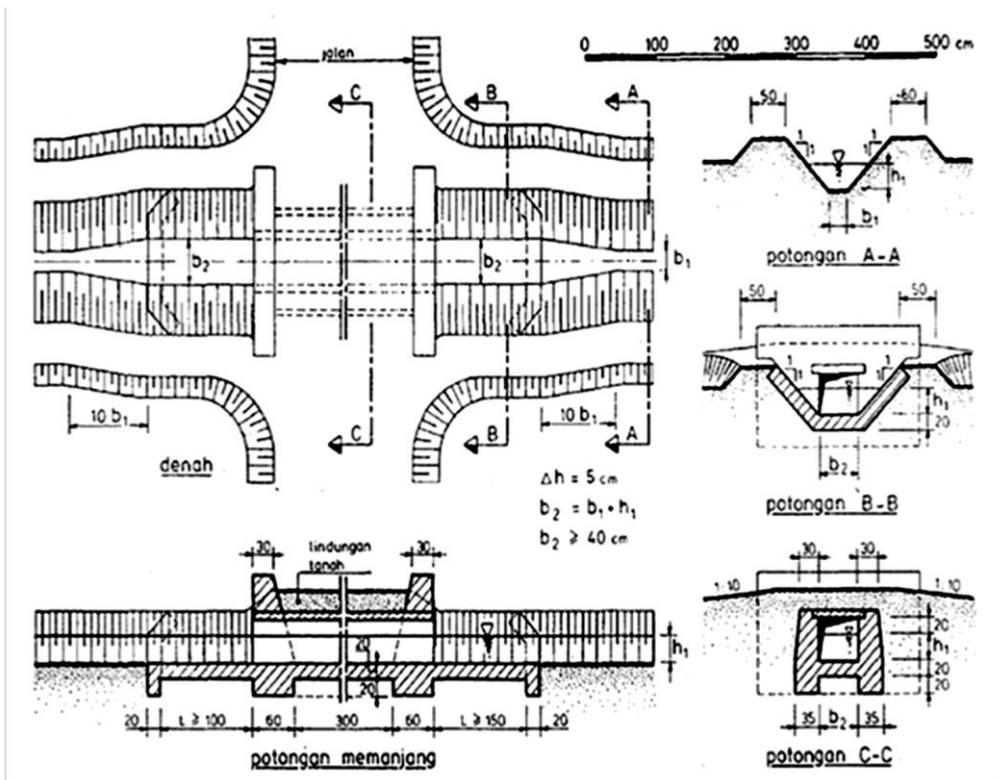
Karena umumnya dimensi saluran di petak tersier sangat kecil, maka dianjurkan untuk merencana bangunan-bangunan yang sederhana saja, dengan kehilangan tinggi energi kecil serta permukaan air bebas. Tipe yang dimaksud diberikan pada Gambar 7-1.

Gorong-gorong tersebut mempunyai dinding pasangan vertikal dan di puncak dinding terdapat pelat kecil dari beton. Lebar minimum antara dinding harus diambil 0,40 m. Tinggi dasarnya sama dengan tinggi dasar potongan saluran hulu. Jika perlu gorong-gorong bisa digabung dengan bangunan terjun yang terletak di sisi hilir.

Pemakaian gorong-gorong pipa didalam petak tersier membutuhkan kecermatan, karena akan memerlukan tanah penutup sekurang-kurangnya 1,5 kali diameter pipa guna menghindari kerusakan pipa, padahal diameter pipa harus paling tidak 0,40 m agar tidak tersumbat oleh benda-benda yang hanyut seperti rerumputan, kayu dan sebagainya. Persyaratan ini membutuhkan pondasi yang dalam untuk gorong-gorong dan umumnya juga tinggi dasar bangunan yang lebih rendah daripada tinggi dasar potongan saluran. Karena pondasinya yang dalam, gorong-gorong berfungsi sebagai sipon.

Jika dipakai gorong-gorong pipa hal-hal berikut harus mendapat perhatian khusus:

- Sambungan
- Tulangan
- Penutup tanah
- Kebocoran pada sambungan di tempat perlintasan dengan saluran.



Gambar 7-1. Standar Gorong-Gorong untuk Saluran Kecil

7.3 Bangunan Terjun

Bangunan terjun dipakai di tempat- tempat dimana kemiringan medan lebih besar daripada kemiringan saluran dan diperlukan penurunan muka air.

Andaikan suatu potongan saluran dengan panjang L dan kemiringan i serta muka air hulu yang diinginkan H_{hulu} dan muka air hilir H_{hilir} maka jumlah kehilangan tinggi energi disebuah atau beberapa bangunan terjun adalah:

$$Z = H_{hulu} - H_{hilir} - I \times L \dots\dots\dots 7-1$$

Jumlah bangunan terjun bergantung pada biaya pelaksanaan. Bila jumlah bangunan terjun sedikit, maka diperlukan kehilangan tinggi energi yang besar per bangunan, kecepatan aliran tinggi di kolam olak, membengkaknya biaya pelaksanaan untuk

tersebut didasarkan pada rumus *Etcheverry* yang menghasilkan panjang kolam olak (L) sebagai fungsi tinggi terjun dan fungsi kedalaman kritis (Gambar 7-3).

$$L = C_1\sqrt{zh_c} + 0,25 \dots\dots\dots 7-2$$

dimana :

$$C_1 = 2,5 + 1,1 h_c/z + 0,7 (h_c/z)^3 \dots\dots\dots 7-3$$

$$h_c = (q^2/g)^{1/3} \dots\dots\dots 7-4$$

$$q = Q/(0,8b_1) \dots\dots\dots 7-5$$

dimana :

L = panjang kolam olak hilir, m

h_c = kedalaman kritis, m

Q = debit rencana, m³/dt

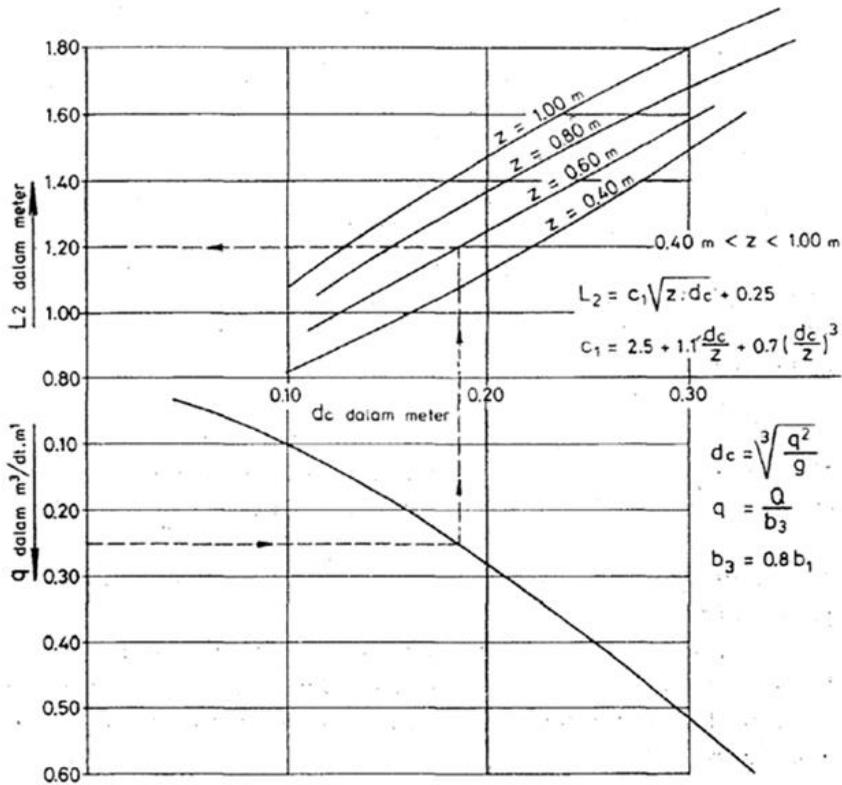
B = lebar bukaan = 0,8 x lebar dasar saluran, m

z = tinggi terjunan, m

q = debit per satuan lebar, m³/dt.m¹

b₁ = lebar dasar saluran, m.

Tipe bangunan ini hanya digunakan untuk z /h_c> t



Gambar 7-3. Grafik untuk Menentukan Panjang Kolan Olak

Tinggi ambang ujung (a) sebaiknya 0,5 h. Perlutidaknya lantai depan (apron) bergantung pada kondisi tanah dan kecepatan datang (awal). Panjang minimum sebaiknya diambil 3 kali tinggi terjun, dengan batas minimum 1,50 m. Lantai depan hendaknya cukup panjang guna mencegah erosi akibat rembesan (lihat KP - 04 Bangunan).

Bangunan terjun dapat digabung dengan bangunan-bangunan lain seperti boks, gorong-gorong dan jembatan untuk mengurangi biaya secara keseluruhan.

