

Desain hidraulik

# **BANGUNAN IRIGASI**



**Desain Hidraulik**

# **BANGUNAN IRIGASI**

**Desain Hidraulik**

# **BANGUNAN IRIGASI**

*Prof. R. Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT*



**PENERBIT ALFABETA BANDUNG**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Allah swt, Tuhan Semesta Alam, atas selesainya penyusunan buku ini. Shalawat dan salam senantiasa terlimpah kepada Nabi Muhammad saw, keluarga dan para sahabatnya.

Kepustakaan tentang teknologi bangunan air umumnya dan bangunan irigasi khususnya dirasakan sangat kurang. Oleh karena itu penulis mengetengahkan tulisan ini untuk memenuhi penyediaan akan buku-buku tersebut. Disamping itu untuk menyebarluaskan teknologi irigasi hemat air.

Buku ini disusun berdasarkan pengalaman-pengalaman penulis dalam mendesain bangunan irigasi dan dari berbagai sumber pustaka, wawancara serta pengkajian lapangan di berbagai tempat.

Tentu saja dalam penyajian dan penulisan buku ini masih terdapat banyak kekurangan. Untuk itu kami mengharapkan saran yang membangun agar dapat diadakan perbaikan untuk penerbitan yang akan datang.

Selanjutnya, berkenaan dengan penerbitan buku ini disampaikan ucapan terima kasih kepada Kepala Badan Litbang Dep. PU, Bapak Dr. Ir. Basuki Hadimuljono, M.Sc dan Kepala Pusat Litbang Sumber Daya Air, Bapak Ir. Eddy A. Djajadiredja, Dipl. HE, yang telah memberikan dorongan dan kesempatan sehingga buku ini dapat diterbitkan. Terima kasih disampaikan pula kepada Bapak DR. Ir. Sujuno Sosrodarsono, Mantan Menteri Pekerjaan Umum yang telah mendorong kami untuk lebih banyak menulis tulisan bangunan keairan. Tak lupa pula terima kasih disampaikan kepada Bapak Ir. Moch.Memed, Dipl. HE, APU yang selalu memberikan bimbingan dan pengarahannya.

Semoga usaha ini mendapat ridho Allah swt, dan memberi manfaat dalam penyebar luasan ilmu pengetahuan dan teknologi. Diharapkan buku ini bermanfaat bagi para mahasiswa, dosen, peneliti, praktisi, atau bagi siapa saja yang berminat.

Bandung, Februari 2007

Penulis

Dilarang keras memperbanyak, memfotokopi sebagian atau seluruh isi buku ini, serta memperjualbelikannya tanpa mendapat izin tertulis dari Penerbit

**Hak Cipta Dilindungi Undang-undang**  
**© 2010, Penerbit Alfabeta, Bandung**

**Tek09 (viii + 128)**

**Judul Buku** : Desain Hidraulik  
BANGUNAN IRIGASI  
**Penulis** : Prof. R. Drs. Erman Mawardi, Dipl. AIT  
**Penerbit** : ALFABETA, cv  
Telp. (022) 200 8822 Fax. (022) 2020 373  
Website: [www.cvalfabeta.com](http://www.cvalfabeta.com)  
Email: [alfabetabdg@yahoo.co.id](mailto:alfabetabdg@yahoo.co.id)  
**Cetakan kedua** : Januari 2010  
**ISBN** : 978-979-8433-16-0

Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)



# DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
1. PENDAHULUAN .....	1
1. Latar Belakang .....	1
2. Maksud dan Tujuan .....	2
3. Maksud Pembangunan Jaringan Irigasi .....	2
4. Cakupan Tulisan .....	3
5. Metode .....	3
2. IRIGASI DAN BANGUNAN IRIGASI .....	5
1. Irigasi .....	5
1.1 Sejarah Irigasi .....	5
1.2 Air Irigasi .....	6
2. Saluran dan Bangunan Irigasi .....	8
2.1 Saluran Irigasi .....	8
2.2 Saluran Irigasi Tanpa Pasangan .....	9
2.3 Bangunan Irigasi .....	10
3. DESAIN HIDRAULIK BANGUNAN IRIGASI .....	13
1. Bangunan Distribusi .....	13
1.1 Jenis Bangunan dan Ketentuan .....	13
1.2 Perhitungan-perhitungan .....	14
1.3 Penggambaran .....	16
1.4 Bangunan Bagi dan Bangunan Sadap .....	16
1.5 Contoh Perhitungan Bangunan Bagi dan Sadap .....	31
1.6 Contoh Perhitungan Bangunan Bagi dan Sadap (DI Panti Rao) .....	39
2. Bangunan Silang .....	52
2.1 Talang .....	52
2.2 Bangunan Sifon .....	58
2.3 Gorong-gorong di Jaringan Irigasi .....	62
3. Bangunan Pengurangan Kemiringan .....	72
3.1 Bangunan Terjun .....	72
3.2 Got Miring .....	76
4. Bangunan Pelengkap .....	77
4.1 Bangunan Pelimpah .....	77
4.2 Bangunan jembatan dan jalan inspeksi .....	79

4. BANGUNAN UKUR DEBIT DI JARINGAN IRIGASI TEKNIS ...	81
1. Umum .....	81
2. Persyaratan .....	82
3. Bangunan Ukur Debit .....	83
3.1 Tipe Ambang Tajam .....	83
3.2 Tipe Ambang Lebar .....	84
3.3 Bangunan Ukur Tipe Cipoletti .....	86
3.4 Bangunan Ukur Tipe Romijn .....	87
3.5 Bangunan Ukur Tipe Parshall .....	92
3.6 Bangunan Ukur Tipe Crump de Gruyter .....	94
3.7 Bangunan Ukur Tipe Pintu Sorong .....	97
3.8 Bangunan Ukur Constant Head Orifice (CHO) .....	98
3.9 Pipa Sadap Sederhana .....	100
5. TINJAUAN TEKNIK PEMBERIAN AIR UNTUK TANAMAN PADI .....	101
1. Irigasi Teknik Konvensional .....	101
1.1 Pemberian Air Irigasi .....	101
1.2 Kebutuhan Air Irigasi .....	102
1.3 Kapasitas Saluran Irigasi .....	103
2. Teknik Irigasi Hemat Air .....	104
2.1 Pengembangan Teknik Irigasi Hemat Air .....	104
2.2 Teknik Pemberian Air Terputus .....	105
2.3 Air untuk Teknik Budidaya Padi Pola SRI .....	106
6. TINJAUAN DAN TATA CARA BUDIDAYA PADI SRI .....	107
1. Budidaya Padi Pola SRI .....	107
2. Keunggulan Budidaya Padi Pola SRI .....	108
3. Teknik Budidaya Padi Pola SRI .....	109
4. Perbedaan budidaya padi SRI dengan padi Non SRI .....	120
5. Pengamatan budidaya padi SRI di Tasikmalaya .....	122
DAFTAR PUSTAKA .....	127

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Hasil teknik di bidang bangunan irigasi khususnya, telah puluhan tahun bahkan ada yang ratusan tahun usianya. Lihat saja bangunan irigasi di daerah irigasi Jatiluhur, Pemali-Comal, Pekalen, Sampean dan sebagainya. Terutama dalam masa pembangunan Indonesia yang tinggi sejak tahun 1970-an hingga kini, pemerintah melaksanakan pembangunan di segala bidang, termasuk bidang pengairan dan pengembangan sumber daya air untuk berbagai keperluan. Dengan demikian ribuan bangunan air dan jaringan irigasi dan prasarannya telah dibangun.

Bagaimana merancang bangunan irigasi tersebut? Dengan maksud untuk memberikan pengenalan, mengetahui dan membuka wawasan bagi siapa saja yang berminat tentang bangunan irigasi, kebutuhan air irigasi, dan materi lain maka disusunlah buku ini.

Berkaitan dengan itu, penyusunannya dimulai dari sejarah dan saluran irigasi. Dilanjutkan dengan bagaimana mendesain bangunan irigasi serta bangunan pengukur debitnya, serta mengetengahkan tentang kebutuhan air irigasi cara konvensional dan irigasi hemat air. Dan mengenalkan pula bagaimana pertanian budidaya padi pola *system of rice intensification* (SRI) yang menggunakan air irigasi lebih hemat dari sistem konvensional.

Mengapa diperlukan penulisan buku semacam ini? Hal demikian tidak lain karena disadari perlunya alih pengetahuan, penyebaran ilmu pengetahuan dan teknologi kepada ahli teknik hidrolika khususnya dan khalayak lain yang berminat umumnya.

Bahan yang ditulis di sini merupakan buah pengalaman penulis dalam mengerjakan desain jaringan irigasi teknis untuk berbagai daerah irigasi. Di samping itu bahan diperoleh dari hasil studi pustaka, pengamatan, pengkajian dan wawancara dengan berbagai pihak.

Diharapkan penulisan buku ini dapat memberikan kontribusi dalam pekerjaan desain hidraulik bangunan irigasi dan menjadi bahan acuan/pegangan bagi para perencana, serta berfaedah bagi pembaca lainnya.

## 2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan buku ini adalah dalam rangka penyebarluasan ilmu pengetahuan dan pengalaman teknik hidraulik khususnya bangunan irigasi, dan desiminasi hasil penelitian dan pengembangan bangunan keairan. Seperti diketahui buku juga merupakan salah satu kunci untuk melepaskan diri dari ketinggalan pengetahuan dan teknologi yang terus tumbuh dan berkembang. Penulisan buku ini dimaksudkan pula sebagai penyediaan literatur bidang teknik keairan yang dirasakan sangat kurang.

Tujuan penulisan yaitu agar terselenggaranya desain bangunan irigasi yang sesuai standar dan pedoman, sehingga bangunan irigasi aman dan memenuhi fungsinya.

## 3. Maksud Pembangunan Jaringan Irigasi

Salah satu faktor dari pada usaha peningkatan produksi pangan khususnya padi adalah tersedianya air irigasi di sawah-sawah sesuai dengan kebutuhan. Jika penyediaan air irigasi dilakukan dengan tepat dan benar maka dapat menunjang peningkatan produksi padi sehingga kebutuhan pangan nasional dapat terpenuhi. Pengembangan irigasi untuk menunjang peningkatan produksi pangan dan kenaikan penghasilan petani juga telah menjadi program pemerintah. Untuk itu jaringan irigasi, baik saluran pembawa maupun saluran pembuang dan bangunan irigasinya harus dapat beroperasi dengan baik.

## 4. Cakupan Tulisan

Buku ini disusun dalam beberapa bab yang saling terkait satu sama lainnya yaitu:

- Bab 1, Pendahuluan
- Bab 2, berisi uraian-uraian tentang irigasi dan bangunan irigasi, yang isinya semacam pengenalan tentang irigasi.
- Pada Bab 3, berisi desain hidraulik bangunan irigasi; dikemukakan bagaimana mendesain bangunan distribusi seperti bangunan bagi dan sadap, bangunan silang seperti talang, sifon, gorong-gorong, bangunan terjun dan sebagainya. Pembahasan hanya menyangkut hal yang berkaitan dengan desain hidraulik dan tidak mencakup desain struktur.
- Di dalam Bab 4, dibicarakan tentang bermacam-macam bangunan ukur debit air di jaringan irigasi teknis.
- Selanjutnya pada Bab 5, disajikan teknik pemberian air untuk tanaman padi.
- Bab 6, pengenalan budidaya padi pola SRI.

## 5. Metode

Penulisan buku ini dilakukan berdasarkan pengalaman penulis dalam mendesain beberapa daerah irigasi. Disamping itu melalui studi pustaka terhadap literatur-literatur yang ada. Pengkajian lapangan terhadap pemberian air terhadap padi yang ditanam secara konvensional di beberapa daerah irigasi dan penanaman dengan pola SRI di beberapa tempat di Jawa Barat dan di Lombok menjadi bahan pula untuk tulisan ini. Bahan tulisan juga diperoleh berdasarkan wawancara dengan petani konvensional dan petani padi pola SRI.

# IRIGASI DAN BANGUNAN IRIGASI

---

## 1. IRIGASI

### 1.1 Sejarah Irigasi

Irigasi adalah usaha untuk memperoleh air yang menggunakan bangunan dan saluran buatan untuk keperluan penunjang produksi pertanian. Kata irigasi berasal dari kata irrigate dalam bahasa Belanda dan irrigation dalam bahasa Inggris.

Menurut Abdullah Angoedi dalam Sejarah Irigasi di Indonesia disebutkan bahwa dalam laporan Pemerintah Belanda irigasi didefinisikan sebagai berikut:

*"secara teknis menyalurkan air melalui saluran-saluran pembawa ke tanah pertanian dan setelah air tersebut diambil manfaat sebesar-besarnya menyalurkannya ke saluran-saluran pembuangan terus ke sungai"*.

Sejarah irigasi di Indonesia telah cukup panjang. Yang dimulai sejak zaman Hindu. Sebagai contoh pertanian padi sistem Subak di Bali, sistem Tuo Banda di Sumatera Barat, sistem Tudang Sipulung di Sulawesi Selatan dan sistem kalender pertanian Pranatamangsa di Jawa. Dan dikembangkan di masa penjajahan Belanda dan dilanjutkan di zaman Indonesia membangun (1970-an).

Selanjutnya, tercatat bahwa bangunan irigasi yang pertama dibangun yaitu di Jawa Timur yang dibuktikan dengan prasasti Harinjing yang sekarang disimpan di Museum Jakarta. Data prasasti tertua di Indonesia menyebutkan pula bahwa saluran air



tertua telah dibangun di Desa Tugu dekat Cilincing dalam abad ke V Masehi.

Pembuatan bendung pertama di Indonesia untuk irigasi dilakukan di Jawa Timur yaitu bendung Sampean di Kali Sampean. Ir. Van Thiel yang diutus Pemerintah Belanda ke Situbondo membangun bendung tersebut tahun 1832 dari struktur kayu jati diisi dengan batu kali. Panjang bentang bendung 45 meter tinggi delapan meter. Selanjutnya pada tahun 1852 sampai dengan 1857 dibangun pula bendung Lengkong di Mojokerto untuk mengairi areal seluas 34.000 hektar.

Bendung Glapan di Kali Tuntang Jawa Tengah dibangun tahun 1852 dan selesai tahun 1859. Namun baru bisa berfungsi 20 tahun kemudian yaitu pada tahun 1880-1890. Bendung Glapan adalah bendung pertama yang dibangun di bawah Pemerintah Kolonial untuk tanaman rakyat.

Disebutkan bahwa setelah Pemerintah Hindia-Belanda mendirikan Departemen BOW mulailah dibentuk "Irrigatie-Afdeling". Tercatat 1 Januari 1889 dibentuk daerah irigasi yang pertama yaitu Irrigatie-Afdeling Serayu yang meliputi Keresidenan Banyumas dan Bagelen di Jawa Tengah. Selanjutnya disusul Irrigatie-Afdeling Brantas yang meliputi daerah Malang-Kediri-Surabaya pada tahun 1892, Irrigatie-Afdeling Serang yang meliputi daerah Semarang-Demak dan Purwodadi. Dalam tahun 1910 Pulau Jawa telah terbagi habis oleh daerah-daerah irigasi.

## 1.2 Air Irigasi

Air merupakan faktor yang penting dalam bercocok tanam. Selain jenis tanaman, kebutuhan air bagi suatu tanaman juga dipengaruhi oleh sifat dan jenis tanah, keadaan iklim, kesuburan tanah, cara bercocok tanam, luas areal pertanaman, topografi, periode tumbuh dan sebagainya. Cara pemberian air irigasi pada tanaman padi, tergantung pada umur dan varietas padi yang ditanam.

Cara mengairi tanaman padi pada lahan sawah dilakukan secara konvensional dan sistem baru yaitu cara system of rice intensification (SRI). Sistem ini, baru dikembangkan belakangan ini di berbagai daerah di Jawa Barat dan Nusa Tenggara Barat. Melalui bercocok tanam dengan cara SRI air irigasi dapat dihemat sampai dengan 40 persen.

Air untuk irigasi dipergunakan untuk tanaman padi, palawija termasuk tebu dan padi gadu, buah-buahan, dan rumput. Padi bukanlah tanaman air tapi untuk hidupnya ia memerlukan air. Padi gogo/huma ditanam di ladang dan berhasil kalau banyak turun hujan.

Dalam penentuan kebutuhan air untuk tanaman terdapat cara:

1. Menurut tingginya air yang dibutuhkan guna sebidang tanah yang ditanam. Atau banyaknya air sama dengan tingginya air yang dibutuhkan dikalikan luas tanah.
2. Banyaknya air yang dibutuhkan pada kesatuan luas untuk sekali penyiraman atau untuk selama pertumbuhannya, atau  $A \text{ m}^3$  per hektar.
3. Kesatuan pengaliran air yaitu isi dalam kesatuan waktu pengalirannya untuk kesatuan luas. (liter/detik/hektar).
4. Menentukan luas tanaman yang dapat diairi oleh pengaliran air yang banyaknya tertentu.