7.4 Talang

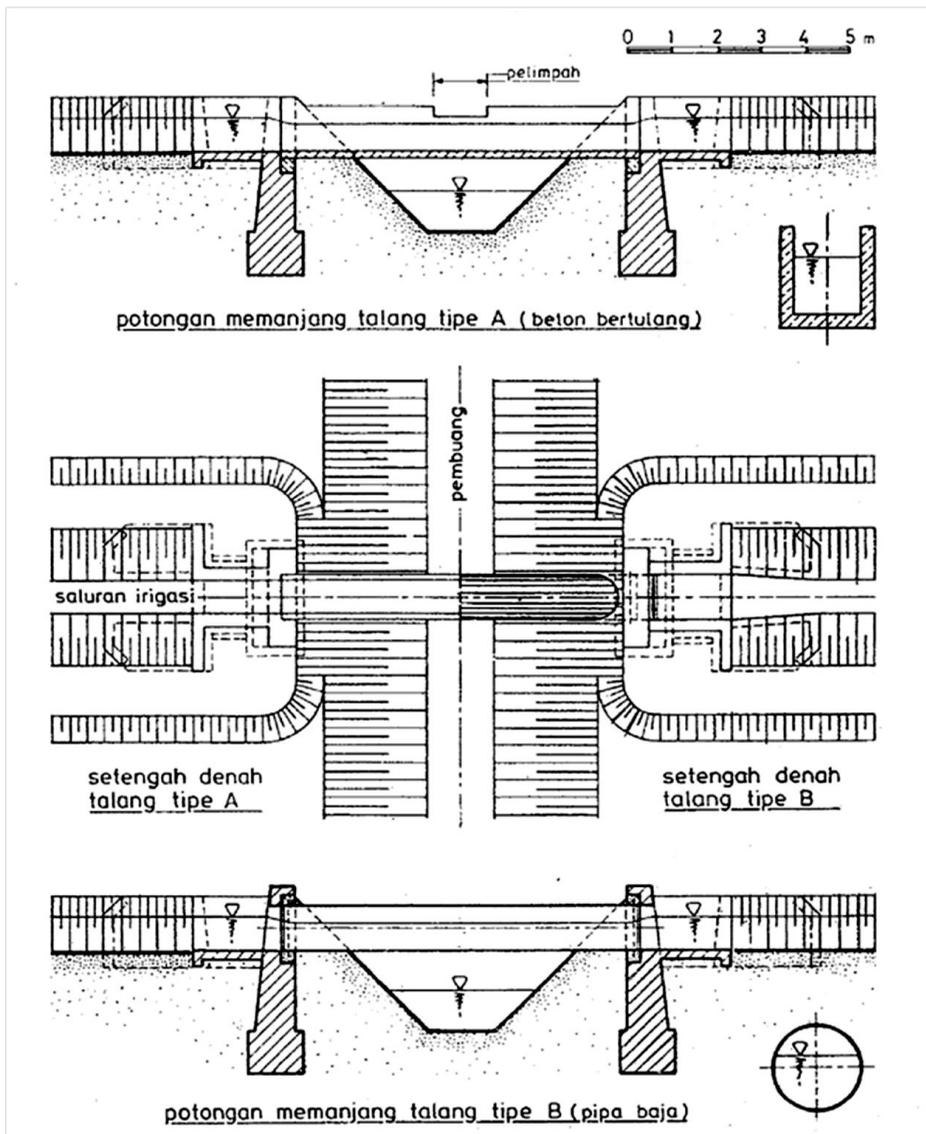
Talang atau flum adalah penampang saluran buatan dimana air mengalir dengan permukaan bebas, yang dibuat melintas cekungan, saluran, sungai, jalan atau sepanjang lereng bukit. Bangunan ini dapat didukung dengan pilar atau konstruksi lain. Talang atau flum dan baja dan beton dipakai untuk membawa debit kecil.

Untuk saluran-saluran yang lebih besar dipakai talang beton atau baja. Talang-talang itu dilengkapi dengan peralihan masuk dan keluar. Mungkin diperlukan lindungan terhadap gerusan pada jarak-jarak dekat di hilir bangunan, hal ini bergantung pada kecepatan dan sifat-sifat tanah.

Tergantung pada kehilangan tinggi energi tersedia serta biaya pelaksanaan, potongan talang direncana dengan luas yang sama dengan luas potongan saluran, hanya dimensinya dibuat sekecil mungkin. Kadang-kadang pada talang direncana bangunan pelimpah kecil guna mengatur muka air dan debit di hilir talang. Bangunan itu dapat dibuat dari beton atau pipa baja (Gambar 7-4).

7.5 Sipon

Sipon dipakai untuk mengalirkan air lewat bawah jalan, melalui sungai atau saluran pembuang yang dalam. Aliran dalam sipon mengikuti prinsip aliran dalam saluran tertutup. Antara saluran dan sipon pada pemasukan dan pengeluaran diperlukan peralihan yang cocok. Kehilangan tinggi energi pada sipon meliputi kehilangan akibat gesekan, dan kehilangan pada tikungan sipon serta kehilangan air pada peralihan masuk dan keluar. Agar sipon dapat berfungsi dengan baik, bangunan ini tidak boleh dimasuki udara. Mulut sipon sebaiknya dibawah permukaan air hulu dan mulut sipon di hilir dan dibuat streamlines. Kedalaman air diatas sisi atas sipon (air perapat) dan permukaan air bergantung kepada kemiringan dan ukuran sipon. Sipon dapat dibuat dari baja atau beton bertulang. Perencanaan hidrolis dan bangunan sipon dijelaskan pada buku KP -04 Bangunan.



Gambar 7-4. Talang

Sipon harus dipakai hanya untuk membawa aliran saluran yang memotong jalan atau saluran pembuang dimana tidak bisa dipakai gorong-gorong, jembatan atau talang. Pada sipon, kecepatan harus dibuat setinggi-tingginya sesuai dengan kehilangan tinggi energi maksimum yang diizinkan. Hal ini tidak akan

memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur. Sipun sangat membutuhkan fasilitas pemeliharaan yang memadai dan hal-hal berikut harus diperhatikan:

- a. Sedimen dan batu-batu yang terangkut harus dihentikan sebelum masuk dan menyumbat sipon, ini dilakukan dengan membuat kantong yang dapat dikosongkan/dibersihkan secara berkala
- b. Menyediakan prasarana pemeliharaan hingga bagian terbawah pipa pun dapat dicapai, seperti cerobong (*shaft*).

Penggunaan sipon di petak tersier tidak menguntungkan karena biaya pelaksanaan dan pemeliharaan yang tinggi serta besarnya kehilangan tinggi energi yang diperlukan, jadi seharusnya dihindari. Penyesuaian *layout* dan perencanaan saluran (misal pemecahan petak tersier) harus dijajaki lebih dulu.

7.6 Pasangan

Saluran tersier sebaiknya diberi pasangan. bila kehilangan air akibat perkolasi akan tinggi atau kemiringan tanah lebih dan 1,0 sampai 1,5%.

Dengan pasangan kemiringan saluran dapat diperbesar. Biaya pelaksanaan akan menentukan apakah saluran akan diberi pasangan, atau apakah akan digunakan bangunan terjun. Pasangan juga bermanfaat untuk mengurangi kehilangan air akibat rembesan atau memantapkan stabilitas tanggul.

Saluran irigasi kuarter tidak pernah diberi pasangan karena para petani diperbolehkan mengambil air dari saluran ini. Saluran pembuang juga tidak diberi pasangan. Tebal lining beton biasanya berkisar antara 7 - 10 cm. Pasangan batu atau bata merah biasanya lebih murah, apalagi jika tersedia tenaga kerja dan bahan-bahannya (batu kali) bisa diperoleh di daerah setempat.

Gambar 7-5 memberikan kriteria pemilihan bangunan terjun, pasangan beton atau flum. Saluran ini direncana dengan rumus *Strickler* dan harga-harga koefisien k diambil dari harga-harga yang diberikan dibawah ini:

- Pasangan batu $k = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{dt}$
- Pasangan beton (untuk talut saja) $k = 60 \text{ m}^{1/3}/\text{dt}$

- Pasangan beton (talut dan dasar) $k = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{dt}$
- *Ferrocement* $k = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{dt}$

Lampiran adalah grafik perencanaan untuk saluran yang diberi pasangan beton tumbuk dan flum beton.

Pasangan merupakan bangunan yang tidak memikul tegangan tarik. Oleh sebab itu jika tanggul tidak dipadatkan dengan baik, pasangan tidak akan stabil. Tebal pasangan batu sekurang-kurangnya diambil 20 cm bila diameter batu yang digunakan sekitar 0,15 m. Pasangan beton atau yang dibuat dari ubin beton jauh lebih tipis, yakni 7 - 10 cm.

Sebagai alternatif sekarang telah dipraktekkan pasangan dari *ferrocement* yaitu lapisan beton tipis yang dikerjakan secara manual dimana didalamnya dipasang kawat ayam untuk menahan tegangan tarik. Dalam praktek selama ini ketebalan 5 cm telah memberikan kinerja yang memuaskan.

Pasangan apa saja hendaknya diberi koperan pada ujung atau dasarnya. Pada Gambar 7-6 diberikan beberapa detail pasangan.

Untuk melawan gaya keatas (*uplift*), dianjurkan harga-harga tebal pasangan beton sebagai berikut:

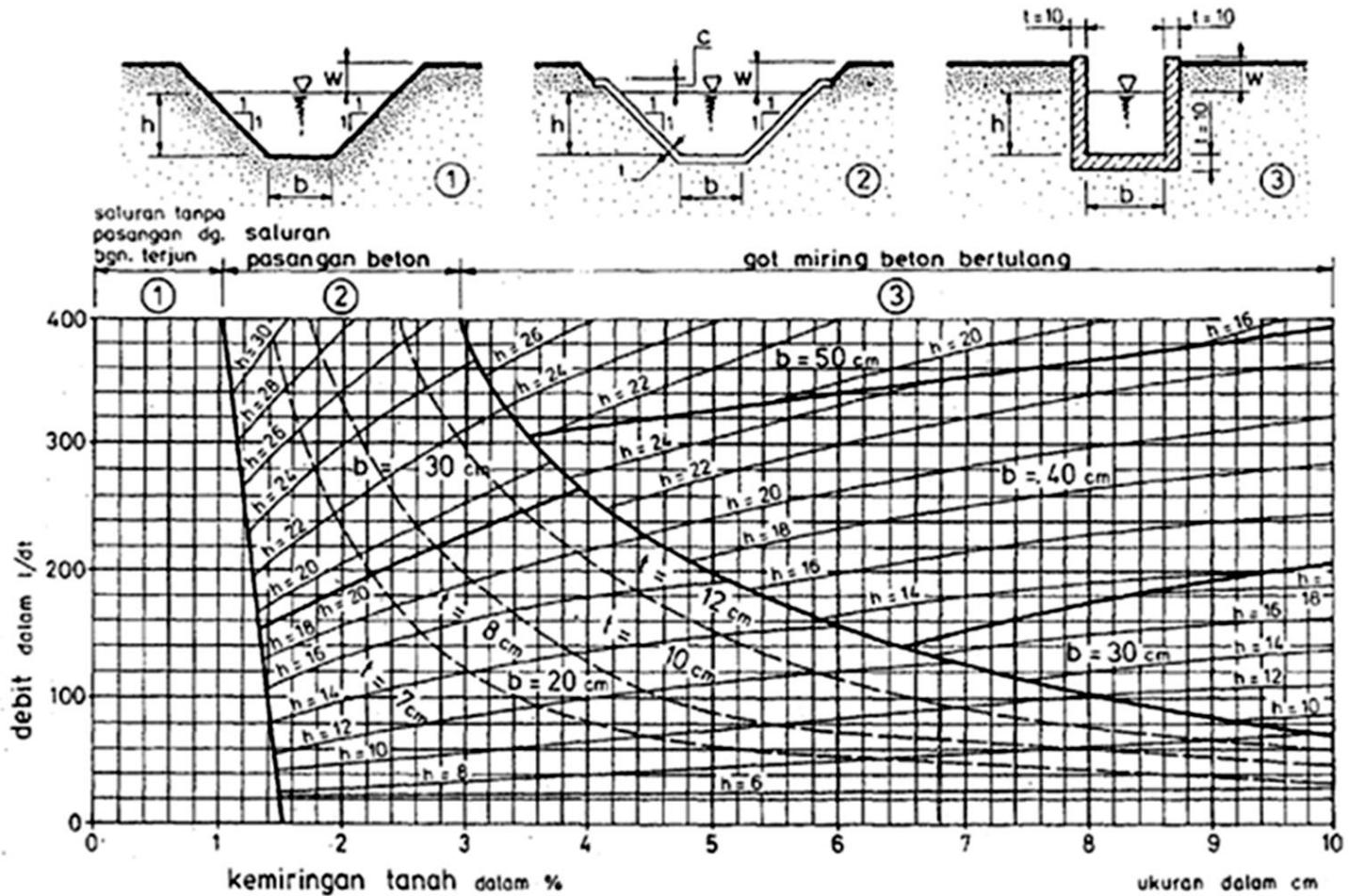
Tabel 7-1. Tabel Pasangan Beton

Kecepatan (m/dt) untuk “k” = 70	Tebal (m)
$v < 2,50$	$t = 0,07$
$2,50 < v < 2,75$	$t = 0,08$
$2,75 < v < 3,10$	$t = 0,10$
$v < 3,10$	flum beton bertulang, $t = 0,10$

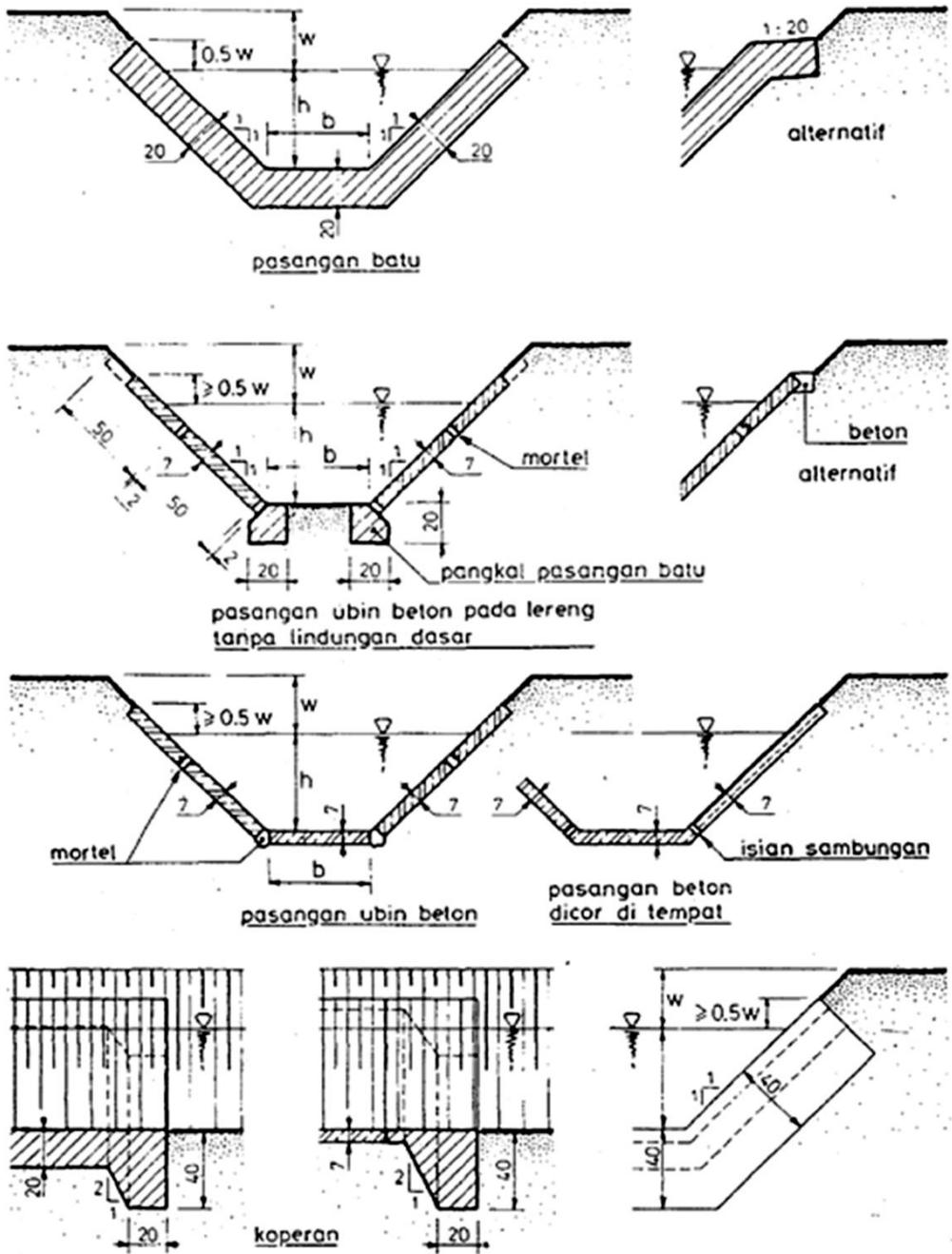
Dianjurkan untuk memakai kriteria perencanaan berikut:

Tabel 7-2. Kriteria Perencanaan untuk Saluran Pasangan

Lebar minimum dasar saluran	$B = 0,30 \text{ m}$
Tambahan lebar	$W_b = 0,50 \text{ m}$
Kedalaman rencana	$H < \text{lebar dasar saluran}$
Tinggi minimum jagaan beton	$C = 0,20 \text{ m}$
Tinggi minimum jagaan pada debit rencana	$R = 0,30 \text{ m}$
Lebar tanggul saluran	$d_1, d_2 = 0,50 \text{ m}$
Kemiringan talut 1:1 atau vertikal jika dipakai potongan beton berulang	



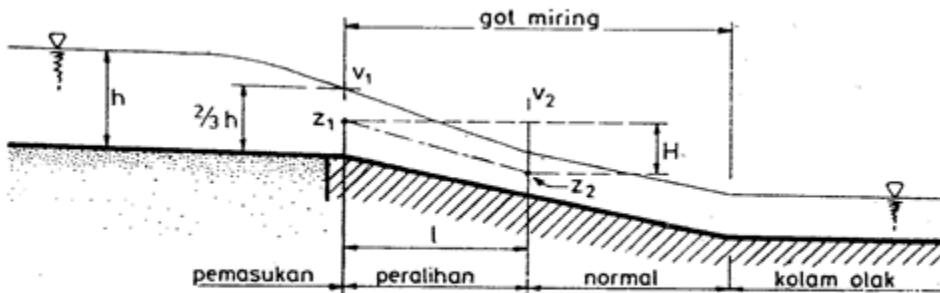
Gambar 7-5. Grafik Perencanaan untuk Saluran Pasangan Beton dan Flum Beton



Gambar 7-6. Detail Pasangan

7.7 Got Miring

Pada medan terjal dimana beda tinggi energi yang besar harus ditanggulangi dalam jarak pendek dan saluran tersier mengikuti kemiringan medan, akan diperlukan got miring. Got miring ini terdiri dari bagian masuk, bagian peralihan, bagian normal dan kolam olak. (Gambar 7-7).



Gambar 7-7. Bagian-Bagian dalam Got Miring

1. Bagian masuk: Bagian masuk dapat dianggap sebagai mercu ambang lebar (persamaan 6-7).

$$Q = C_d 1,7 b h^{3/2} \dots\dots\dots 7-6$$

dimana:

- Q = debit, m³/dt
- C_d = koefisien debit = 1
- b = lebar pemasukan, m
- h = kedalaman air di saluran.

Apabila dibuat tanpa pasangan, maka saluran hulu akan diberi ambang guna mencegah penggerusan karena adanya efek pengempangan: lebar ambang = 0,8x lebar dasar saluran.

2. Bagian normal: Dalam bagian ini diperoleh aliran yang seragam. Karena adanya penyerapan udara, rumus-rumus seperti yang dipakai untuk saluran biasa tak

dapat digunakan. Ada rumus-rumus khusus untuk ini yang dikembangkan oleh *Vreedenburg* dan *Hilgen* (1926).

$n = b/h_b$	7-7
$F_b = n \cdot h_b^2$	7-8
$O_b = (n+2) \cdot h_b$	7-9
$R_b = \frac{F_b}{O_b} = \frac{n}{n+2} \cdot h_b$	7-10
$k_t = k_o - (1-\sin \alpha)$	7-11
$Q = F_b v_b = n h_b^2 k_t R_b^{2/3} \sin^{1/2}$	7-12

dimana:

- n = perbandingan kedalaman dan lebar
- b = lebar dasar got miring, m
- h_b = kedalaman total air (termasuk penyerapan udara)
- F_b = luas basah total, m²
- O_b = keliling basah total, m
- R_b = jari-jari hidrolis total, m
- k_o = koefisien kekasaran *Strickler*, m^{1/3}/dt
- k_t = kekasaran yang telah disesuaikan, m^{1/3}/dt
- α = kemiringan got miring, dengan satuan derajat (°)
- v_s = kecepatan pada got miring, m/dt.

3. Bagian peralihan: Panjang bagian peralihan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$v_2 - v_1 = m\sqrt{2gH} \dots\dots\dots 7-13$$

dimana:

- m = 0,8s.d 0,9
- v_1 = kecepatan aliran di bagian pemasukan, m/dt
- v_2 = kecepatan aliran di bagian normal m/dt.

Dari rumus ini H dapat dihitung, yakni jarak antara pusat gravitasi profil basah di awal dan ujung bagian peralihan. Panjang bagian peralihan dapat dihitung dengan rumus $L = H/l$.