Cara ketiga yaitu banyaknya pengaliran air dalam kesatuan waktu yang tertentu (liter/detik/hektar) lazim digunakan di Indonesia. Dapat memudahkan perhitungan guna menetapkan luas bidang tanah yang dapat diairi dari saluran. Juga lebih memudahkan perhitungan untuk menetapkan ukuran-ukuran dari saluran dan bangunan-bangunannya.

Cara pemakaian air tergantung dari keadaan irigasi, tanah, tanaman yang diairi dan sebagainya. Cara pemakaian air dapat dibedakan menjadi yaitu merendam tanah, merembeskan air, pengaliran dan pengeringan, pembasahan dalam tanah, menyiram dan menyemprot. Merendam tanah dengan pembaruan air lazim digunakan dalam penanaman padi.

Dalam peningkatan produksi pangan, irigasi mempunyai peranan penting yaitu untuk menyediakan air untuk tanaman dan dapat digunakan untuk mengatur kelembaman tanah, membantu menyuburkan tanah melalui bahan-bahan kandungan sedimen yang dibawa oleh air, dapat menekan pertumbuhan gulma, dapat menekan perkembangan hama penyakit tertentu dan memudahkan pengolahan tanah.

## 2. SALURAN DAN BANGUNAN IIRIGASI

### 2.1 Saluran Irigasi

Saluran irigasi di daerah irigasi teknis dibedakan menjadi saluran irigasi pembawa dan saluran pembuang. Ditinjau dari jenis dan fungsinya saluran irigasi pembawa dapat dibedakan menjadi saluran primer, sekunder, tersier serta kuartier. Ditinjau dari letaknya saluran irigasi pembawa dapat pula dibedakan menjadi saluran garis tinggi/kontur dan saluran garis punggung. Saluran garis tinggi yaitu saluran yang ditempatkan sejurus dengan garis tinggi/kontur. Saluran garis punggung yaitu saluran yang ditempatkan pada punggung medan. Pada saluran pembawa, dapat dibuat saluran tanpa pasangan dan saluran dengan pasangan.

Dalam desain hidraulik sebuah saluran pembawa terdapat dua parameter pokok yang harus ditentukan apabila kapasitas rencana yang diperlukan sudah diketahui yaitu:

1. Perbandingan kedalaman air dengan lebar dasar.
2. Kemiringan memanjang saluran.

Di samping hal di atas, pada saluran pembawa dijumpai tiga kondisi yang harus dibedakan yaitu:

1. Air irigasi tanpa sedimen di saluran tanah; terjadi jika air berasal dari waduk secara langsung.
2. Air irigasi bersedimen di saluran pasangan; dengan demikian kriteria angkutan sedimen mempengaruhi desain.
3. Air irigasi bersedimen di saluran tanah; situasi ini yang paling umum dijumpai di Indonesia.

Di dalam jaringan irigasi teknis di samping saluran pembawa direncanakan pula jaringan saluran pembuang. Saluran ini direncanakan untuk mengalirkan kelebihan air secara gravitasi. Saluran pembuang berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air dari sawah untuk mencegah terjadinya genangan dan kerusakan tanaman atau untuk mengatur banyaknya air tanah sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman. Kelebihan air di dalam jaringan irigasi dapat disebabkan oleh hujan lebat, melimpahnya air irigasi atau buangan air yang berlebihan dari jaringan irigasi, dan sebagainya.

### 2.2 Saluran irigasi tanpa pasangan

Saluran irigasi pembawa yang paling umum digunakan dan lebih ekonomis yaitu saluran tanpa pasangan.

Pengendapan sedimen dan penggerusan setempat di saluran pembawa dapat terjadi. Dengan menurunnya kapasitas debit di bagian hilir dari jaringan saluran dapat menimbulkan terjadinya pengendapan sedimen. Untuk itu dalam desain harus disyaratkan bahwa pengendapan dan penggerusan setempat di setiap potongan melintang harus seimbang sepanjang tahun. Agar terjadi keseimbangan tersebut maka dalam desain ditentukan perbandingan kedalaman air,  $h$ , dengan lebar dasar,  $b$ , ( $h:b$ ) dan kemiringan memanjang saluran,  $i$ . Perbandingan antara kedalaman air,  $h$ , dengan lebar dasar,  $b$ , ( $h:b$ ) tersebut berkisar antara 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, dan 4,5, serta 5, 6, 8, 8, 10 dan 12 yang tergantung pada besarnya debit saluran dari 0,0050 m<sup>3</sup>/dt sampai dengan 80 m<sup>3</sup>/dt.

Bentuk penampang melintang saluran; untuk mengalirkan air dengan penampang sekecil mungkin bentuk penampang basah yang paling baik adalah bentuk setengah lingkaran. Dalam praktek bentuk ini sulit dibangun sehingga bentuk yang lazim digunakan yaitu bentuk trapesium.

Kemiringan memanjang saluran; ditentukan berdasarkan kemiringan taraf muka air yang diperlukan. Ketinggian taraf muka air ini direncanakan berdasarkan tinggi air di sawah yang diperlukan yang selanjutnya dihitung berdasarkan kehilangan tinggi tekan di setiap bangunan dan di sepanjang saluran.

Kemiringan talud saluran; bergantung kepada jenis tanah, kedalaman saluran, dan terjadinya rembesan aliran. Kemiringan minimum talud saluran pembawa untuk jenis tanah lempung pasir, tanah pasir kohesif yaitu 1,5 – 2,5. Untuk jenis tanah pasir lanauan 2 – 3 dan untuk jenis batu < 0,25.

Untuk mendesain ruas saluran pembawa tanpa pasangan maka aliran di saluran dianggap sebagai aliran tetap dan untuk itu rumus pengaliran dapat digunakan rumus Strickler.

Rumus aliran:

$$v = k \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$R = A / P$$

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

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

$$Q = v \cdot A$$

$$b = n \cdot H$$

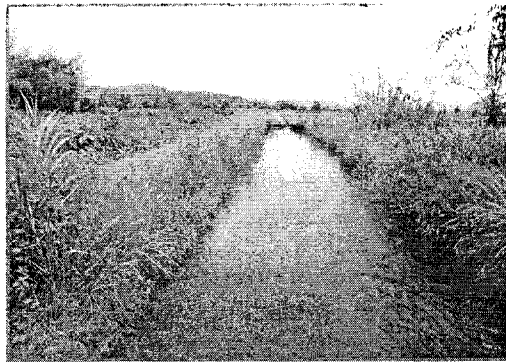


Foto contoh saluran sekunder di DI Geren, Pulau Buru Maluku

Keterangan:

$Q$  = debit saluran,  $m^3/dt$

$v$  = kecepatan aliran,  $m/dt$

$A$  = potongan melintang aliran,  $m^2$

$R$  = jari-jari hidraulik,  $m$

$P$  = keliling basah,  $m$

$B$  = lebar dasar,  $m$

$h$  = tinggi air,  $m$

$I$  = kemiringan energi/saluran.

$k$  = koefisien kekasaran Strickler

$m$  = kemiringan talud (1 vert :  $m$  hor)

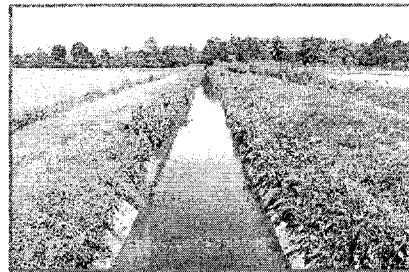


Foto contoh saluran pasangan di DI Way Meten Pulau Buru

### 2.3 Bangunan Irigasi

Bangunan irigasi dalam jaringan irigasi teknis mulai dari awal sampai akhir dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu:

1. Bangunan untuk pengambilan/penyadapan, pengukuran dan pembagian air.
2. Bangunan pelengkap untuk mengatasi halangan/rintangan sepanjang saluran dan bangunan lain.

Bangunan yang termasuk dalam kelompok pertama antara lain yaitu:

1. Bangunan penyadap/pengambilan pada saluran induk yang mempergunakan atau tidak bangunan bendung. Jika

diperlukan pembendungan maka dibangun bangunan bendung dan jika tidak memerlukan pembendungan maka dapat dibangun bangunan pengambilan bebas (free intake). Dari bangunan pengambilan, air disalurkan ke saluran primer, sekunder, tersier dan kuarter.

2. Bangunan penyadap yaitu bangunan untuk keperluan penyadapan air dari saluran primer ke saluran sekunder maupun dari saluran sekunder ke saluran tersier.
3. Bangunan pembagi untuk membagi-bagikan air dari satu saluran ke saluran-saluran yang lebih kecil.
4. Bangunan pengukur yaitu bangunan untuk mengukur banyaknya debit/air yang melalui saluran tersebut.

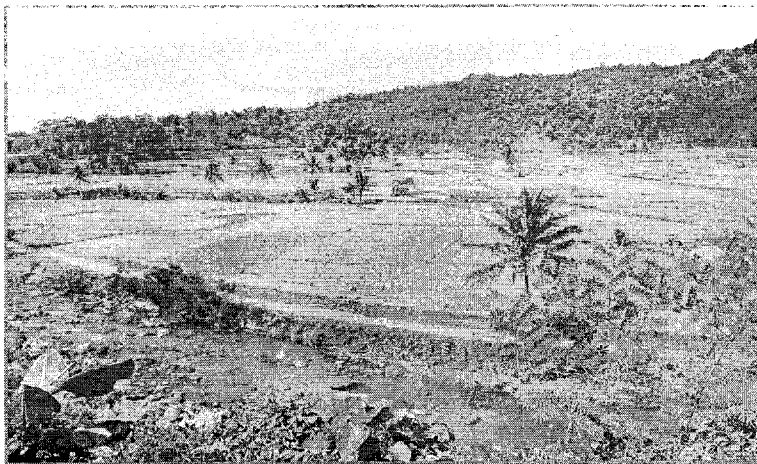
Bangunan yang termasuk dalam kelompok kedua antara lain yaitu:

1. Bangunan pembilas untuk membilas endapan angkutan sedimen di kantong sedimen/saluran induk.
2. Bangunan peluap/pelimpah samping yaitu untuk melimpahkan debit air yang kelebihan ke luar saluran.
3. Bangunan persilangan antara saluran dengan jalan, selokan, bukit dan sebagainya. Bangunan ini antara lain meliputi jembatan, spon, gorong-gorong, talang, terowongan dan sebagainya.
4. Bangunan untuk mengurangi kemiringan dasar saluran yaitu bangunan terjun dan got miring.
5. Disamping itu terdapat bangunan pelengkap lainnya seperti bangunan cuci, minum hewan dan sebagainya.

Bangunan ukur; di samping bangunan-bangunan tersebut di atas dalam daerah irigasi teknis terdapat bangunan ukur untuk mengukur banyaknya air yang mengalir. Macam bangunan ukur yaitu pelimpah dengan ambang lebar dan atau ambang tajam.

Jenis bangunan ukur debit di saluran irigasi teknis yang biasa digunakan yaitu tipe Crump de Gruyter, Cipoletti, Romijn, Parshall, dan pintu sorong.

Berbagai jenis bangunan irigasi dan bangunan ukur debit akan dibahas pada bab selanjutnya.



*Hamparan padi menguning di daerah Subang Jabar. Peningkatan produksi padi dapat dilakukan jika sawah beririgasi dan penanamannya dengan cara intensifikasi serta penggunaan bibit dan pupuk yang benar. Produksi padi yang meningkat dapat meningkatkan ketahanan pangan nasional dan meningkatkan kesejahteraan.*



*Salah satu contoh saluran irigasi sekunder dan bangunan sadap di daerah Irigasi Way Meten Pulau Buru. Tampak penduduk asli yang hidup sederhana dan perlu ditingkatkan kesejahtraannya. Foto diambil penulis 2005.*

## DESAIN HIDRAULIK BANGUNAN IRIGASI

### 1. BANGUNAN DISTRIBUSI

#### 1.1 Jenis Bangunan dan Ketentuan

##### 1.1.1 Jenis Bangunan

Salah satu bangunan di jaringan irigasi yaitu bangunan distribusi yang berfungsi mendistribusikan air dari saluran yang satu ke saluran yang lainnya. Bangunan distribusi ini berfungsi pula sebagai bangunan untuk pengambilan, pengukuran debit dan pengontrol taraf muka air. Jenis bangunan distribusi yaitu:

- bangunan bagi,
- bangunan bagi-sadap,
- bangunan sadap,
- box tersier dan kwarter,
- bangunan pengontrol taraf muka air dan pengukur debit yang diletakkan pada bangunan bagi, sadap dan bagi-sadap.

Letak dan jenis bangunan diilustrasikan pada foto berikut.



Foto 3.1 Saluran dan bangunan bagi di irigasi Way Meten P. Buru Maluku



### 1.1.2. Ketentuan Desain

Dalam desain bangunan bagi, bangunan bagi sadap, bangunan sadap ditentukan hal-hal sebagai berikut:

- Pada bangunan bagi digunakan bangunan peninggi elevasi muka air sehingga air dapat disadap menurut kebutuhan.
- Bila elevasi muka air masih cukup tinggi untuk dapat disadap seperlunya disebabkan adanya bangunan peninggi taraf muka air di sebelah hilirnya, maka pada penyadapan ini tidak diperlukan lagi bangunan peninggi elevasi muka air. Jadi langsung bisa didesain bangunan sadap tersier.
- Bila saluran percabangan harus melalui gorong-gorong karena medan yang ada terbatas atau di bawah jalan maka dapat dipakai gorong-gorong dengan bentuk persegi dengan pengaliran terbuka atau dengan pipa bundar dengan garis tengah sebesar 50, 60, 70 cm, dan kehilangan tekanannya harus dihitung dengan pengaliran di bawah tekanan.
- Bila terdapat selisih muka air yang cukup besar ( $\pm 2$  m) antara cabang yang satu dengan cabang yang lainnya atau ke saluran bagian yang lurus maka bangunan harus dilengkapi dengan bangunan terjun.
- Pada penyadapan ke cabang saluran tersier ataupun pengambilan air ke cabang sekunder bangunan haruslah dilengkapi dengan bangunan ukur, yang bisa dibuat dari tipe Romijn ataupun tipe Crump de Gruyter dan sebagainya.

## 1.2 Perhitungan - Perhitungan

### 1.2.1 Perhitungan Hidraulik

Dalam pekerjaan desain hidraulik bangunan bagi dan sadap, perhitungan hidraulik yang perlu dilakukan dan langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

- 1) Gambarkan sketsa tata letak (lay out) bangunan bagi. Sketsa tersebut harus lengkap dengan arah percabangan saluran, muka tanah asli dan sebagainya.
- 2) Tulislah debit masing-masing saluran dengan ukuran-ukuran salurannya.
- 3) Tentukan dan pilihlah alat ukur masing-masing percabangan saluran.

- 4) Bila dipilih pintu tipe Romijn maka selanjutnya hitung tinggi air di atas ambang dan tentukan ketinggian dasar alat ukur tersebut.
- 5) Bila saluran percabangan menggunakan gorong-gorong maka buatlah gorong-gorong persegi dengan pengaliran di saluran terbuka dengan ketentuan;
  - ambil ukuran lebar dan tinggi gorong-gorong sama dengan ukuran lebar dan tinggi saluran,
  - hitung kemiringan saluran gorong-gorong,
  - hitung ketinggian elevasi muka air di akhir dan di awal gorong-gorong,
  - ambil jagaan gorong-gorong sebesar 30 cm.
- 6) Bila debit saluran percabangan yang hendak diukur debitnya lebih besar dari pada  $1 \text{ m}^3/\text{detik}$  maka bangunan ukur dapat dipilih dari tipe Crump de Gruyter. Selanjutnya dengan menggunakan ketentuan-ketentuan bangunan ukur tersebut hitung berapa lebar saluran (b) yang dibutuhkan dan hitung kehilangan tinggi tekanan air akibat bangunan ukur tersebut.
- 7) Hitung ketinggian dasar bangunan pada pintu masuk saluran.
- 8) Jika terdapat selisih muka air yang cukup besar antara saluran percabangan maka bangunan bagi harus dilengkapi dengan bangunan terjun. Untuk bangunan terjun ini peredam energinya bisa didesain dengan tipe Vlughter.
- 9) Bila terdapat bak bagi di percabangan saluran tersier maka hitung lebar pemasukan bak bagi dan ketinggian muka air pada masing-masing percabangan saluran.
- 10) Untuk saluran induk atau saluran sekunder bagian yang lurus bila memerlukan pembuatan peninggi taraf muka air (pintu skot balok) harus dihitung lebar pintu (doorlat) yang dibutuhkan.

### 1.2.2 Perhitungan struktur

Perhitungan struktur yaitu perhitungan plat gorong-gorong, plat jembatan pelayanan dan sebagainya. Untuk perhitungan yang berhubungan dengan beton bertulang digunakan aturan-aturan tentang beton bertulang. Sedangkan dimensi bangunan jika

digunakan material dari pasangan batu dihitung berdasarkan aturan atau pedoman yang ada.

### 1.2.3 Contoh Perhitungan

Perhitungan hidraulik dan perhitungan struktur dibicarakan pada bab selanjutnya.

## 1.3 Penggambaran

Penggambaran bisa dilakukan berdasarkan tata letak yang sudah disket sebelumnya dan berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dikerjakan dan aturan-aturan yang terkait.

Gambar dibuat di kertas gambar yang memuat antara lain denah, potongan-potongan memanjang bangunan dan potongan melintang.

Penggambaran bisa dilakukan dengan cara seperti berikut:

- Gambar sumbu percabangan saluran dengan arah aliran saluran dari arah kiri ke kanan,
- Gambarkan bangunan dalam bentuk denah dengan membaca data ukuran saluran dan perhitungan yang telah dilakukan,
- Tuliskan semua elevasi ketinggian bangunan dan tanah asli ke dalam gambar denah tersebut,
- Sempurnakan gambar denah tersebut dengan menggambar semua perlengkapan bangunan,
- Lanjutkan penggambaran dengan gambar potongan memanjang dan kemudian gambar potongan melintang.

## 1.4 Bangunan Bagi dan Bangunan Sadap

### 1.4.1 Bangunan Bagi

#### 1) Definisi

Bangunan bagi adalah sebuah bangunan yang berfungsi untuk membagi air dari saluran primer atau saluran sekunder ke dua buah saluran atau lebih yang masing-masing debitnya lebih kecil.

#### 2) Letak bangunan

Bangunan bagi terletak di saluran primer dan atau saluran sekunder pada suatu titik cabang.

#### 3) Persyaratan

Sesuai dengan fungsinya maka bangunan bagi harus memenuhi syarat yaitu:

- pembagian air ke seluruh jaringan irigasi harus dicukupi dengan teliti sesuai dengan kebutuhannya,
- perlu bangunan pengontrol berupa pintu sorong atau balok sekat untuk mengontrol taraf muka air. Perubahan kedudukan pintu-pintu hanya boleh dilakukan oleh petugas yang berwenang dan dilakukan apabila dipandang perlu saja.

#### 4) Pengontrol taraf muka air

Pada bangunan bagi harus terdapat bangunan pengontrol taraf muka air dan pengatur debit yang terdiri dari tiga macam yaitu:

- pintu pengukur yang berfungsi mengatur debit yang dilaluinya,
- pintu pengatur yang berfungsi mengatur taraf muka air yang melaluinya,
- kombinasi antara keduanya.

#### 5) Penyadap

Pada bangunan bagi biasanya terdapat penyadapan langsung ke dalam saluran tersier. Jadi bangunan bagi berfungsi pula sebagai pemberi air ke saluran tersier.

#### 6) Rumus-rumus

Sebagai alat pengontrol taraf muka air biasa digunakan:

- balok sekat sebagai balok penutup, untuk hal ini aliran melimpah lewat mercu balok sekat,
- pintu sorong sebagai pengontrol taraf muka air; dalam hal ini pengaliran lewat bawah pintu.

Apabila digunakan balok sekat sebagai pengontrol maka rumus pengalirannya yaitu:

$$Q = 0,385 m b (h+k) \sqrt{2g(h+k)}$$

bila  $v$  diabaikan dalam tinggi tekan  $= k = v^2/2g$  maka:

$$Q = 0,385 m b h \sqrt{2gh}$$

keterangan:

$Q$  = debit,  $m^3/det$

$m$  = koefisien pengaliran

$$m = \left( 0,405 + \frac{0,003}{h} \right) \left\{ 1 + 0,55 \frac{(h)^2}{H} \right\}$$

$b$  = lebar ambang, m

$h$  = tinggi air di atas mercu balok sekat, m

$g$  = percepatan gravitasi

Jika digunakan pintu sorong dimana bagian bawahnya dibulatkan maka rumus pengalirannya yaitu:

$$Q = \mu b y \sqrt{2gz}$$

Keterangan:

$Q$  = debit,  $m^3/det$

$b$  = lebar lubang, m

$\mu$  = koefisien kontraksi untuk pintu bagian bawah balok

$y$  = tinggi air tepat di hilir pintu, m

$z$  = perbedaan antara tinggi muka air udik dan hilir, m

$g$  = percepatan gravitasi

$a$  = tinggi bukaan pintu, m

Contoh:

Hitunglah debit bila tinggi air di saluran induk = 1,2 m, lebar lubang = 0,60 m dan tinggi bukaan pintu 0,30 m.

$$Q = \mu b y \sqrt{2gz}$$

$$z = h - a = 1,20 - 0,30 = 0,90 \text{ m}$$

$$Q = 0,94 \cdot 0,60 \cdot 0,30 \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,91}$$

$$= 0,71 \text{ m}^3/det$$

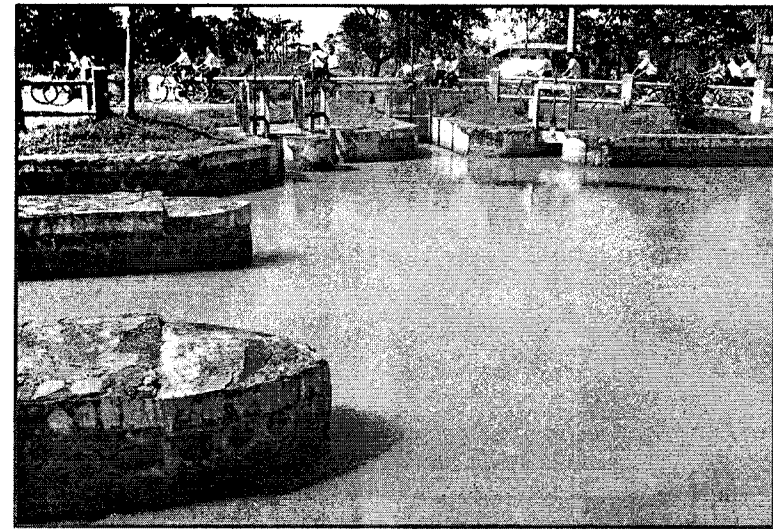


Foto 3.2 Ilustrasi bangunan bagi dan bangunan sadap di saluran irigasi Sukowati daerah irigasi Pemali Comal Jawa Tengah. (Foto 2005)

#### 1.4.2 Bangunan Bagi-Sadap

##### 1) Definisi

Bangunan bagi-sadap adalah sebuah bangunan yang berfungsi membagikan air dan menyabang dari:

- saluran primer ke saluran primer yang lain dan atau dari saluran primer ke saluran tersier,
- saluran primer ke saluran sekunder dan atau saluran sekunder ke saluran tersier,
- saluran sekunder yang satu ke saluran sekunder yang lain dan atau dari saluran sekunder ke saluran tersier.

##### 2) Letak

Bangunan bagi-sadap terletak di saluran primer dan atau saluran sekunder. Bangunan bagi dan bangunan sadap dapat digabung menjadi satu rangkaian.

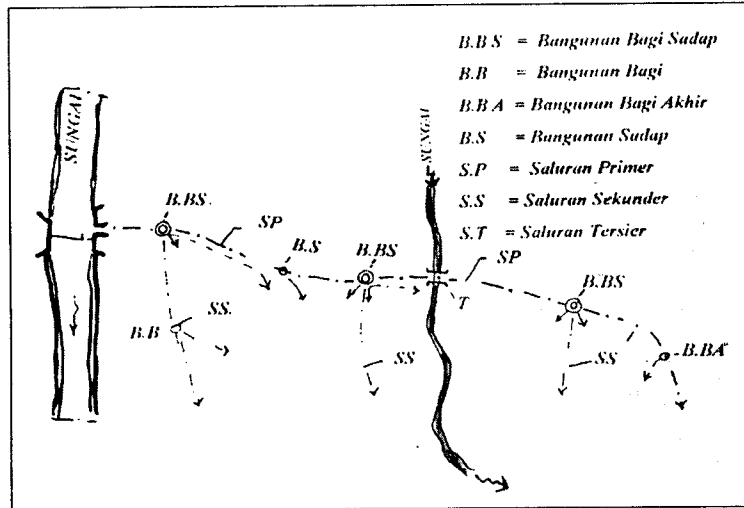
##### 3) Persyaratan

Untuk mengontrol taraf muka air di bagian udik bangunan umumnya diperlukan bangunan pengatur.

#### 4) Bangunan pengukur debit

- Untuk mengukur debit air di atas 900 l/det dapat digunakan alat pengukur debit tipe Crump de Gruyter atau Cipoletti.
- Untuk pengukuran debit lebih kecil dari 900 l/det dapat digunakan alat ukur tipe Romijn.

#### 5) Bentuk bangunan; (perhatikan foto)



Ilustrasi bangunan bagi-sadap di jaringan irigasi teknis

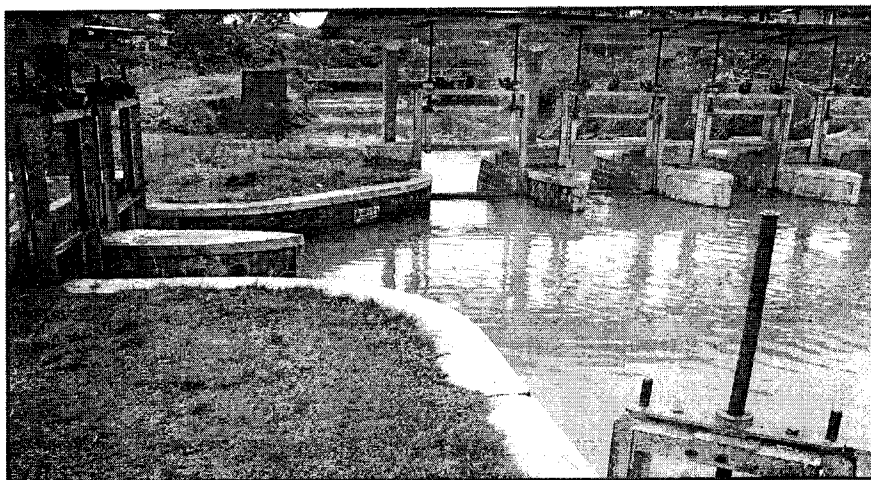


Foto 3.3.1 Bangunan bagi-sadap di irigasi Way Umpu Lampung (2005)

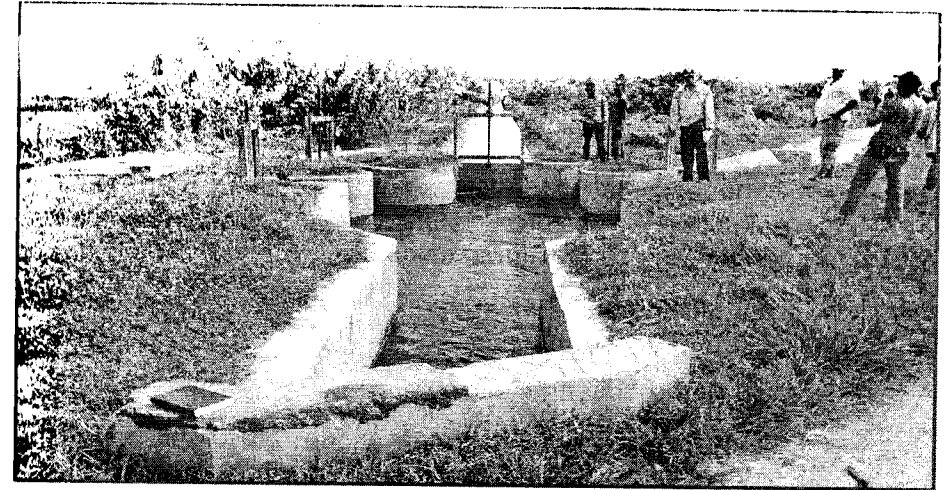


Foto 3.3.2 Bangunan bagi di daerah irigasi Way Meten P. Buru (2005)

Bangunan bagi-sadap di atas adalah bangunan yang digunakan untuk mendistribusikan air irigasi dari saluran sekunder ke saluran sekunder dan ke saluran tersier. Untuk mengatur tinggi taraf muka air ke saluran sekunder digunakan pintu sorong besi. Bangunan juga digabungkan dengan bangunan terjun yang dimaksudkan untuk mengatasi perbedaan ketinggian medan yang lebih curam dari kemiringan dasar saluran. Pengaturan taraf muka air ke saluran tersier digunakan pintu sorong.

### 1.4.3 Bangunan Sadap dan Bangunan Sadap Akhir

#### 1) Definisi

Bangunan sadap adalah sebuah bangunan yang digunakan untuk menyadap/mengambil air dari saluran primer ke saluran sekunder/tersier dan atau dari saluran sekunder ke saluran tersier.

Bangunan sadap akhir adalah bangunan pembagi air pada bagian akhir dari saluran sekunder dimana debitnya disadap habis oleh saluran-saluran tersier.



## 2) Letak

- Bangunan sadap untuk menyadap aliran dari saluran primer ke saluran sekunder disebut bangunan sadap sekunder, terletak di saluran primer.
- Bangunan sadap untuk menyadap aliran dari saluran sekunder ke saluran tersier disebut bangunan sadap tersier terletak di saluran sekunder.
- Bangunan sadap akhir terletak di bagian akhir saluran sekunder.

## 3) Persyaratan dan pengukur debit

- Persyaratan untuk bangunan sadap dan untuk pengukur debit pada bangunan sadap sama dengan pada bangunan-bangunan bagi.
- Bangunan sadap yang mengambil air dari saluran sekunder ke saluran tersier dapat tanpa bangunan peninggi muka air, yang biasanya dibuat tanpa gorong-gorong dan dengan menggunakan gorong-gorong.

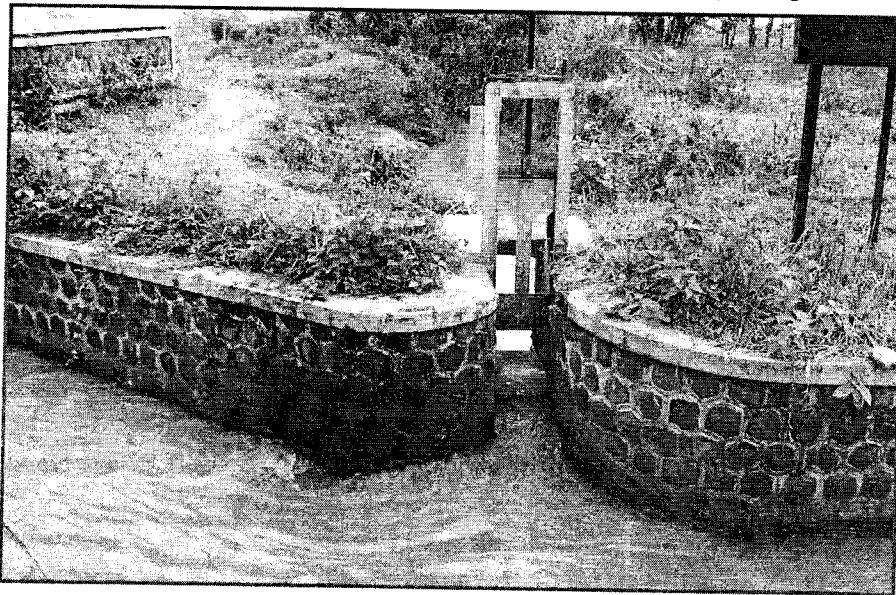
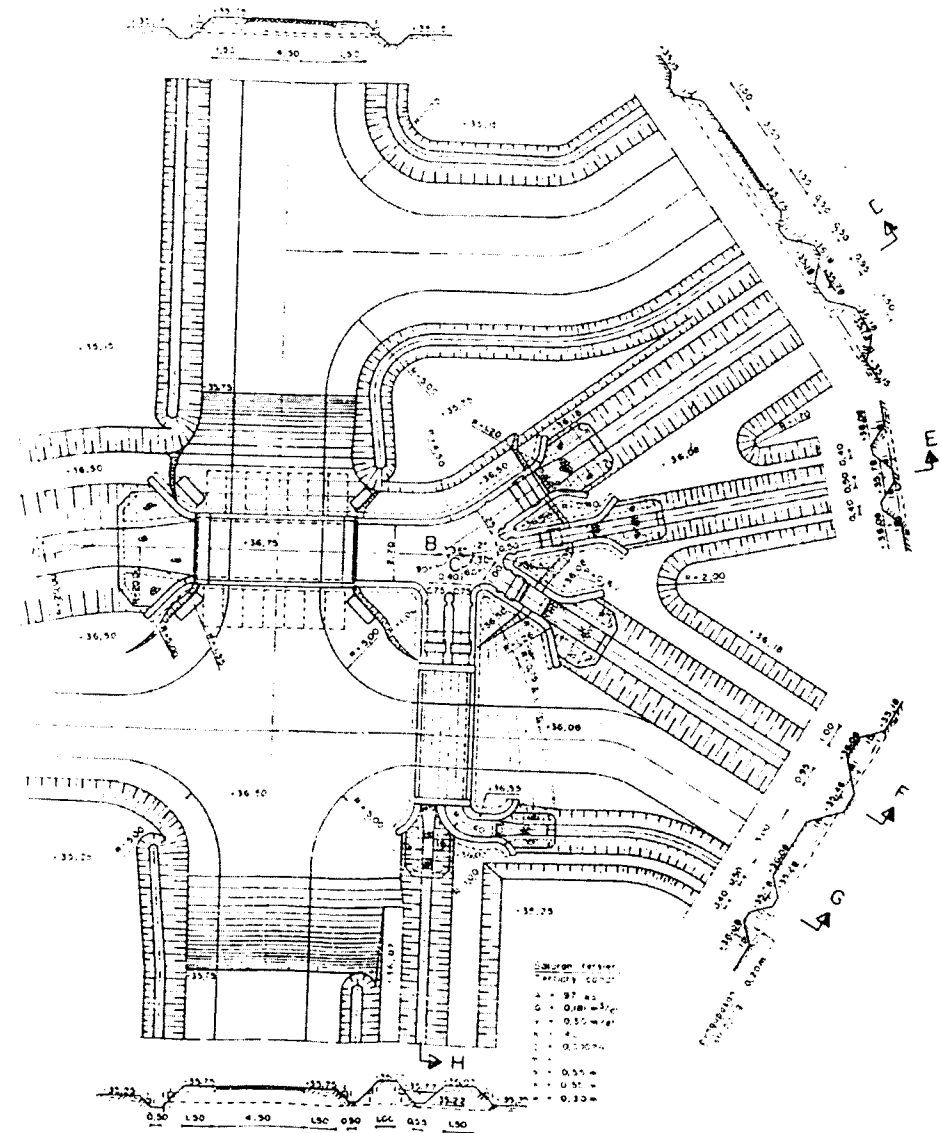