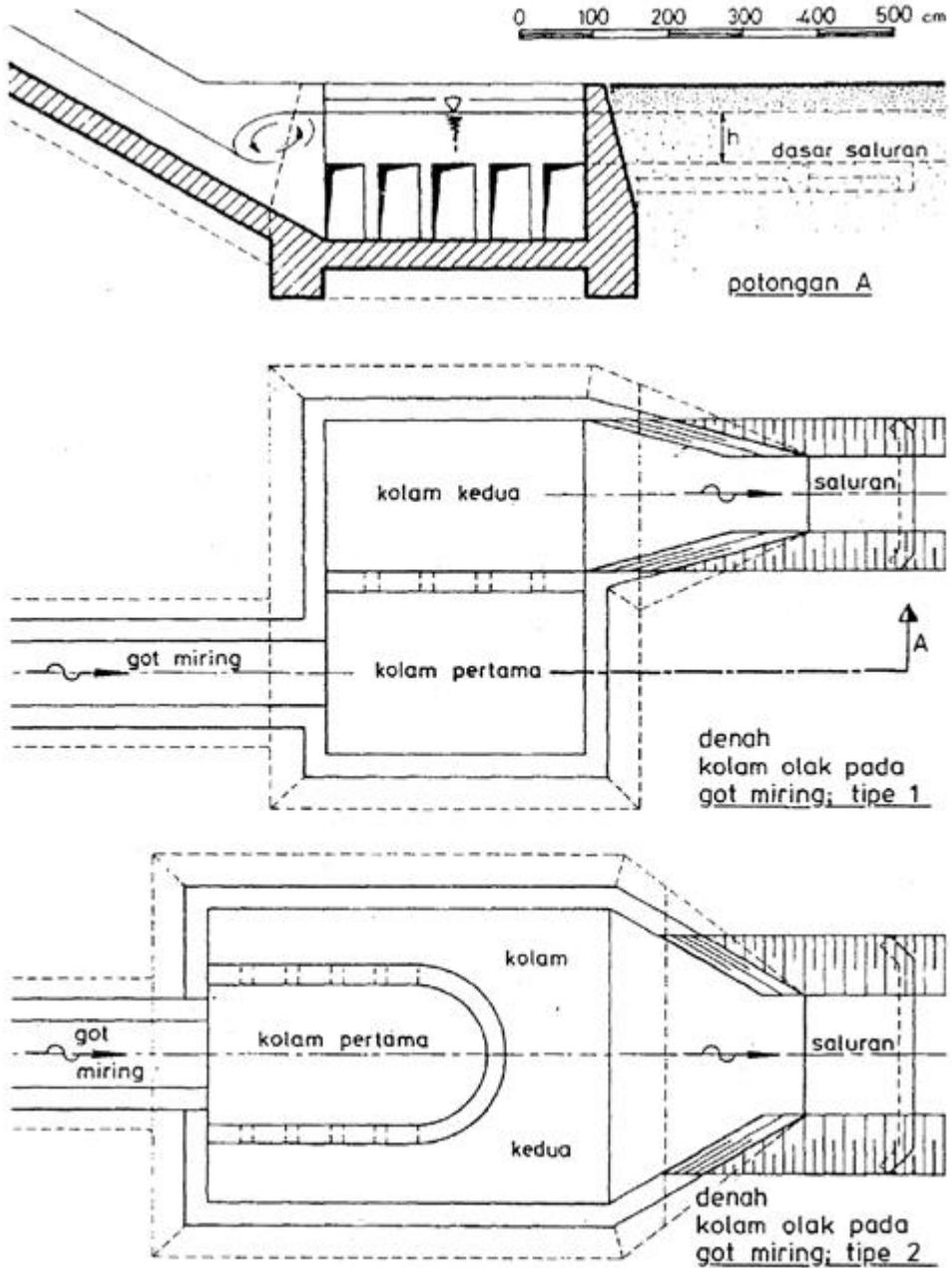
4. Kolam olak: Untuk menentukan dimensi kolam olak, lihat Bagian KP -04 Bangunan. Besarnya lubang peredam gelombang bisa dihitung dengan rumus:

$$Q = \mu F \sqrt{2gz} \dots\dots\dots 7-14$$

dimana:

- Q = debit rencana, m³/dt
- μ = koefisien debit (0,8)
- Z = beda tinggi energi (0,03 m)

Untuk debit kecil, lubang-lubang peredam gelombang dapat dibuat disatu sisi dan untuk debit yang lebih besar lubang-lubang tersebut dibuat di kedua sisi kolam olak (lihat Gambar 7-8.).



Gambar 7-8. Kolam Olak pada Got Miring

7.8 Jalan

7.8.1 Jalan Inspeksi

Layout petak tersier juga mencakup perencanaan jalan inspeksi dan jalan petani.

Operasi dan pemeliharaan saluran dan bangunan didalam petak tersier membutuhkan jalan inspeksi di sepanjang saluran irigasi sampai ke boks bagi yang terletak paling ujung/ hilir. Karena kendaraan yang dipakai oleh ulu- ulu dan para pembantunya adalah sepeda atau sepeda motor, maka lebar jalan inspeksi diambil sekitar 1,5 - 2,0 m.

Jalan inspeksi untuk saluran tersier dibangun dengan lapisan dasar dan kerikil setebal 0,20 m supaya cukup kuat. Kerikil terbaik untuk pembuatan jalan adalah bahan aluvial alamiah yang dipilih dari sungai yang mengalir di daerah proyek.

Jalan inspeksi untuk saluran tersier dapat juga dibangun dengan lapisan dasar dari sirtu dan/atau Lapis Pondasi Agregat Kelas B setebal 0.20 m supaya kuat.

Batu-batu bongkah yang terlalu besar atau kerikil bergradasi jelek hendaknya dihindari. Di daerah-daerah datar atau rawa-rawa sebaiknya tinggi jalan diambil 0,3 - 0,5 m diatas tanah disekelilingnya (Gambar 5-3).

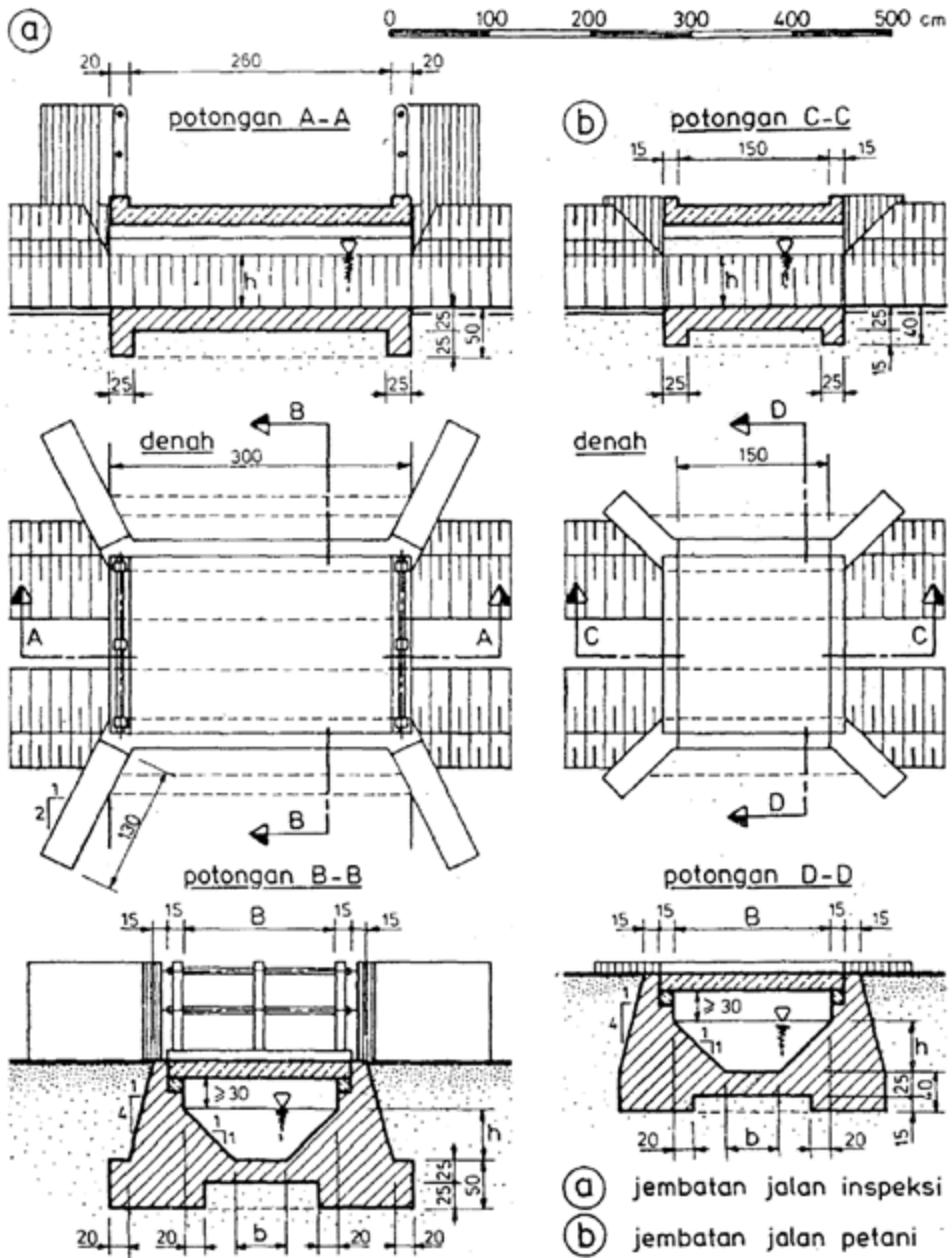
7.8.2 Jalan Petani

Lebar jalan petani sebaiknya diambil 1,5 m agar dapat dilewati alat-alat mesin yang mungkin akan digunakan di proyek. Jika pemasukan peralatan mesin tidak akan terjadi dalam waktu dekat, maka lebar jalan petani sebaiknya diambil 1,0 m. Akan tetapi lebar minimum jembatan orang dianjurkan untuk diambil 1,5 m untuk memenuhi kebutuhan angkutan dimasa mendatang (Gambar 7-9). Di daerah-daerah datar atau rawa-rawa, sebaiknya tinggi jalan diambil 0,5 m diatas tanah disekelilingnya (Gambar 5-3). Jalan-jalan ini direncana bersama-sama dengan perencanaan saluran kuarter. Penggunaan jalan petani dan ukurannya disesuaikan dengan keinginan petani setempat.