Foto 3.4. Ilustrasi bangunan sadap di daerah irigasi Way Umpu Lampung. Bangunan ukur debit tipe Romijn. Bangunan ukur tidak berfungsi. Aliran lewat bawah ambang. Hal seperti ini banyak dijumpai di lapangan. Ini terjadi karena ulah petani merusak pintu untuk mendapatkan air irigasi.

## 4) Bentuk bangunan

Contoh bentuk bangunan sadap dapat diperhatikan pada gambar berikut.

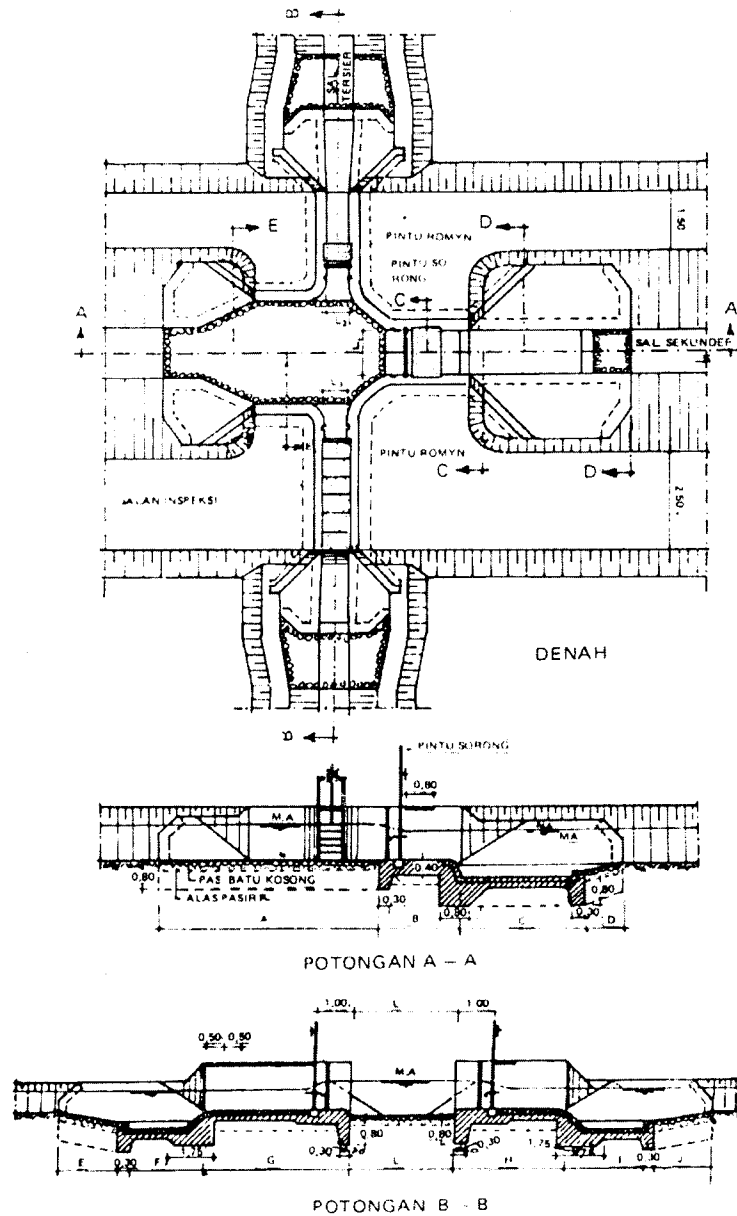


Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh gambar bangunan bagi-sadap

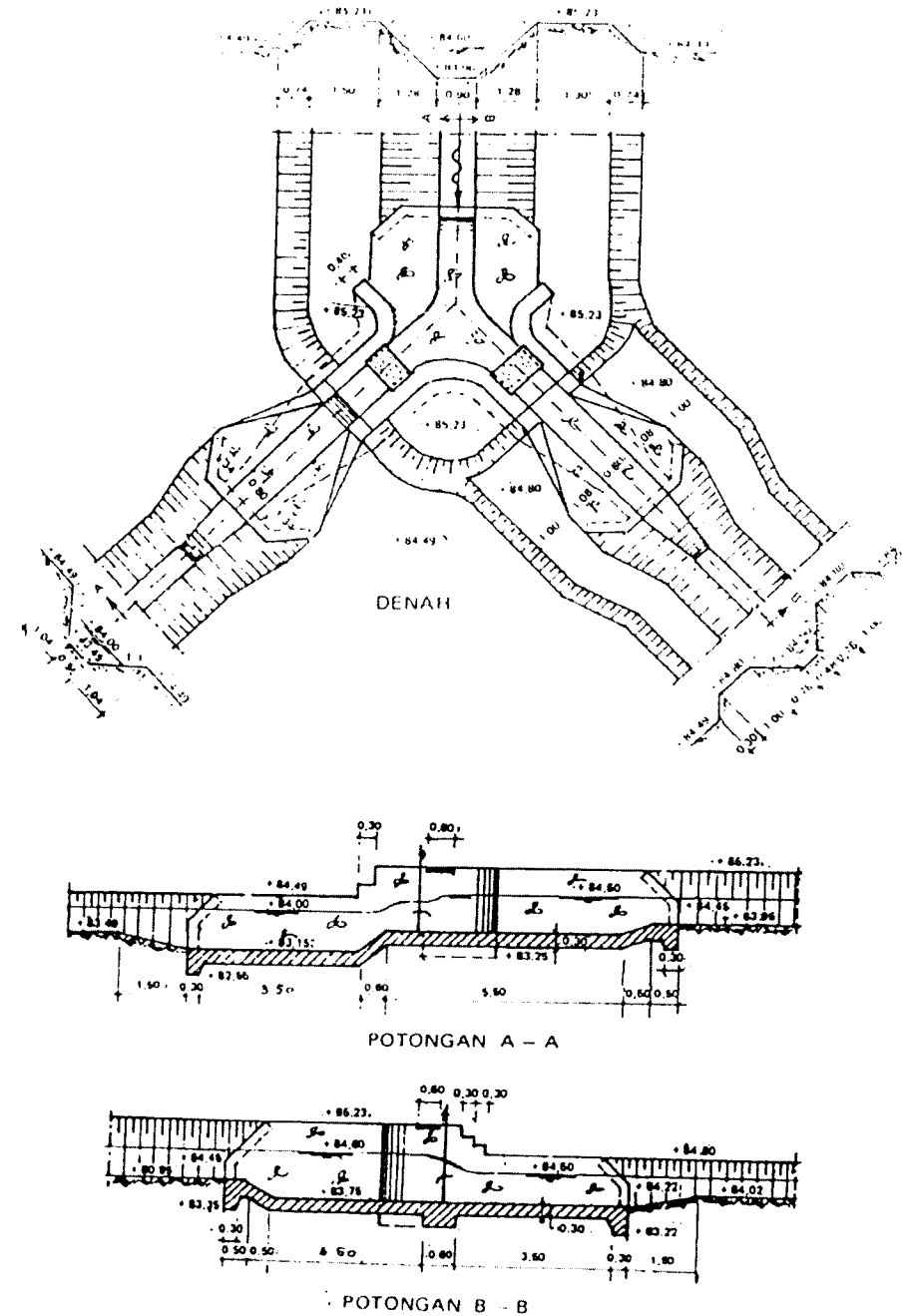
### 5) Bentuk bangunan

Contoh bentuk bangunan sadap akhir dapat pula diperhatikan pada gambar – gambar berikut.



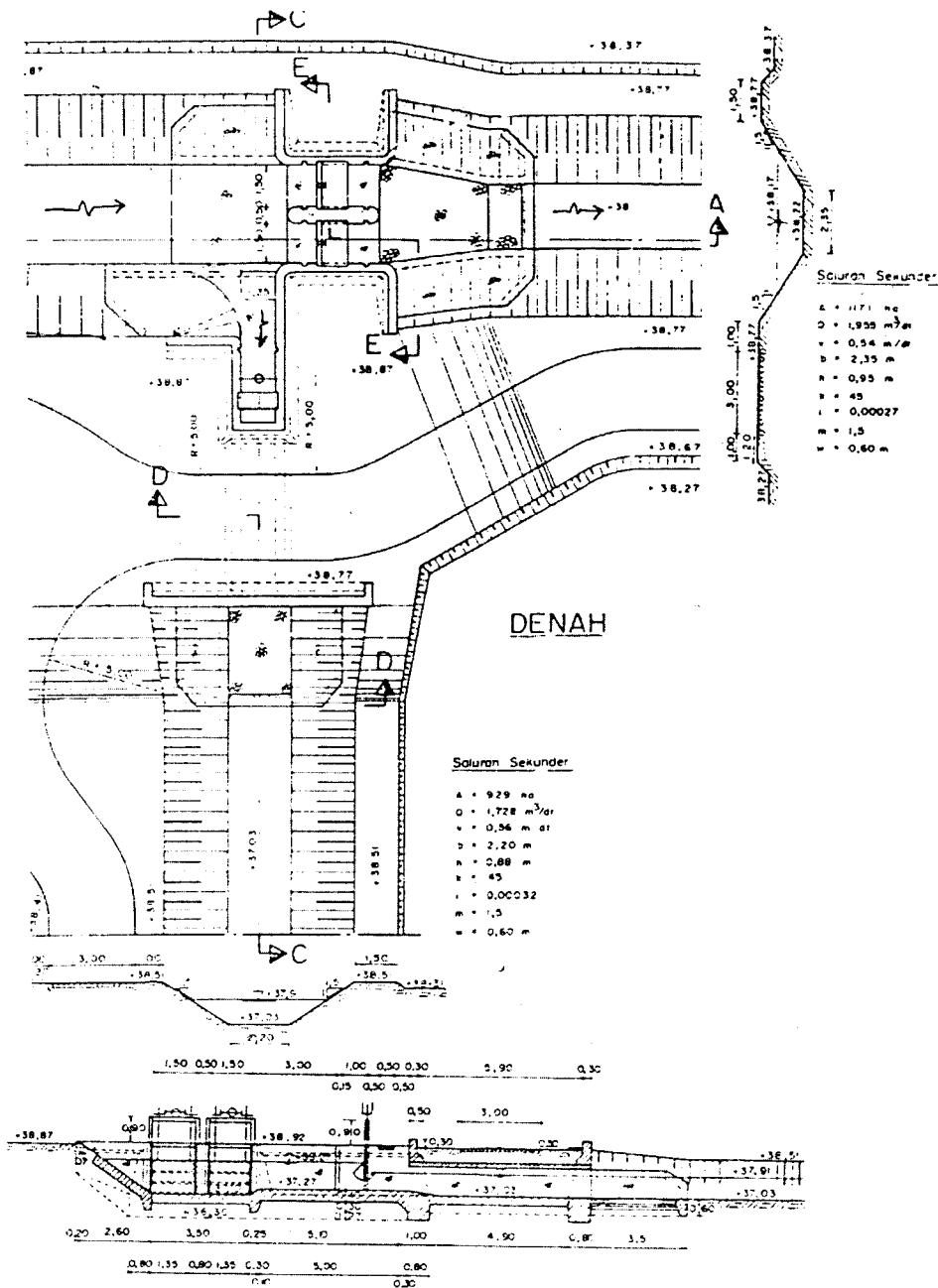
Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh gambar bangunan sadap akhir



Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh gambar bangunan sadap



Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh gambar bangunan sadap akhir

#### 1.4.4 Bangunan Box Tersier

##### 1) Definisi

Bangunan box tersier adalah sebuah bangunan berupa kolam/kotak berhubung dengan aturan lubang proporsional menurut luas petakan yang dilayani yang berfungsi membagi air untuk dua saluran atau lebih (tersier, sub tersier, kuartier).

##### 2) Letak

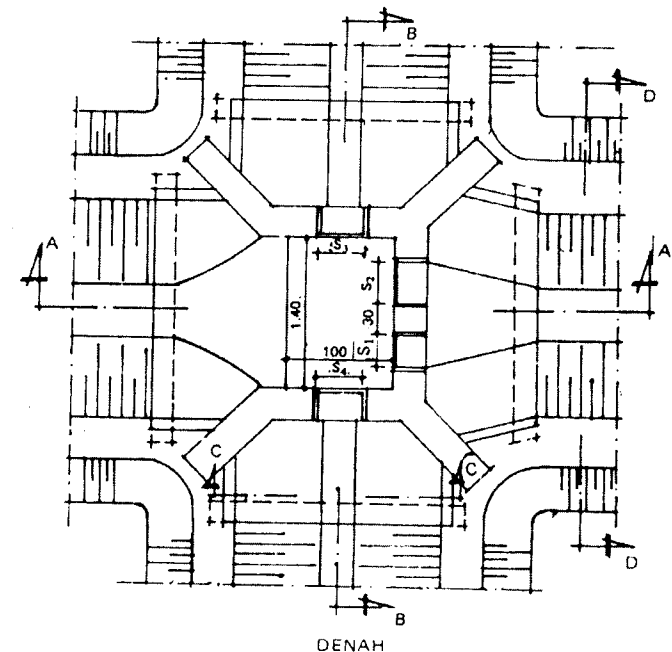
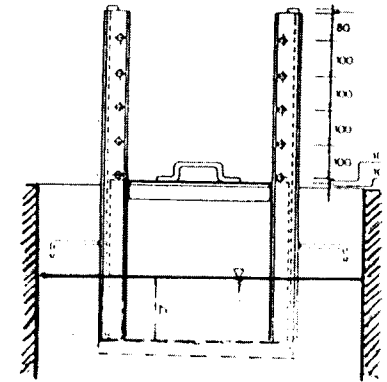
Bangunan box tersier terletak pada saluran tersier dan sub tersier dan atau kuartier.

##### 3) Persyaratan

- Bentuk lubang dibuat sama besar.
- Dasar lubang sama tinggi.

##### 4) Pengaliran

Praktisnya dengan bentuk persyaratan di atas pengaliran air dari box tersier ke petak-petak sawah secara otomatis akan terbagi menurut luas lubang.



Contoh box tersier dengan pintu

### 5) Pintu

Untuk pemberian air yang tidak proporsional atau pemberian air secara rotasi, box tersier harus dilengkapi dengan pintu. Pintu dapat berupa balok sekat atau pintu sorong. Pintu seyogianya diberi kunci agar tidak dioperasikan oleh orang yang tak berwenang.

Contoh perhitungan pintu pada box tersier

$$Q = 0,047 \text{ m}^3/\text{det}; b = 0,20 \text{ m}$$

$$Q = 0,6 Q_{\text{sal. tersier}} = 0,6 \times 0,047 = 0,028 \text{ m}^3/\text{det}$$

Ukuran pintu pengambilan dibuat sama besar

$$b = 0,20 \text{ m}$$

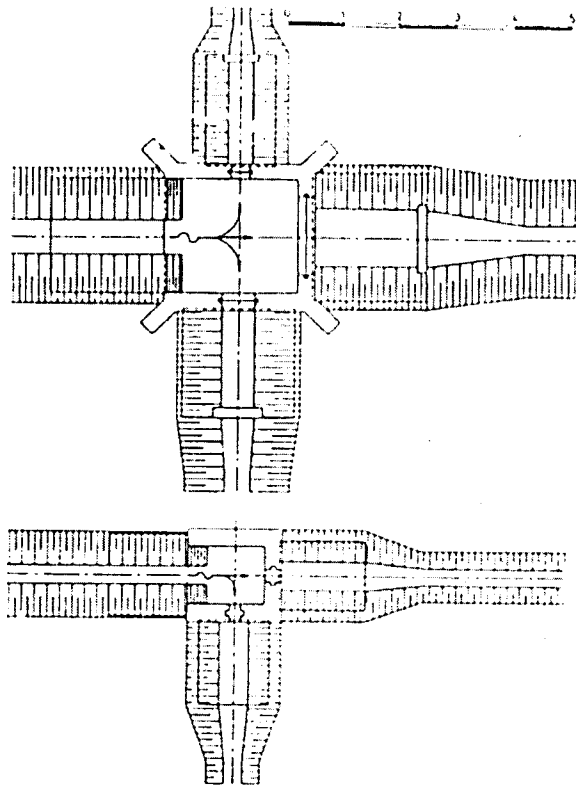
$$z = 0,03 \text{ m}$$

$$\mu = 0,9$$

$$Q = \mu b h \sqrt{2gz}$$

$$h = \frac{0,028}{0,9 \times 0,20 \times \sqrt{19,6 \times 0,03}}$$

$$h = 0,20 \text{ m}$$



Contoh box tersier dengan pintu

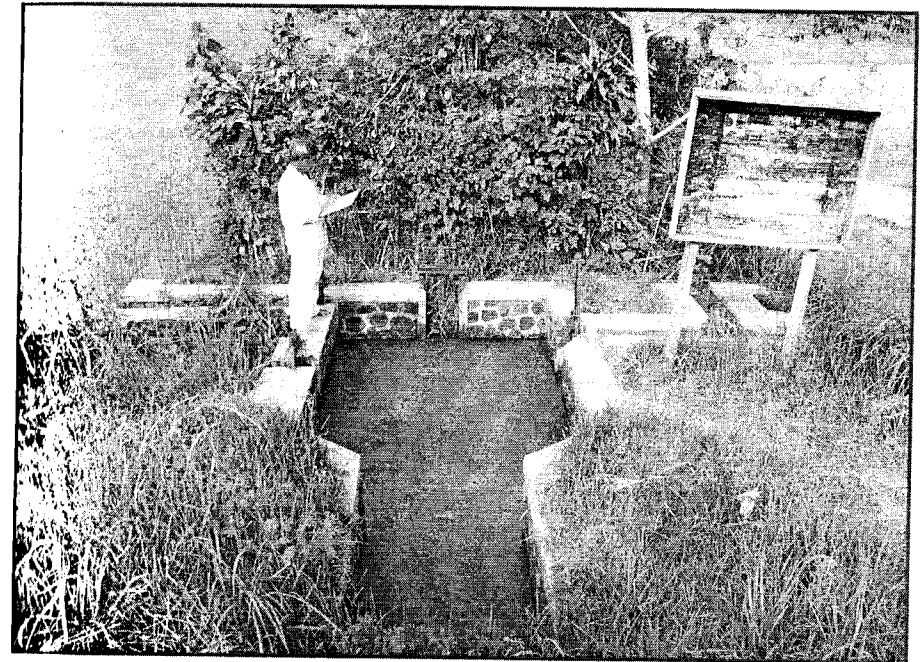
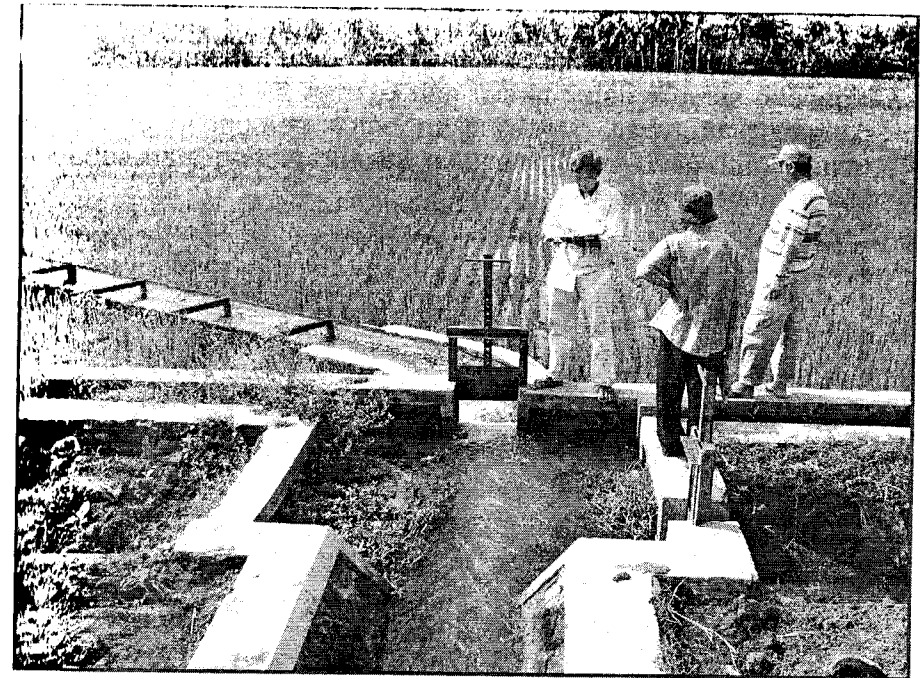


Foto 3.5. Contoh bangunan box tersier di daerah irigasi Manganti Banjar Jawa Tengah



A black and white photograph showing a concrete structure, likely a bunker or pillbox, with a metal door and a handle. The structure is surrounded by dense foliage and trees.

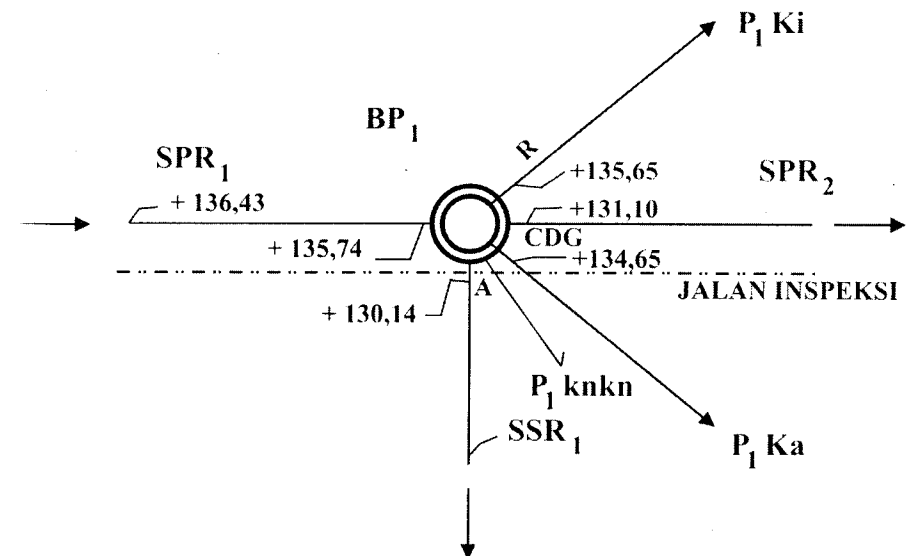


30

Bangunan di atas adalah pintu sorong dari besi pada bangunan box tersier. Pintu dilengkapi dengan lubang-lubang untuk pengaturan besarnya debit. Fasilitas pintu pada bangunan ini diperlukan untuk pengaturan rotasi air ke petak tertentu. Pintu juga dilengkapi dengan alat pengunci. Foto atas adalah contoh box tersier dengan pintu-pintu pengatur debit.

### 1.5.1 Perhitungan Bangunan di Saluran Primer SPR2

- Pengukuran debit ke saluran tersier menggunakan pintu Romijn.
- Pengukuran debit ke saluran yang menerus digunakan pintu Crump de Gruyter atau bangunan ukur ambang lebar.
- Elevasi muka air di bangunan seperti pada gambar skema



nama saluran	SPR1	SPR2	SSR1	P1ki	p1ka
LUAS (Ha)	532	117	210	75	70
DEBIT Q (m <sup>3</sup> /det)	1,5	0,95	1,26	0,7	0,65
v (m/det)	0,500	0,540	0,550	0,495	0,490
I 10-4	3,70	6,44	4,34	6,24	6,48
K	45	40	40	35	35
DIMENSI SALURAN	m	1	1	1	1
	n	2	2	2	2
	h (m)	0,95	0,76	0,87	0,68
	b (m)	1,95	1,55	1,75	1,40
	w (m)	0,40	0,40	0,40	0,40
z (m)		0,50	0,50	0,093	0,088
T.M.A. UDIK	136,43	131,64	130,53	135,74	134,74
T.M.A. HILIR	135,74	131,10	130,14	135,65	134,65
TYPE PINTU	-	CDG	Ambang Lebar	Romijn	Romijn

Data:

$$Q = 0,95 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$v = 0,540 \text{ m/det}$$

$$h = h_s = 0,83 \text{ m}$$

$$b = 1,55 \text{ m}$$

$$I = 0,000644$$

$$k = 40$$

$$m = 1$$

$$n = 2$$

$$z = 0,50 \text{ m}$$

$$w = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{tma. udik} = 131,64 \text{ m}$$

$$\text{tma. hilir} = 131,10 \text{ m}$$

Pintu dan Alat Ukur Crump de Gruyter

Menghitung Q<sub>70%</sub>:

$$Q_{70\%} = Q_{100\%} \times 70\% = 0,95 \times 0,70 = 0,665 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menghitung y:

$$\gamma = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}} = \frac{Q_{100\%}}{Q_{70\%}} = \frac{0,95}{0,665} = 1,428$$

Menghitung  $\beta$  dan  $\alpha$  dari tabel:

$$\gamma = 1,428 \longrightarrow \beta = 0,45079, \alpha = 0,260$$

Menghitung  $h_1$ :

$$h_1 = \frac{z}{\alpha} = \frac{0,50}{0,26} = 1,916 \text{ m}$$

$$h_s = 0,836 \text{ m} < h_1 = 1,916 \text{ m} \longrightarrow \text{tidak dapat digunakan}$$

Dengan iterasi ambil  $y = 5$

$$\beta = 0,080, \alpha = 0,620$$

$$h_1 = \frac{z}{\alpha} = \frac{0,50}{0,62} = 0,806 \text{ m}$$

$$h_s > h_1 \longrightarrow \text{OK}$$

Menghitung  $\gamma$ :

$$\gamma = \beta \times h_1 = 0,080 \times 0,806 = 0,064 \text{ m}$$

Syarat-syarat:

$$y_{\max} = 0,63 \times h_1 = 0,63 \times 0,806 = 0,508 \text{ m}$$

$$y_{\max} > z \longrightarrow \text{OK}$$

$$y_{\min} = 0,02$$

$$y > y_{\min} \longrightarrow \text{OK}$$

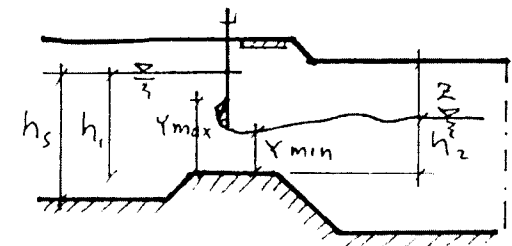
Menghitung  $t$ :

$$\begin{aligned} t &= h_s - y - h_1 \\ &= 0,836 - 0,064 - 0,806 \\ &= -0,034 \text{ m (turun)} \end{aligned}$$

Menghitung  $b$  pintu:

$$b_{\text{pintu}} = \frac{Q}{1,594 h_1^{3/2}} = \frac{0,95}{1,594 \times 0,806^{3/2}} = 0,82 \text{ m}$$

$$\text{Diambil pintu dengan lebar } 1 \text{ m} \longrightarrow 1 \text{ pintu}$$



### 1.5.2 Perhitungan Bangunan di Saluran Sekunder SSR1

Data:

$$Q = 1,26 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$V = 0,550 \text{ m/det}$$

$$h = 0,87 \text{ m}$$

$$b = 1,75 \text{ m}$$

$$I = 0,000434$$

$$k = 40$$

$$m = 1$$

$$n = 2$$

$$z = 0,50 \text{ m}$$

$$w = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{tma. udik} = 130,53 \text{ m}$$

$$\text{tma. hilir} = 130,14 \text{ m}$$

Perhitungan Pintu Sorong

$$Q = \mu \cdot a \cdot b \cdot (2gz)^{1/2}$$

Ditetapkan tinggi bukaan pintu sorong sama dengan tinggi air di saluran sebelah hilir pintu sorong:  $a = h = 0,87 \text{ m}$

Maka:

$$b = \frac{Q}{\mu \cdot a \cdot \sqrt{(2gz)}} = \frac{1,26}{0,85 \times 0,87 \times \sqrt{(2 \times 9,81 \times 0,50)}} = 0,54 \text{ m}$$

Digunakan pintu dengan lebar  $b = 1,75 \text{ m}$  sebanyak 1 buah.

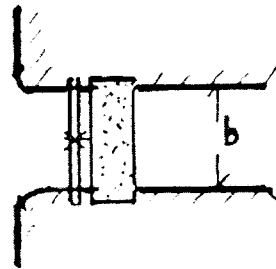
Jadi tinggi bukaan a:

$$a = \frac{Q}{\mu \cdot b \cdot \sqrt{(2gz)}} = \frac{1,26}{0,85 \times 1,75 \times \sqrt{(2 \times 9,81 \times 0,50)}} = 0,27 \text{ m}$$

Perhitungan Ambang Lebar

$$Q_{100\%} = 1,26 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{50\%} = 1,26 \times 0,5 = 0,63 \text{ m}^3/\text{det}$$



$$h_{\alpha 100\%} = \left[ \frac{Q_{100\%}}{1,71 \times b} \right]^{2/3} = \left[ \frac{1,26}{1,71 \times 1,75} \right]^{2/3} = 0,56 \text{ m}$$

$$h_{\alpha 50\%} = \left[ \frac{Q_{50\%}}{1,71 \times b} \right]^{2/3} = \left[ \frac{0,63}{1,71 \times 1,75} \right]^{2/3} = 0,30 \text{ m}$$

$$y_c = \frac{h_{\alpha 50\%}}{2} = \frac{0,30}{2} = 0,15 \text{ m}$$

$$h_s = 0,836 \text{ m}$$

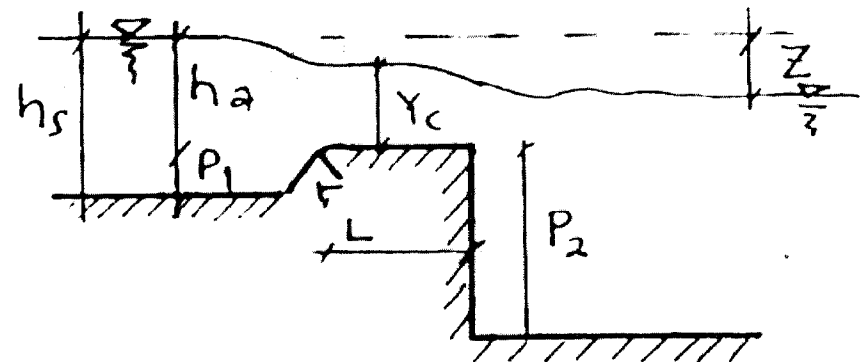
$$z_{\min} = h_{\alpha 100\%} - \frac{h_{\alpha 50\%}}{2} = 0,56 - \frac{0,30}{2} = 0,41 \text{ m}$$

$$\text{Jadi, } L = 1,75 \times h_{\alpha \max} = 1,75 \times 0,56 = 0,98 \text{ m}$$

$$r = 0,2 \times h_{\alpha \max} = 0,2 \times 0,56 = 0,11 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi ambang lebar di udik} &= P_1 = h_s - h_{\alpha} = 0,836 - 0,56 \\ &= 0,27 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi ambang lebar di hilir} &= P_2 = h_s - y_c = 0,836 - 0,15 \\ &= 0,68 \text{ m} \end{aligned}$$



### 1.5.3 Perhitungan Bangunan di Saluran Tersier P1 Ka

Catatan: perhitungan untuk saluran tersier P1 Ki sama dengan P1 Ka.