7.8.3 Jembatan

Jembatan dipakai hanya apabila tinggi energi yang tersedia terbatas. Kriteria perencanaan berikut dianjurkan untuk jembatan:

- Jembatan tidak boleh mengganggu aliran air saluran atau pembuang didekatnya
- Pelat beton bertulang sebaiknya dibuat dari beton Mutu K-175 (tegangan lentur rencana 40 kg/cm^2).
- Jika dasar saluran irigasi atau pembuang tidak diberi pasangan, maka kedalaman pangkal pondasi (*abutment*) sebaiknya diambil berturut-turut minimum 0,75 m dan 1,0 m dibawah dasar saluran.
- Pembebanan jembatan untuk petani dan jalan inspeksi adalah jalan Kelas IV dan peraturan pembebanan Bina Marga (No. 12/1970).
- Untuk jembatan-jembatan kecil, daya dukung maksimum pondasi tidak boleh lebih dan 2 kg/cm^2 .
- Tipe-tipe detail jembatan ditunjukkan pada Gambar 7-9.

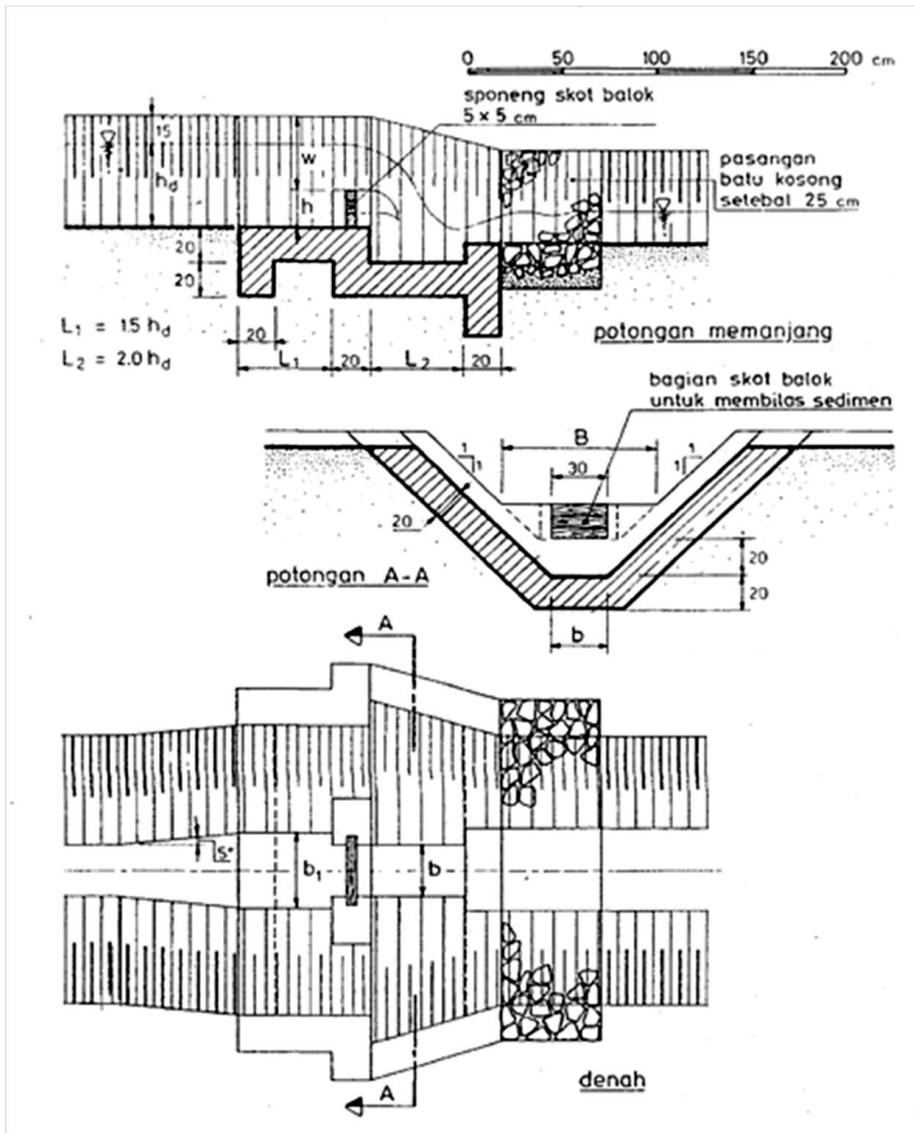


Gambar 7-9. Jembatan pada Jalan Petani dan Jalan Inspeksi

7.9 Bangunan Akhir

Sebagaimana disebutkan pada Subbab 5.2, bangunan akhir harus dibuat diujung saluran pembawa kuarter untuk membuang kelebihan air. Bangunan akhir berupa pelimpah yang disesuaikan dengan muka air rencana. Untuk membilas endapan, bangunan itu dilengkapi dengan skot balok.

Detail standar bangunan akhir diberikan pada Gambar 7-10.



Gambar 7-10. Bangunan Akhir di Saluran Kuartier

BAB VIII

PENYAJIAN HASIL PERENCANAAN

8.1 Gambar

Rencana saluran dan bangunan hendaknya disajikan sedemikian rupa sehingga data-data pelaksanaan jaringan tersier dapat dikumpulkan dengan mudah. Hal ini akan mempermudah pelaksanaan.

Data harus mencakup situasi yang ada (1:5.000 atau 1:2.000), *layout* petak tersier (1:6.000 atau 1:2.000), profil memanjang serta potongan melintang saluran irigasi dan pembuang tersier dan kuarter, (standar) gambar bangunan dengan semua dimensi dan elevasi.

Tabel 8-1. Gambar-Gambar Perencanaan yang Dibutuhkan

Permerian	Skala
Situasi yang ada	1:5.000 atau 1:2.000
<i>Layout</i> dengan skema peta	1:5.000 atau 1:2.000
Trase saluran + potongan memanjang	H = 1:2.000
Potongan melintang saluran	V = 1:100
Bangunan	1:50
	1:100 atau 1:50,
	detail 1:20, 1:10 atau 1:5

Tabel hendaknya memberikan karakteristik saluran berikut ini, termasuk saluran kuarter:

- Muka air diawal dan ujung potongan saluran;
- Kemiringan dasar saluran, ‰(m/km);
- Panjang ruas saluran, m;
- Lebar dasar saluran, m;
- Kedalaman air pada saluran, m;

- Kemiringan talut, tinggi jagaan dan lebar tanggul (termasuk jalan inspeksi, kalau ada).

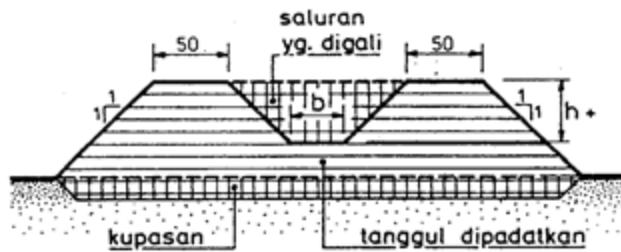
Perencana hendaknya selalu ingat bahwa hanya karakteristik yang sudah diketahui saja yang dipakai selama pemasangan patok dan pelaksanaan. Ia harus mengecek keadaan setempat agar dapat menentukan interval ketinggian rencana yang harus diberikan.

Penyajian data hendaknya jelas; pastikan bahwa dasar saluran dan bagian atas tanggul tidak mengikuti kemiringan medan, tetapi mengikuti garis lurus antara ketinggian di awal dan ujung ruas saluran. Hanya dengan demikian muka air di daerah petak tersier yang rendah tidak akan melimpah diatas tanggul.

Trase saluran diberikan pada peta petak tersier dengan skala 1:5.000 atau 1:2.000. Trase ini harus diubah bila keadaan lapangan menghendaki demikian selama pelaksanaan, setelah berkonsultasi terlebih dahulu dengan perencana.

Bila saluran yang ada dipakai dalam perencanaan, maka perencana sebaiknya tidak perlu mempersoalkan bahan timbunan jika potongan melintang saluran itu lebih besar dari saluran yang sedang direncana.

Jika saluran irigasi tersier lebih tinggi dari elevasi sawah, maka tanggul saluran harus dipadatkan dengan baik agar kehilangan air tidak banyak. Perencana hendaknya memperingatkan agar prosedur berikut diikuti. Diatas permukaan yang sudah dibersihkan dan dihaluskan, seluruh tubuh saluran termasuk tanggul dan saluran itu sendiri, akan dibuat pada timbunan hingga bagian atas tanggul (lihat Gambar 8-1). Setelah timbunan dipadatkan dengan baik, saluran akan digali pada tubuh ini sesuai dengan dimensi rencana.



Gambar 8-1. Saluran Tersier dalam Timbunan

Hasil perencanaan saluran pembuang dan bangunan harus disajikan sedemikian rupa sehingga data-data pelaksanaan bisa dikumpulkan dengan mudah dan pelaksanaan jaringan pembuang tidak akan menemui kesulitan.

Trase saluran pembuang diberikan pada *layout* petak tersier dengan skala 1–5.000 atau 1–2.000. Juga harus dibuat gambar-gambar dengan potongan memanjang, potongan melintang saluran pembuang tersier serta (standar) gambar-gambar bangunan, lengkap dengan dimensi dan elevasinya. Dari rencana itu dibuat tabel data yang memberikan data- data yang perlu untuk pelaksanaan dan pemasangan patok untuk saluran pembuang:

- Muka air diawal dan ujung ruas saluran pembuang,
- Kemiringan dasar saluran pembuang, % (m/km)
- Panjang ruas saluran pembuang, m;
- Lebar dasar saluran, m;
- Kedalaman air pada saluran, m;
- Kemiringan talut, tinggi jagaan dan kalau perlu lebar tanggul

Potongan memanjang saluran irigasi dan pembuang digambar menurut standar penggambaran seperti dijelaskan dalam bagian KP - 07 dengan skala vertikal 1:100 dan skala honisontal 1:2.000.

Potongan melintang digambar untuk daerah bergelombang setiap 100 m dengan skala 1:50. Bangunan digambar dengan skala 1:50 dengan detail 1:20 dan 1:10. Apabila mungkin, dipakai standar gambar dan bangunan-bangunan khusus dilengkapi dengan

tabel perencanaan yang mencakup elevasi dan dimensi. Gambar-gambar bangunan meliputi:

- Denah
- Potongan memanjang dan melintang
- Dimensi dan elevasi
- Skala.