### Data:

$$Q = 0,65 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$v = 0,490 \text{ m/det}$$

$$h = 0,66 \text{ m}$$

$$b = 1,35 \text{ m}$$

$$I = 0,000648$$

$$k = 35$$

$$m = 1$$

$$n = 2$$

$$z = m$$

$$w = 0,40 \text{ m}$$

$$\text{tma. udik} = 134,74 \text{ m}$$

$$\text{tma. hilir} = 134,65 \text{ m}$$

### Perhitungan Pintu Romijn

$$Q_{70\%} = Q_{100\%} \times 70\% = 0,64 \times 0,70 = 0,455 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$h_{70\%} = \left( \frac{Q_{70\%}}{V(m+n)} \right)^{1/2} = \left( \frac{0,455}{0,490(1+2)} \right)^{1/2} = 0,55 \text{ m}$$

$$h_c = \left( \frac{Q_{70\%}}{1,71 \times b} \right)^{2/3} = \left( \frac{0,455}{1,71 \times 1,35} \right)^{2/3} = 0,33 \text{ m}$$

$$z = h_c/3 = 0,11 \text{ m}$$

$$\text{Variant} = 0,18 \times h_s$$

$$= 0,18 \times 0,836$$

$$= 0,15$$

$$\text{Evelasi dasar di bawah}$$

$$\text{m.a.r.} = 0,81 + 0,15$$

$$= 0,96 \text{ m}$$

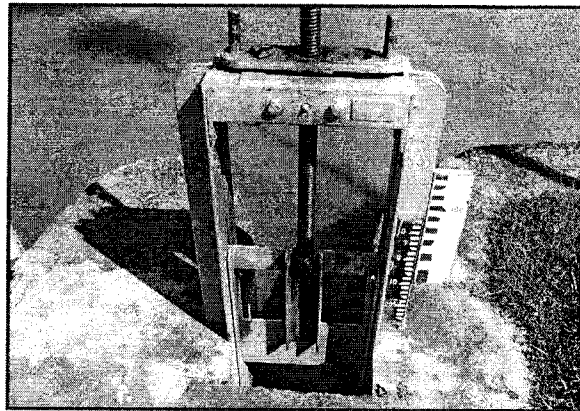


Foto 3.7 Pintu pengatur debit tipe Romijn

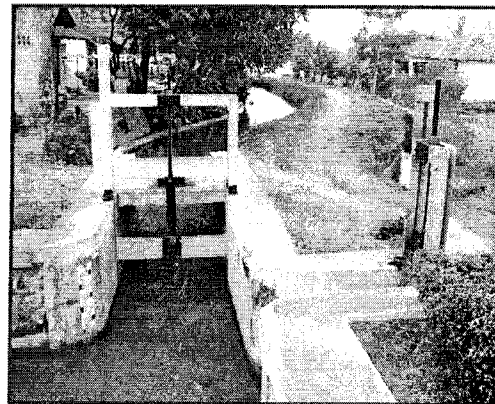


Foto 3.8 Contoh pintu Romijn

$$H = h_c + \frac{v^2}{2g} = 0,33 + \frac{0,15^2}{2 \times 9,81} = 0,331 \text{ m}$$

$$h_{\text{pintu}} = h_p = \text{Elevasi dasar} - H$$

$$= 0,96 - 0,331 = 0,62 \text{ m}$$

$$H_{\text{total}} = h_p + h_c$$

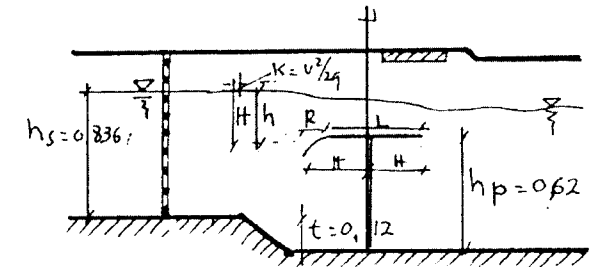
$$= 0,62 + 0,33$$

$$= 0,95 \text{ m}$$

$$t = h_s - H_{\text{total}}$$

$$= 0,836 - 0,95$$

$$= -0,12 \text{ m (turun)}$$



### Dimensi Alat Ukur Romijn

Dari tabel dapat dilihat untuk  $Q = 1,60 - 0,900 \text{ m}^3/\text{det}$  dan  $b = 1,35 \text{ m}$

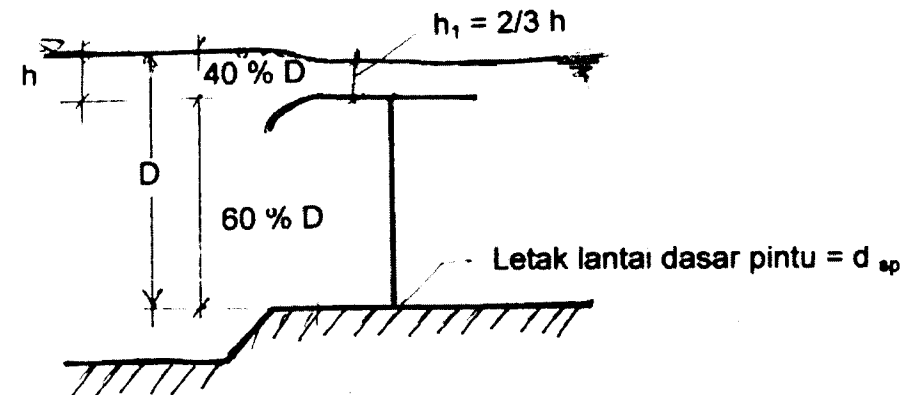
Ditentukan  $H_{\text{max}} = 0,50 \text{ m}$

$$L = H_{1\text{max}} = 0,50 \text{ m}$$

$$R = 0,2 \times H_{1\text{max}} = 0,2 \times 0,50 = 0,1 \text{ m}$$

$$L + R = 1,2 \times 0,50 = 0,60 \text{ m}$$

$$\text{Jarak papan duga dari pintu} = 3 \times H_{1\text{max}} = 3 \times 0,50 = 1,50 \text{ m}$$



$$D = H_s \quad h < 40\% D$$

$$D_{\text{ap}} = 2,5 - 3 \times D$$



Data nama saluran dan dimensi saluran sebagai berikut:

Nama Saluran	DI	Q	v	b	h	m	k	F	n	i
S.Ind.Sumpur Rs.22	4525	7240	0,70	5,50	1,37	1,5	47,5	10,35	4	0,00022
S.Ind.Sumpur Rs.23	3429	5486	0,69	4,40	1,26	1,5	47,5	7,925	3,5	0,00025
S.22 Kn. Kr.	52	146	0,29	0,50	0,50	1	40	0,500	1	0,00032
S.Sek.Gn.Tua Rs.1	706	1130	0,53	1,70	0,85	1	45	2,160	2	0,00033
S.22 Kn. Tg.	51	144	0,29	0,50	0,50	1	40	0,500	1	0,00031
S.Sek.Beringin Rs.1	277	505	0,47	1,2	0,6	1	45	1,08	2	0,00041
S.22 Kn. Kn.	10	47	0,26	0,30	0,30	1	40	0,180	1	0,00050

### 1. Perhitungan Romijn S. 22 Kn. Kr.

$$Q = 1,71 \cdot bh^{3/2}$$

Q = 146 l/det

$$b = 0,50 \text{ m}$$

$$h^{3/2} = \frac{0,146}{1,71 \cdot 0,50} = 1,17076$$

$$h = 0,31 \text{ m}$$

$$Z = 1/3 h = 0,10 \text{ m}$$

## 2. Gorong-gorong Tersier

$$b = 0,50 \text{ m}$$

$$h = 0,50 \text{ m}$$

$$F = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$$

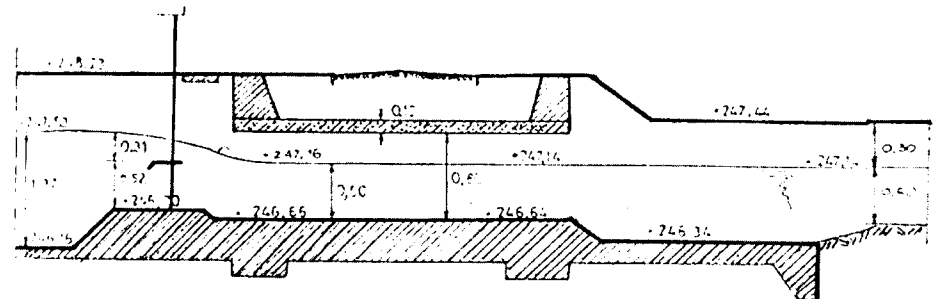
$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,146}{0,25} = 0,584 \text{ m/det}$$

$$O = 2h + b = 1,00 + 0,50 = 1,50 \text{ m}$$

$$R = \frac{F}{O} = \frac{0,25}{1,50} = 0,166666$$

$$v = k R^{2/3} \omega^{1/3} \Rightarrow i = \frac{v^2}{K^2 \cdot 0,166666^{4/3}} = \frac{0,584^2}{60^2 \cdot 0,09172}$$

$$i = 0,00103$$



### 3. Saluran Sek. Gunung Tua Rs. 1

Dipakai pintu Crump de Gruyter.

$$Q = 1130 \text{ l/det} = 1,130 \text{ m}^3/\text{det}$$

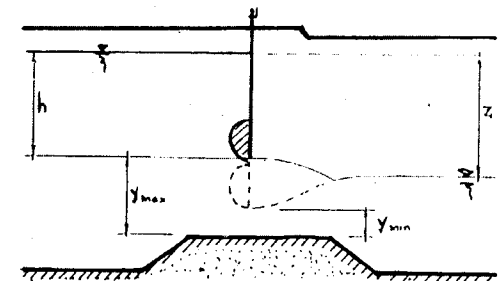
Diambil  $H = 0,80 \text{ m}$

$$Y_{\max} = 0,63 \cdot H = 0,50 \text{ m}$$

$\gamma = 5$

$$k = 0,08$$

$$= 0,62$$



$$k = \frac{Y_{\min}}{H} \longrightarrow Y_{\min} = k \cdot H = 0,08 \times 0,80 = 0,064 \text{ m}$$

$$\alpha = \frac{Z}{H} \longrightarrow Z = \alpha \cdot H = 0,62 \cdot 0,80 = 0,496 \sim 0,50 \text{ m}$$

$$Q = 1,594 \cdot bh^{3/2}$$

$$b = \frac{1,130}{1,594 \cdot 0.8^{3/2}} = 0,9907 \approx 1,00 \text{ m}$$

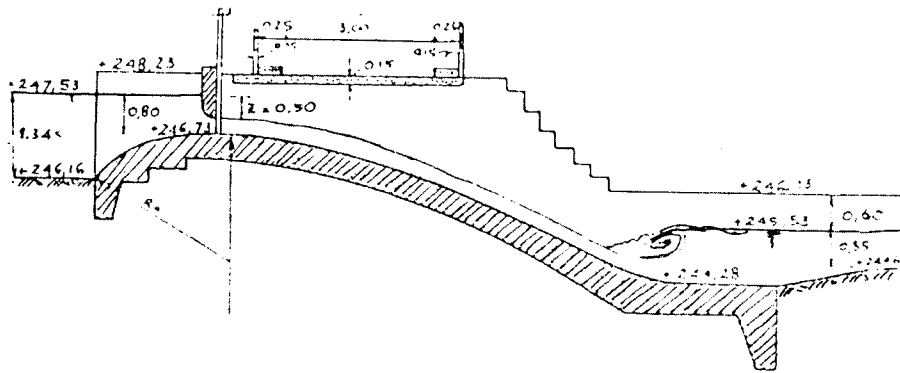
Syarat  $Y_{\min} = 0,002 \text{ m}$

$$Y_{\max} = 0,63 \text{ H}$$

$B > 0,20 \text{ m}$

Q > 900 l/det





#### 4. Saluran Tersier S.22 Kn. Tg.

##### a. Pintu Romijn

$$Q = 1,71 bh^{3/2}$$

$$Q = 0,144 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = 0,50 \text{ m}$$

$$h^{3/2} = \frac{0,144}{1,71 \cdot 0,05} = 0,168421$$

$$h = 0,30497 \sim 0,31 \text{ m}$$

$$Z = \frac{1}{3} h = 0,11 \text{ m}$$

##### b. Gorong-gorong tersier S.22 Kn.Tg.

$$b = 0,50 \text{ m}$$

$$h = 0,50 \text{ m}$$

$$F = 0,25 \text{ m}^2$$

$$O = 2h + b = 1,00 + 0,50 = 1,50 \text{ m}$$

$$R = \frac{F}{O} = \frac{0,25}{1,50} = 0,167$$

$$v = KR^{2/3} i^{1/2} \rightarrow i = \frac{v^2}{K^2 \cdot R^{4/3}} = \frac{(0,576)^2}{60^2 \cdot 0,167^{4/3}}$$

$$i = 0,0010$$

##### c. Ruang olakan S.22 Kn. Tg.

$$K = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,576^2}{2 \cdot 9,8} = 0,016 \approx 0,02 \text{ m}$$

$$Z = 247,40 - 246,17 + 0,02 = 1,25$$

$$\frac{4}{3} < \frac{Z}{H} = \frac{1,25}{0,5} = 2,5 < 10$$

$$R = D = L = 1,1 Z + H = 1,1 \times 1,25 + 0,5 = 1,875 \sim 1,90 \text{ m}$$

##### d. Pintu masuk pada saluran tersier S.22 Kn. Tg.

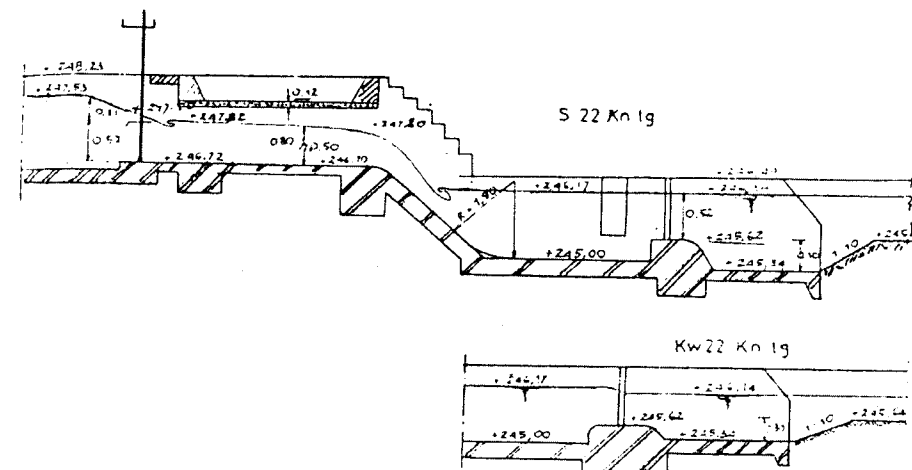
$$Q = \mu b h \sqrt{2gZ}$$

$$Z = 0,03 \text{ m}$$

$$b \text{ diambil } 0,40 \text{ m}$$

$$Q = 0,144 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$h_1 = \frac{Q}{\mu b \sqrt{2gZ}} = \frac{0,144}{0,9 \cdot 0,40 \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 0,03}} = 0,52 \text{ m}$$



5. a. Perhitungan Romijn Saluran Tersier S.22 Kn. Kn.

$$Q = 1,71 \text{ bh}^{3/2}$$

$$Q = 0,047 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = 0,30$$

$$h^{3/2} = \frac{0,047}{1,71 \cdot 0,30} = 0,0916179 \rightarrow h = 0,20 \text{ m}$$

$$Z = 0,07 \text{ m}$$

b. Gorong-gorong Tersier S.22 Kn. Kn.

$$b = 0,30$$

$$h = 0,30$$

$$F = 0,09 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,047}{0,09} = 0,522 \text{ m/det}$$

$$O = 2h + b = 2 \cdot 0,30 + 0,30 = 0,9 \text{ m}$$

$$R = \frac{F}{O} = \frac{0,09}{0,9} = 0,10$$

$$i = \frac{v^2}{K^2 R^{4/3}} = \frac{0,522^2}{80^2 \cdot 0,10^{4/3}} = 0,0016$$

c. Perhitungan Pintu Masuk pada Bak Bagi Saluran Kuarter S.22 Kn. Kn.

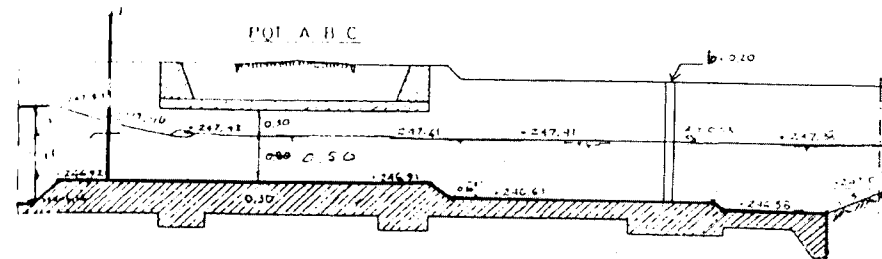
$$Q = 0,6 \times Q \text{ sal. Tersier} = 0,6 \times 0,047 = 0,028 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = \text{ukuran saluran} : b = h = 0,25 \text{ m}$$

$$b \text{ pintu} = 0,20 \text{ m}$$

$$Z = 0,03$$

$$h_1 = \frac{Q}{\mu b \sqrt{2gZ}} = \frac{0,028}{0,9 \cdot 0,20 \sqrt{19,6 \cdot 0,03}} = 0,20 \text{ m}$$



6.a. Perhitungan Pintu Romijn pada Saluran Sek. Beringin Rs.1

$$Q = 1,71 \text{ bh}^{3/2} \rightarrow Q = 0,505 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = 1,30 \text{ m}$$

$$h^{3/2} = \frac{0,505}{1,71 \cdot 1,30} = 0,227$$

$$h = 0,37 \text{ m}$$

$$Z = 1/3 \cdot 0,37 = 0,13 \text{ m}$$

b. Perhitungan Gorong-gorong

$$b = 1,30 \text{ m}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

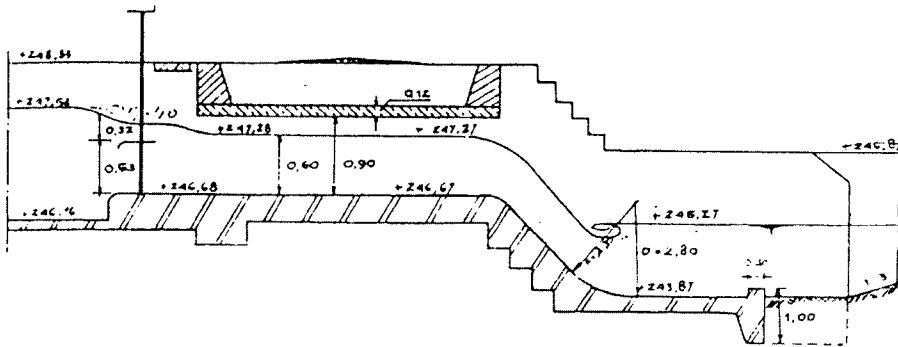
$$F = 0,78 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,2525}{0,78} = 0,324 \text{ m/det}$$

$$O = 2 \cdot 0,60 + 1,30 \text{ m} = 2,50 \text{ m}$$

$$R = \frac{0,78}{2,50} = 0,31$$

$$i = \frac{v^2}{K^2 R^{4/3}} = \frac{0,324^2}{60^2 \cdot (0,31)^{4/3}} = 0,00041$$



### c. Perhitungan Terjunan dan Kolam Olakan

$$K = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,526^2}{19,6} = 0,014 \approx 0,02 \text{ m}$$

$$Z = 247,27 - 245,27 + 0,02 = 2,02 \text{ m}$$

$$4/3 < \frac{Z}{H} = \frac{2,02}{0,06} = 3,37 < 10$$

$$R = D = L = 1,1 \cdot Z + H = 1,1 \cdot 2,02 + 0,60 + 2,822 \sim 2,80 \text{ m}$$

$$a = 0,15 \cdot H \sqrt{\frac{Z}{H}} = 0,15 \cdot 0,60 \sqrt{\frac{2,02}{0,6}} = 0,265 \approx 0,20 \text{ m}$$

$$2a = 2 \times 0,20 = 0,40$$

### 7.a. Perhitungan Pintu Crump de Gruyter

$$Q = 5,486 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Z = 0,30 \text{ m}$$

$$= 2$$

$$K = 0,218$$

$$\alpha = 0,386$$

$$\alpha = \frac{Z}{H} \longrightarrow H = \frac{Z}{\alpha} = \frac{0,30}{0,38} = 0,78 \text{ m}$$

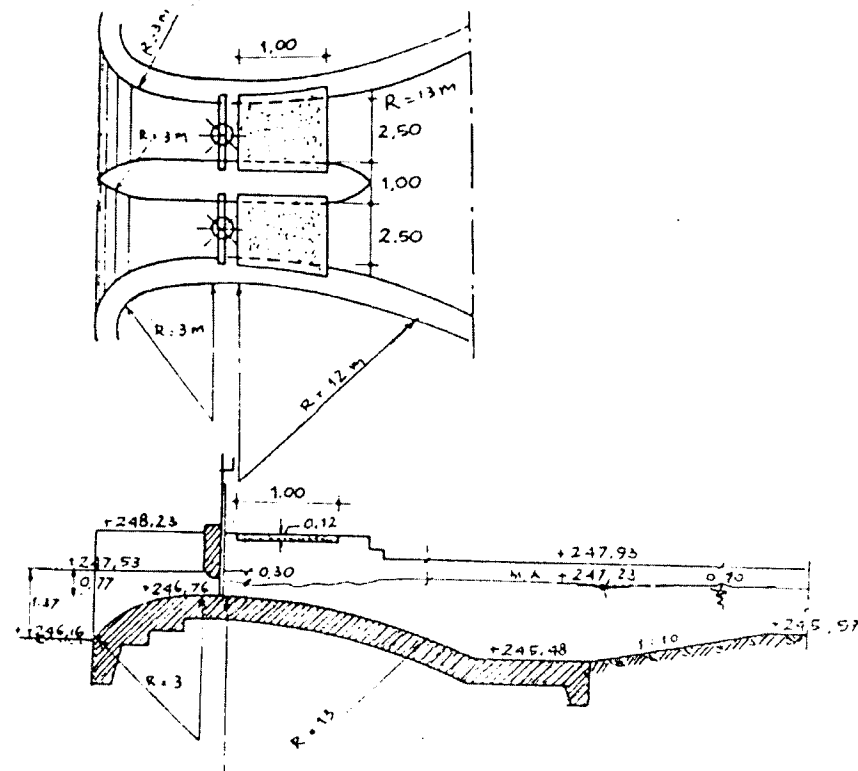
$$Y_{\max} = 0,03 H = 0,63 \cdot 0,78 = 0,49 \text{ m}$$

$$Y_{\min} = K \cdot H = 0,218 \cdot 0,78 = 0,17 \text{ m}$$

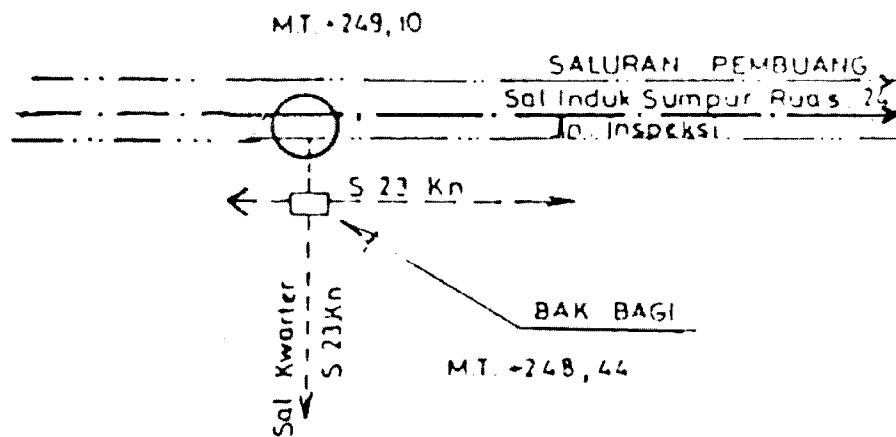
$$Q = 1,594 \cdot bh^{3/2}$$

$$b = \frac{5,486}{1,594 \cdot 0,78^{3/2}} = 4,99 \text{ m} \approx 5,00 \text{ m}$$

dibuat 2 lubang, 1 lubang maximal 2,50 m



### 1.6.2 Perhitungan Bangunan Sadap di saluran primer Sumpur R.23



#### 1. Data Saluran

Nama Saluran	D1	Q	v	b	h	m	k	F	n	i
S.Ind.Sumpur Rs.23	3429	5486	0,69	4,40	1,26	1,5	47,5	7,925	3,5	0,00025
S.Ind.Sumpur Rs.24	3399	5438	0,70	4,40	1,25	1,5	47,5	7,844	3,5	0,00025
S.23 Kn.	30	101	0,25	0,45	0,45	1	40	0,405	1	0,00027

#### 2.a. Perhitungan Romijn Saluran Tersier S. 23 Kn.

$$Q = 1,71 \text{ bh}^{3/2}$$

$$Q = 1,01 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$h^{3/2} = \frac{0,101}{1,71 \cdot 0,40} = 0,14766$$

$$h = 0,28 \text{ m} \rightarrow Z = 1/3 h = 0,09 \text{ m}$$

#### b. Gorong-gorong Saluran Tersier S. 23 Kn.

$$b = 0,40 \text{ m}$$

$$h = 0,68 \text{ m}$$

$$F = 0,272 \text{ m}^2$$

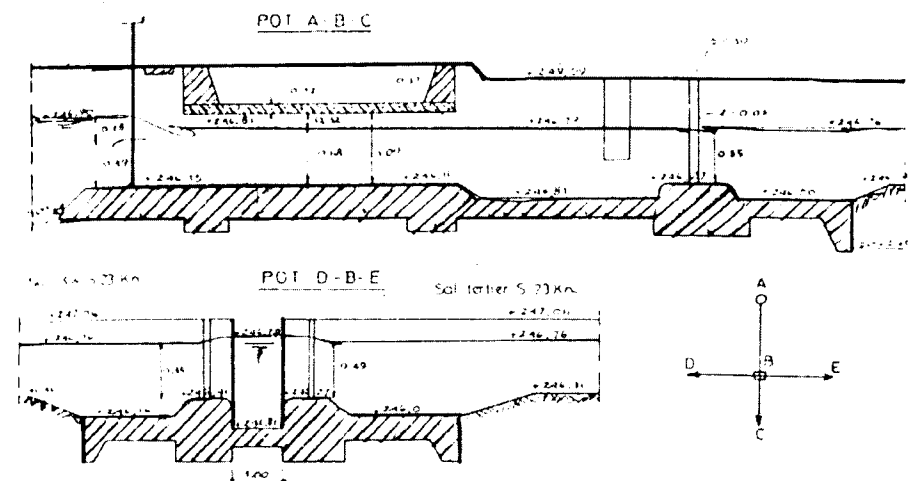
$$v = \frac{Q}{F} = \frac{0,101}{0,272} = 0,371 \text{ m/det}$$

$$O = 2h + b = 2 \cdot 0,68 + 0,41 = 1,76 \text{ m}$$

$$R = \frac{F}{O} = \frac{0,272}{1,76} = 0,155 \text{ m}$$

$$v = K R^{2/3} \cdot i^{1/2} = \frac{0,371^2}{60^2 \cdot 0,155^{4/3}} = 0,00046$$

$$i = \frac{v^2}{K^2 R^{4/3}} = \frac{0,371^2}{60^2 \cdot 0,155^{4/3}} = 0,00046$$



#### c. Perhitungan Pintu Saluran Kwartir S. 23 Kn.

$$Q = 0,60 \times Q \text{ sal. Tersier} = 0,6 \times 0,101 = 0,061 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$b = h = 0,30 \text{ m (dimensi saluran)}$$

$$b = 0,25 \text{ m}$$

$$Z = 0,03$$

$$Q = \mu b h \sqrt{2gZ}$$

$$h_1 = \frac{0,061}{0,9 \cdot 0,25 \sqrt{19,6 \cdot 0,03}} = 0,35 \text{ m}$$

$$b = 0,30 \text{ m}$$

$$Q = \mu b h_1 \sqrt{2gZ} \longrightarrow Z = 0,03 \text{ m}$$

$$h_1 = \frac{0,101}{0,9 \cdot 0,30 \sqrt{19,6 \cdot 0,03}} = 0,49 \text{ m}$$

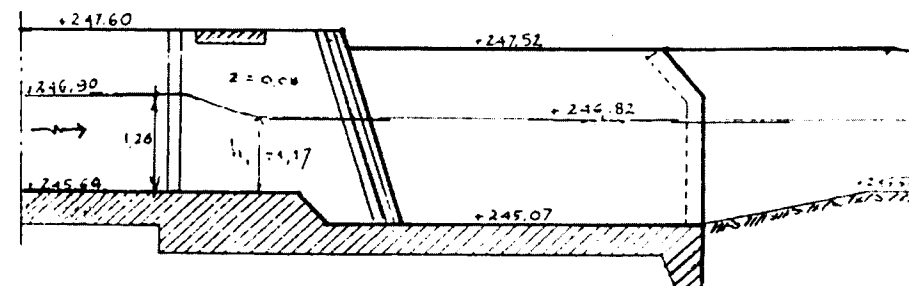
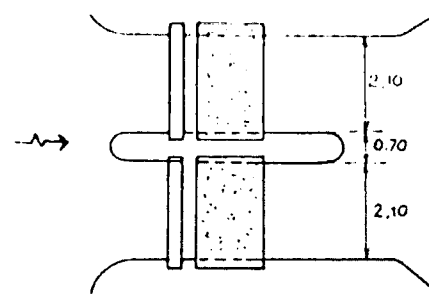
$$Q = \mu b h \sqrt{2gZ} \longrightarrow Q = 5,438 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Z = 246,90 - 246,82 = 0,08 \text{ m}$$

$$h_1 = h - Z = 1,26 - 0,08 = 1,17 \text{ m}$$

$$b = \frac{Q}{\mu_h \sqrt{2gZ}} = \frac{5,438}{0,9,117 \sqrt{19,6 \cdot 0,08}} = 4,124 \approx 4,20 \text{ m}$$

Dibuat 2 lubang, 1 lubang maksimal 2,10 m



**f. Penulangan Plat Jembatan Pelayanan Doorlat BS 23**

Tebal plat = 0,12 m

$$L_{\text{teoritis}} = 2,10 + 0,12 = 2,22 \text{ m}$$

(1) Beban mati

$$bs = 0,12 \times 2,4 = 0,288 \text{ t/m} = 288 \text{ kg/m}$$

(2) Beban hidup dianggap beban merata = 400 kg/m

$$Q_{\text{total}} = 288 + 400 = 688 \text{ kg/m}$$

$$M = 1/8 q l^2 = 1/8 \cdot 688 \cdot 2,22^2 = 423,84 \sim 424 \text{ kg/m}$$

$$h = 12 - 2 = 10 \text{ cm}$$

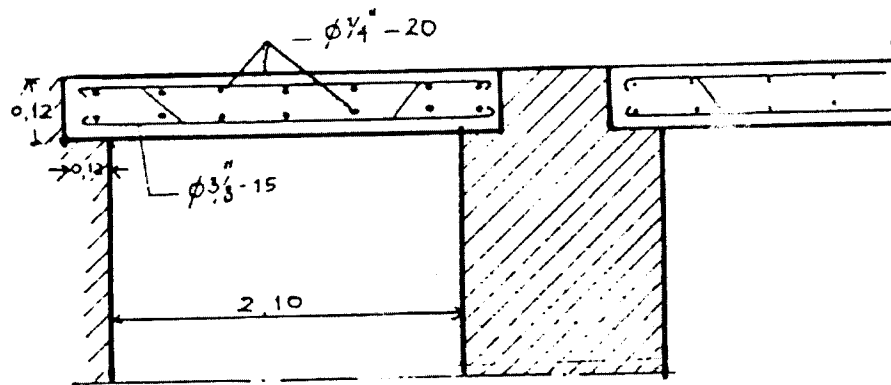
$$Ca = \frac{h}{\sqrt{\frac{n \cdot M}{ba}}} = \frac{10}{\sqrt{\frac{27.424}{1.1200}}} = 3,238 \longrightarrow \begin{matrix} \delta = 0 \\ \varnothing = 1.695 \end{matrix}$$

$$100 \text{ nw} = 10,94$$

$$A = w b h = \frac{10,94 \cdot 100 \cdot 10}{27 \cdot 100} = 4,05 \text{ cm}$$

Dipakai tulangan pokok :  $\emptyset (3''/8) - 15 = 4,75 \text{ cm}''$

Tulangan bagi :  $0,2 \times 4,75 = 0,95 \emptyset 1/4'' - 20 = 1,59 \text{ cm}''$



## 2. BANGUNAN SILANG

### 2.1 Bangunan Talang

#### 1) Definisi

Bangunan talang adalah bangunan persilangan yang dibuat untuk melintaskan saluran irigasi dengan saluran pembuangan alam, sungai, cekungan, jalan, dan lain-lain.