8.2 Nota Penjelasan

Setiap rencana petak tersier harus diberi nota penjelasan. Isinya adalah penjelasan mengenai perencanaan petak tersier yang berkenaan dengan:

- Lokasi
- *Layout*
- Penggunaan dan perbaikan jaringan yang ada
- Saluran dan bangunan yang baru
- Jalan petani
- Persediaan air dan sistem pembagiannya/rotasi
- Dimensi dan elevasi saluran dan bangunan
- Rincian volume dan biaya (*bill of quantities*).
- Pembagian pembiayaan antara petani dan pemerintah (*role sharing*).

8.3 Buku Petunjuk O & P

Agar supaya jaringan irigasi mampu berfungsi sampai jangka waktu yang lama, diperlukan panduan mengenai operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi. Semua petunjuk harus disajikan dengan jelas agar mudah dimengerti oleh para Petani Pemakai Air.

Agar para pengelola irigasi mampu melaksanakan operasi dan pemeliharaan dengan efektif dan efisien maka harus berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum

Nomor : 32/PRT/M/2007 Tahun 2007 Tentang Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan irigasi.

DAFTAR PUSTAKA

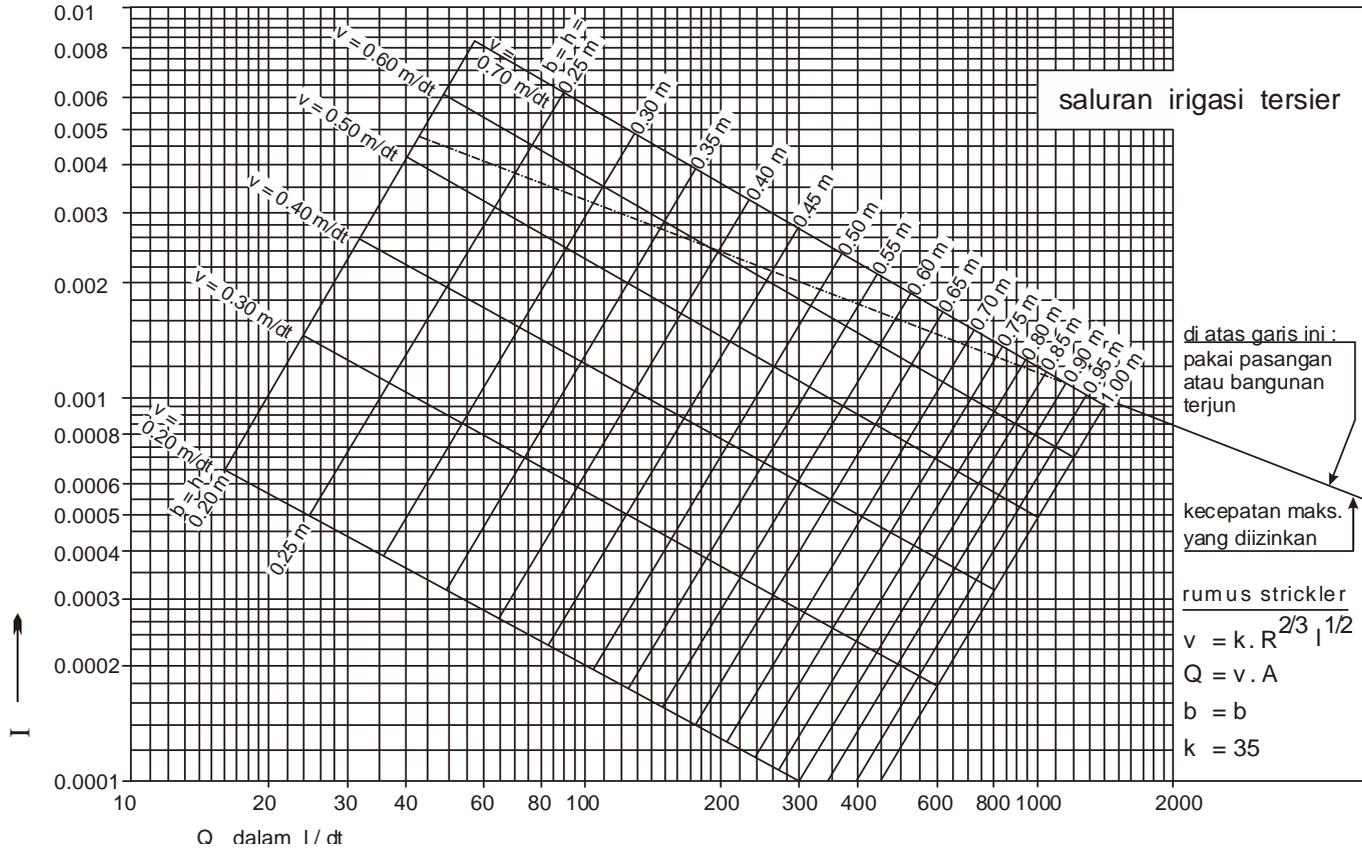
- Achmadi Partowiyoto: *Tata Guna Air Tingkat Usaha Tani*, Ditgasi I, September 1985.
- ADC: *Design Note Tertiary Unit Development Teluk Lada*
- Binnie & Partners: *Design Note for Tertiary Unit Development*, December 1978.
- DHV: *Background Notes Training Packages SEDEKU Trial Run*, Tertiary Unit Development, 1985.
- DHV/Ilace: *Guidelines for Design Of Tertiary Units*, Luwu, October 1978.
- DHV/Nedeco: *Tertiary Unit Development*, PLAV Surabaya, 1981
- DOI Sederhana Irrigation Project: *Design of Checks, Division Boxes and Turnouts*, Technical Paper No. 10, 198L
- DPMA: *Setandar Kotak Bagi untuk Saluran Tersier dan Kwarter*, Maret 1973.
- DPU: *Pengelolaan Irigasi di Tingkat Usaha Tani (Tersier)*, Juli 1976.
- Hamuji Waluyo: *Perencanaan jaringan Tersier*, November 1979
- Kraatz, D.B. and Mahayan, I.K. *Small Hydraulic Structures*, FAO Irrigation and Drainage Paper No. 26 (1+2)
- Nedeco: *Manual for Design of Tertiary Units*, Irrigation Rehabilitation Project Series B, May 1974.
- Nedeco: *Some Reflections on the Layout of the Tertiary Sistem in the Jratunseluna Area*, June 1973
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 Tentang Irigasi
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 32/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sumber Daya Air
- PROSIDA: *Pedoman Perencanaan Tersier I - II*, 1974.
- PROSIDA: *Pedoman Perencanaan Jaringan Tersier*, 1980.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air
Budi Daya Ikan Air Tawar di Dalam Daerah Irigasi, Subdit Perencanaan Teknis,
Ditgasi I, Januari 1983.

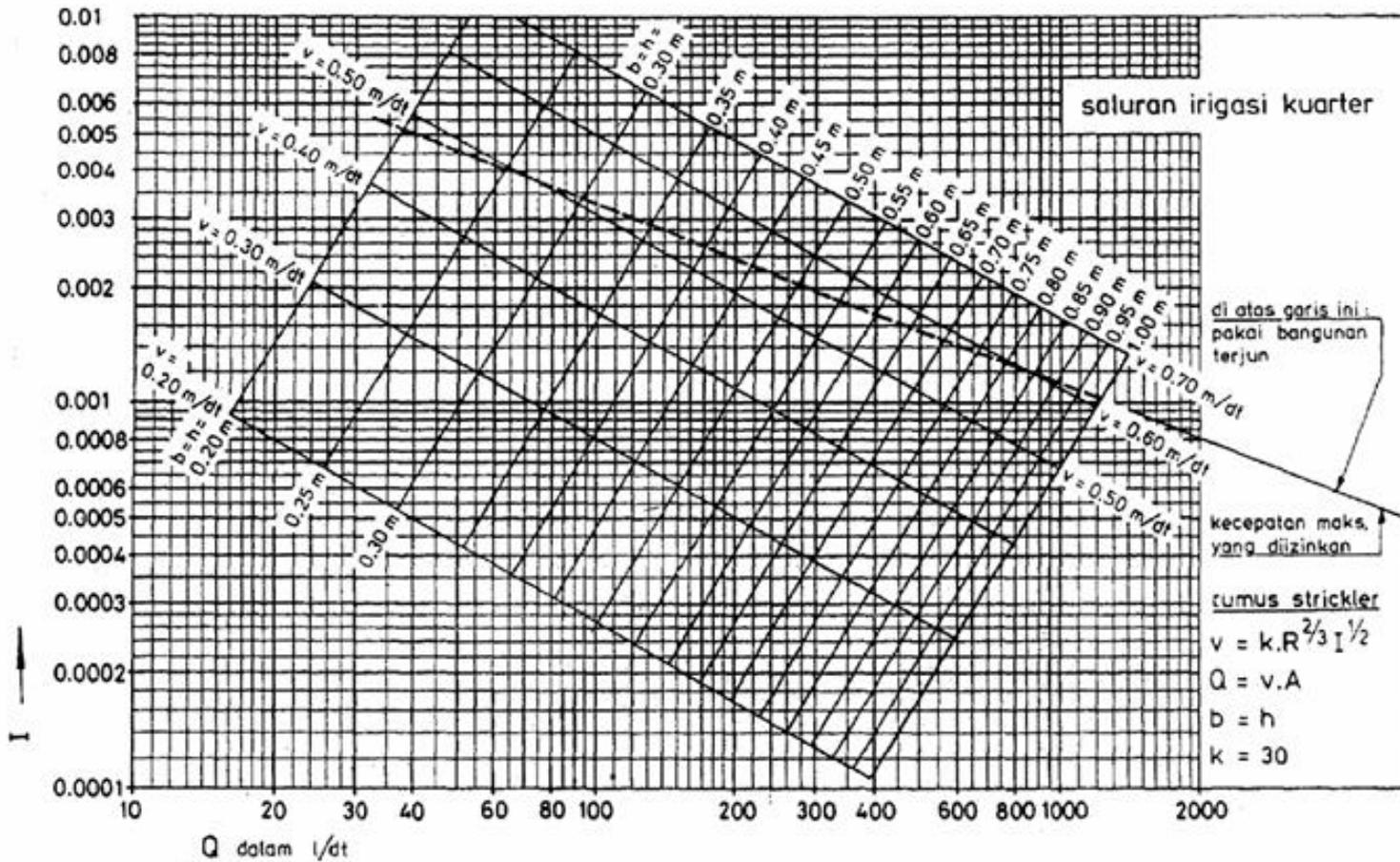
Sariati :*Budi Daya Ikan dan Peranan Prasarana Pengairan*, Ditgasi I, September
198.5.

Soebandi Wirosoemarto: *Pengembangan Jaringan Tersier*, Ditgasi; Juli 1978.

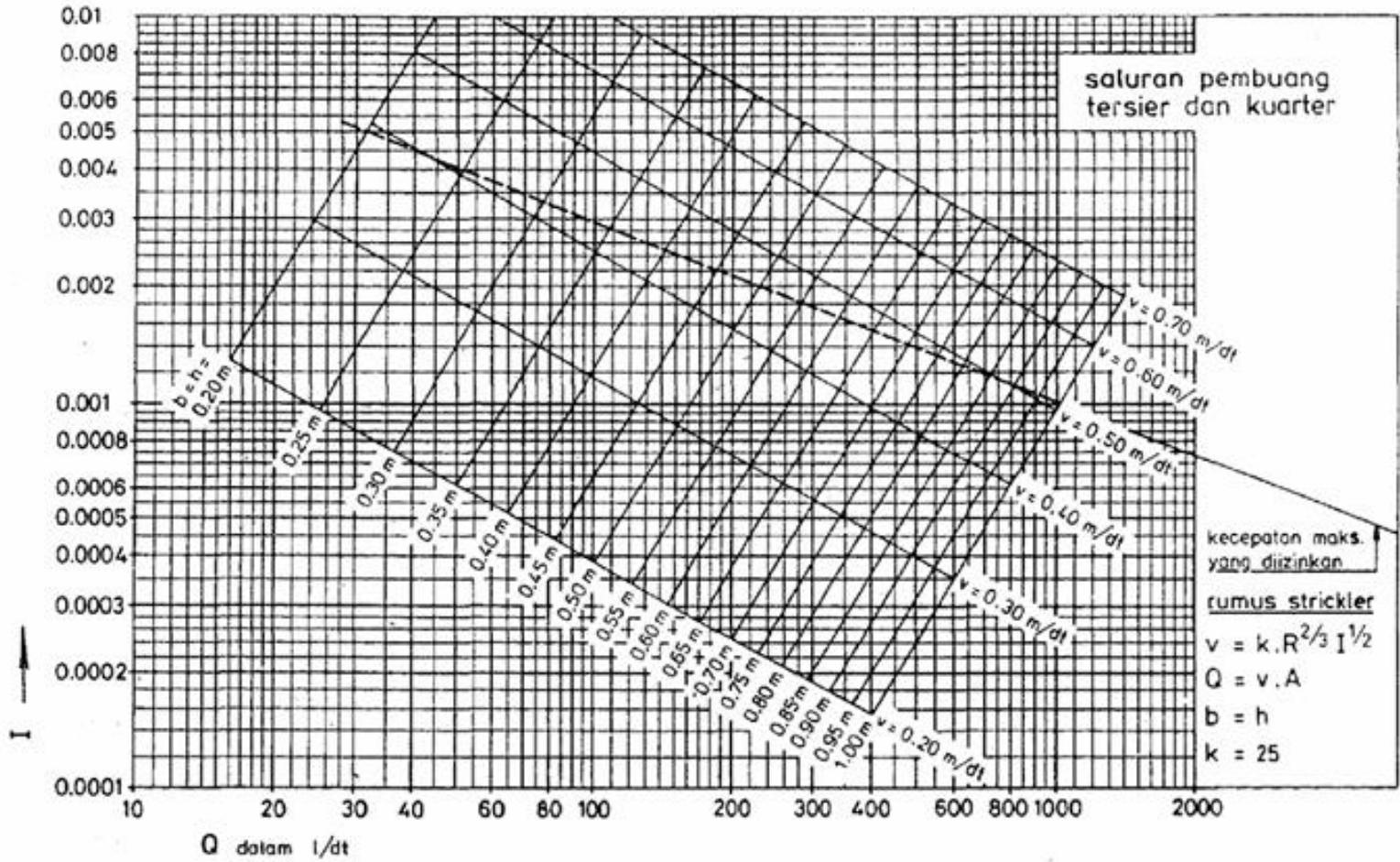
LAMPIRAN



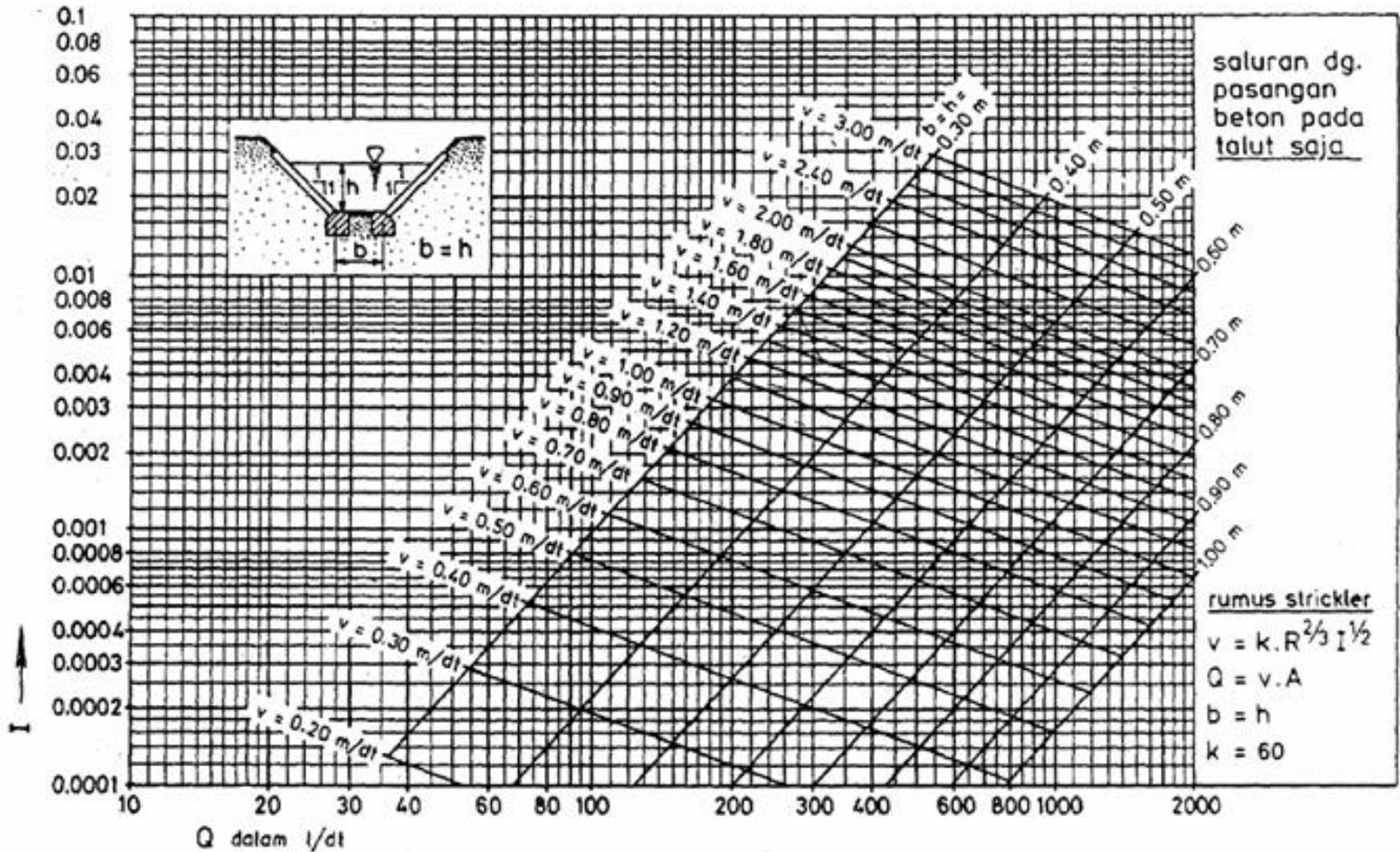
Gambar A.1.1 Grafik Perencanaan untuk Saluran Tersier Tanpa Pasangan ($k=35, m=1$)



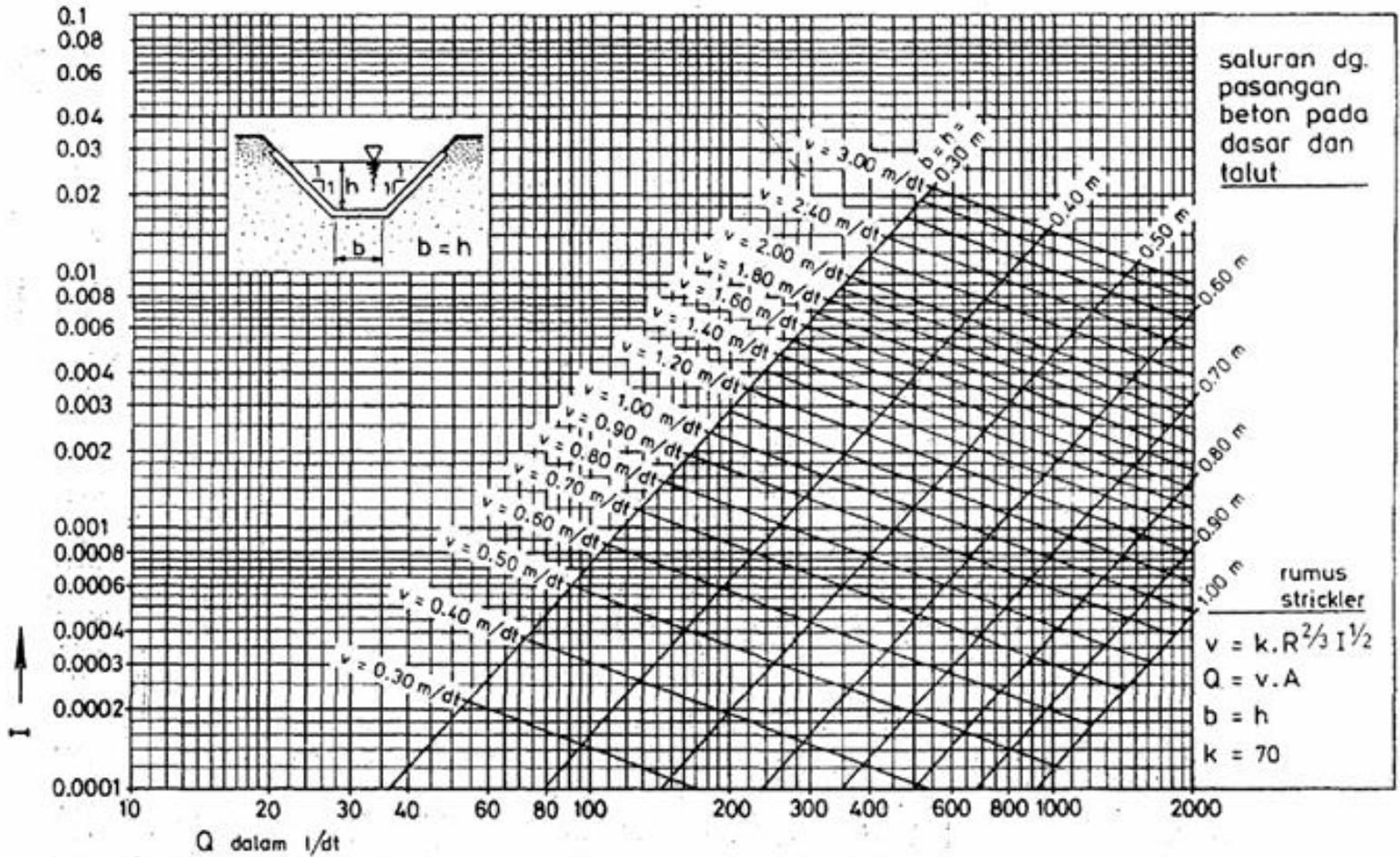
Gambar A.1.2 Grafik Perencanaan untuk Saluran Irigasi Kuartar (k=30, m=1)



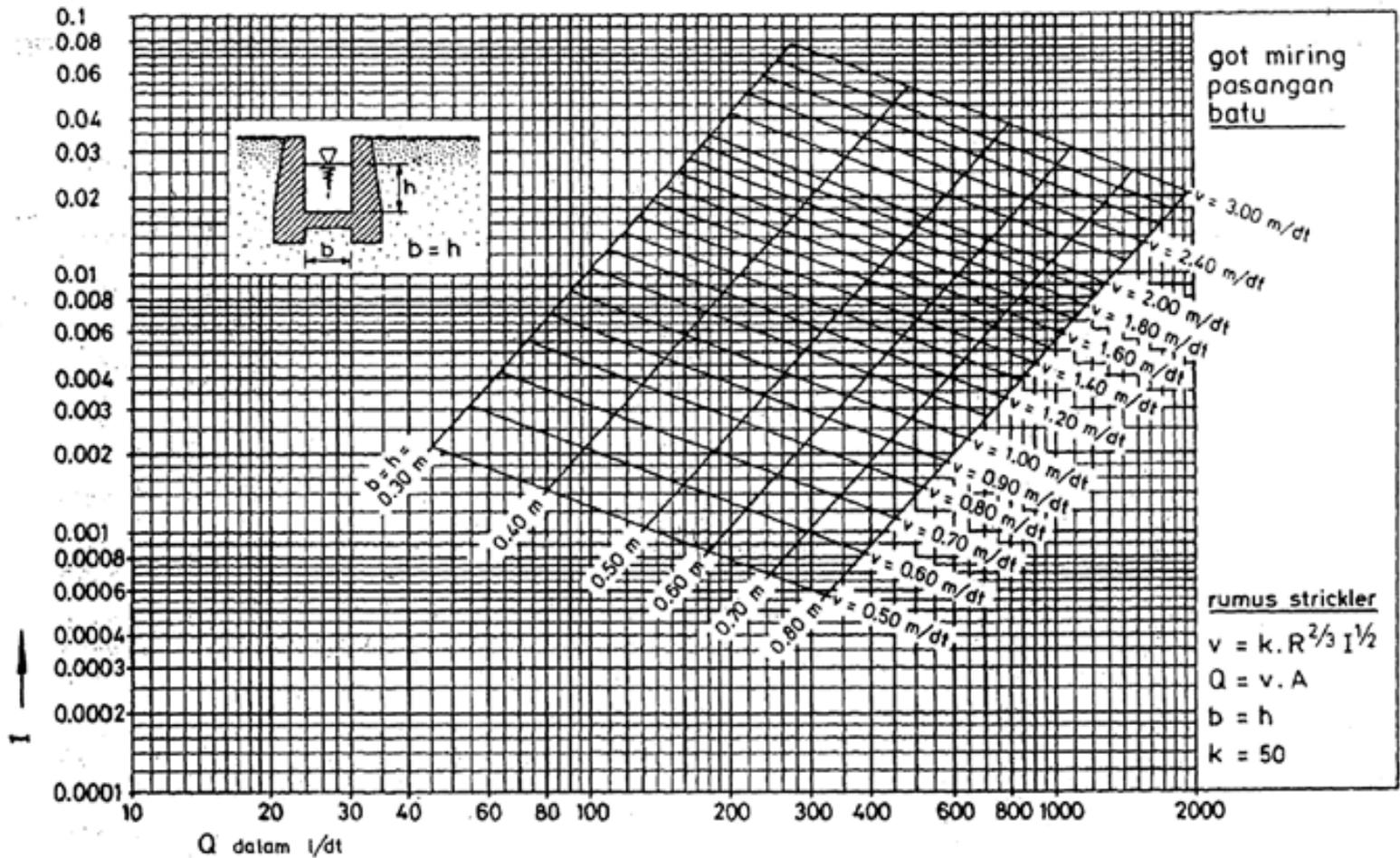
Gambar A.1.3 Grafik Perencanaan untuk Saluran Pasangan Batu (k=25)



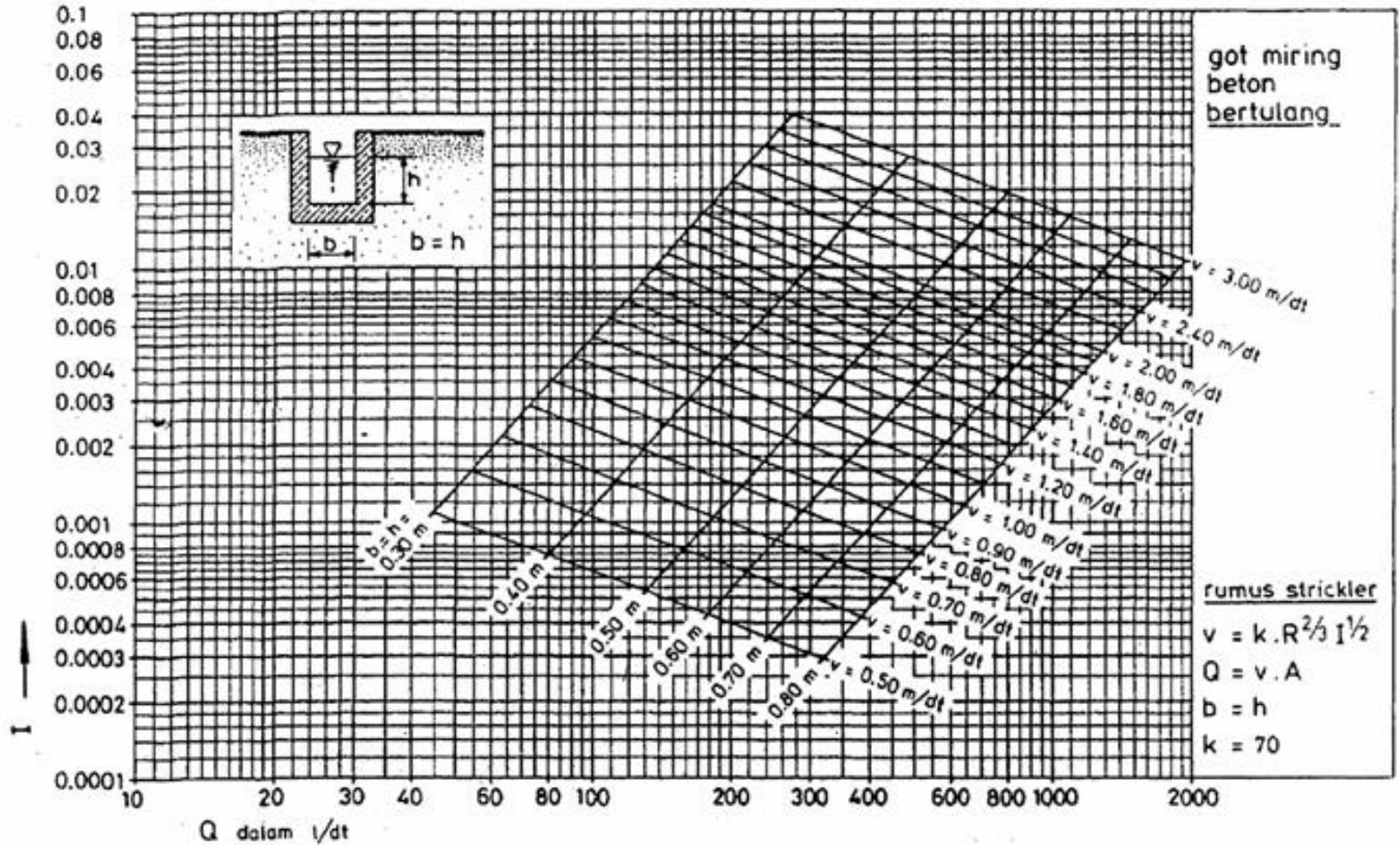
Gambar A.1.4 Grafik Perencanaan untuk Saluran Pasangan Beton (Hanya Pada Talut, k=60)



A.1.5 Grafik Perencanaan untuk Saluran Pasangan Beton (k=70)



Gambar A.1.6 Grafik Perencanaan untuk Flum Pasangan Batu (k=50)



Gambar A.1.7 Grafik Perencanaan untuk Flum Bertulang (k=70)