#### 2) Persyaratan dan pertimbangan

- Bangunan talang harus cukup tinggi terhadap muka air banjir dari sungai yang dilintasi. Ini sehubungan dengan adanya batang-batang pohon dan benda padat lain yang hanyut pada waktu banjir.
- Bangunan dapat didukung dengan pilar atau tanpa pilar. Talang dari bahan baja dan kayu dipakai untuk membawa debit kecil.
- Untuk saluran-saluran yang lebih besar dipakai talang beton.
- Talang dilengkapi dengan bagian saluran peralihan masuk dan keluar.

### 3) Struktur

- Bangunan talang lazim dibuat dari kayu, beton, besi baja.
- Tembok pangkalnya diberi tembok sayap.
- Dalam merencanakan bangunan talang harus diusahakan supaya pada sambungan saluran dan bangunan tidak ada ketirisan.
- Bila saluran irigasi di udik bangunan talang menerima air banjir/air kelebihan yang harus dibuang sehingga tidak sampai melewati talang yang akan meimbulkan kerusakan, maka talang harus dilengkapi dengan pelimpah.
- Pondasi tembok pangkal dan tiang-tiang harus cukup dalam, mengingat kemungkinan terjadinya penggerusan setempat.
- Kemiringan tebing sungai di tempat bangunan talang sebaiknya diperkuat dengan tembok pasangan, agar tidak dapat longsor.
- Bila bangunan talang dari pasangan batu atau beton kecepatan air diambil  $1,50 - 2 \text{ m/det}$ , dan bila talang dengan struktur besi kecepatan aliran diambil  $2,50 - 3 \text{ m/det}$ .

### 4) Pengaliran

- Kehilangan tekanan pada bagian masuk dihitung menurut rumus:

$$Q = \mu b h_1 \sqrt{2g(Z + v^2/2g)}$$

- Ukuran bak talang dihitung dengan rumus:

$$Q = A \times v \text{ dan } v = K \cdot R^{2/3} S^{1/2}$$

dimana:

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

$$A = \text{luas penampang basah, m}^2$$

$$K = \text{koefisien kekasaran pengaliran}$$

$$R = \text{jari-jari hidraulik}$$

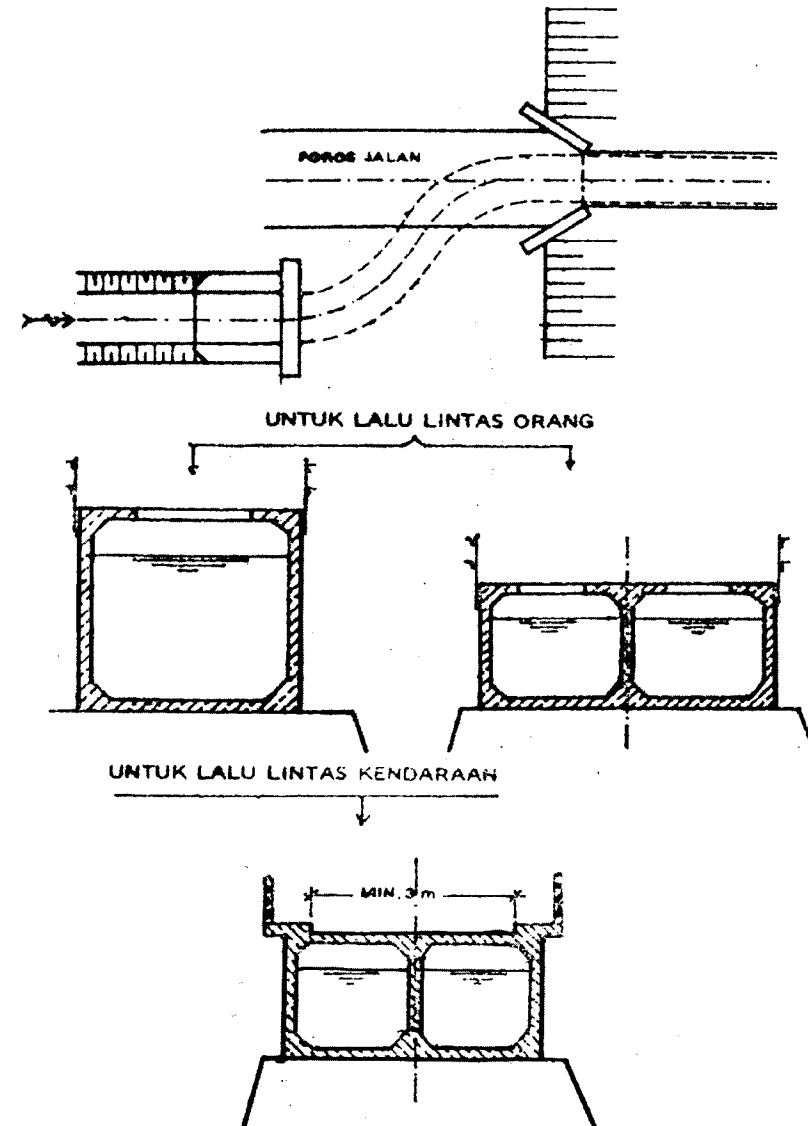
$$S = \text{kemiringan}$$



- Talang harus dibuat dengan kemiringan menurut perhitungan di atas.
- Dalam perhitungan stabilitas bak talang dianggap penuh air, ini karena adanya kemungkinan saluran di hilir tersumbat atau terbedung, sehingga bak talang menjadi penuh air.



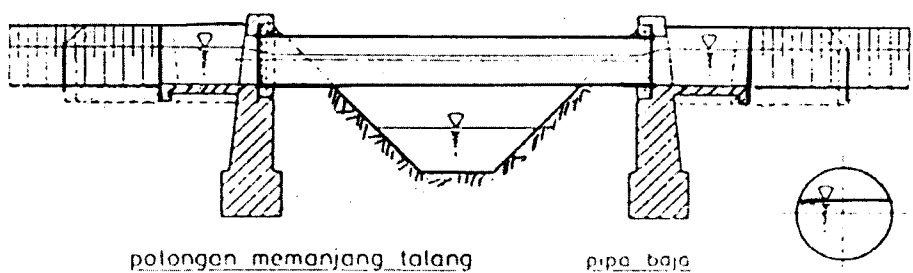
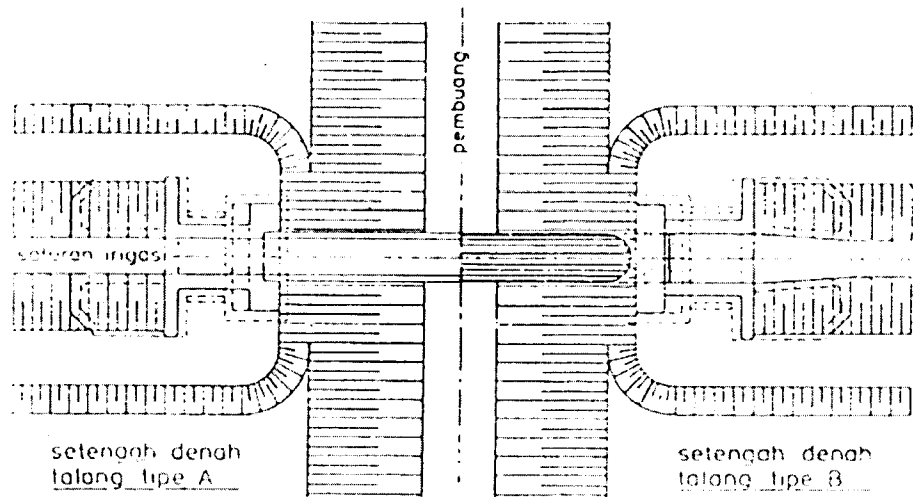
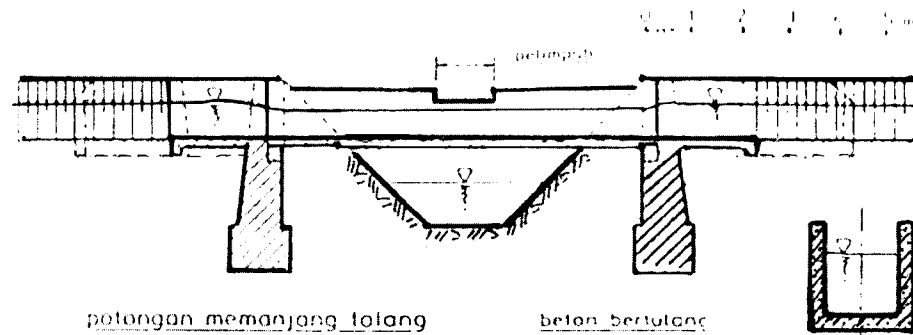
Foto 3.9 Ilustrasi talang air dari beton di daerah irigasi Way Lo Pulau Buru Maluku



Gambar di kutip dari Pustaka

Bangunan talang berfungsi sebagai jembatan

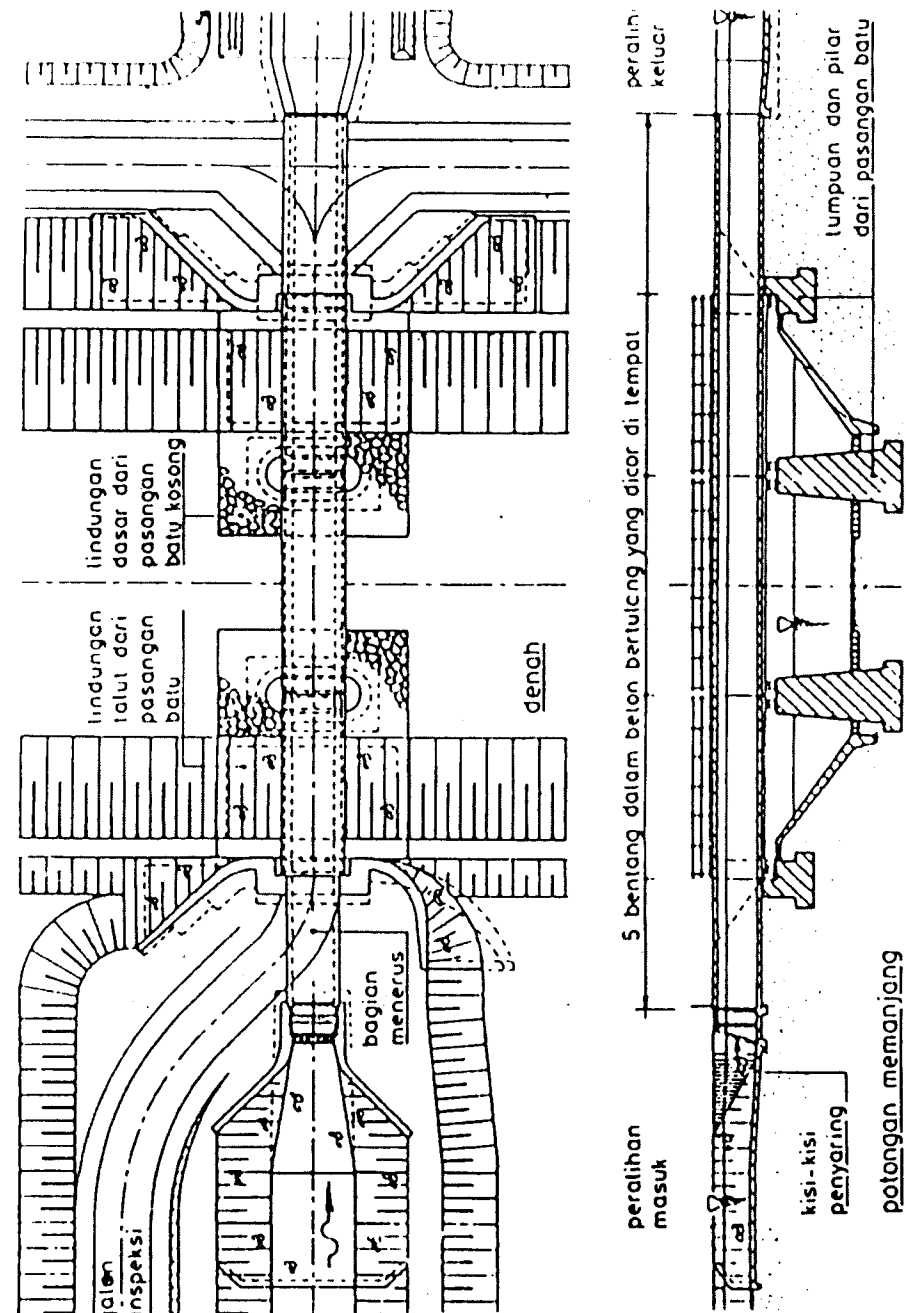
Jika bangunan talang akan dimanfaatkan sebagai jembatan maka poros tolong diletakkan pada arah memanjang sumbu jalan, sehingga arah aliran masuk ke talang menjadi menikung yang bentuknya seperti huruf S seperti ditunjukkan skets di atas. Talang beton tulang (gambar tengah dan bawah) dapat direncanakan sampai panjang bentang teoritis 15,0 m.



Gambar dikutip dari Pustaka

#### Bangunan talang dengan bentang kecil

Bangunan talang bentuk persegi dari beton bertulang dan bulat dari pipa. Bangunan talang ditopang oleh dua buah pilar dari pasangan batu. Talang persegi yang dilengkapi dengan polimpah bagian tengahnya.



Gambar dikutip dari Pustaka

#### Bangunan talang dengan bentang lebar

Bentuk bangunan talang melintasi sungai lebar sehingga diperlukan dua pilar penyangga. Pilar penyangga terbuat dari pasangan batu. Talang dari bahan beton tulang yang bagian atas talang, ditutup sehingga dapat dijadikan sebagai lalu lintas. Talud sungai diberi perlindungan tebing.

## 2.2 Bangunan Sifon

### 1) Definisi

Bangunan sifon adalah bangunan silang untuk melintaskan saluran irigasi di bawah dasar sungai atau jalan. Ini dibuat apabila muka air saluran irigasi hanya sedikit lebih tinggi dari pada muka air banjir sungai yang dilewati.

### 2) Persyaratan

- Sifon hanya dipakai untuk membawa aliran saluran yang memotong jalan atau saluran pembuang dimana tidak bisa dipakai gorong-gorong, jembatan atau talang.
- Pembuatan bangunan sifon harus mempertimbangkan kecepatan air dalam pipa sifon sebesar 1,50 – 2,50 m/det. Kalau kecepatan air diambil terlalu besar, maka akan mengakibatkan kehilangan tekanan besar, sehingga dapat mengurangi areal sawah yang akan diairi. Kalau kecepatan air terlalu kecil, menimbulkan pengendapan/penyumbatan di dalam pipa sifon.
- Untuk kepentingan inspeksi dan pembersihan, ukuran pipa sifon diambil minimum 0,70 m.
- Dasar dan tebing sungai di tempat sifon perlu diperkuat dengan pasangan untuk menjaga bahaya penggerusan setempat dan kelongSORan tebing.
- Pada bagian masuk dan keluar harus dilengkapi dengan pintu.
- Agar sifon dapat berfungsi dengan baik, bangunan ini tidak boleh dimasuki udara. Mulut sifon sebaiknya di bawah permukaan air udik.
- Penggunaan sifon di kotak tersier tidak menguntungkan karena biaya pelaksanaan dan pemeliharaan yang tinggi serta besarnya kehilangan tinggi energi yang diperlukan, jadi sebaiknya dihindari.

### 3) Pengaliran

- Perencanaan aliran dalam sifon harus menggunakan kaidah aliran dalam pipa.

- Kehilangan tekanan dalam sifon dihitung dengan rumus:

$$h = \frac{v^2}{2g} \left( 1 + a + bL \frac{S}{4f} \right)$$

Keterangan :

- $h$  = kehilangan tekanan
- $a$  = koefisien kehilangan tekanan akibat gesekan di bagian mulut lubang dan perubahan arah arus
- $b$  = koefisien kehilangan tekanan akibat dari adanya gesekan dalam pipa
- $L$  = panjang pipa
- $S$  = keliling basah lubang
- $A$  = luas penampang basah
- $g$  = percepatan gravitasi

### 4) Struktur

- Sifon harus stabil, tahan terhadap tekanan aliran sekelilingnya.
- Kemiringan pipa pada bagan hilir jangan lebih tegak dari pada 1 : 3.
- Pada bagian masuk harus dipasang saringan dari besi untuk menahan benda padat/sampah.
- Dibuat sponeng untuk balok-balok sekat untuk pemeliharaan, pada bagian masuk.

Pemeriksaan tekanan air di dalam pipa perlu dihitung, untuk mengetahui pipa beton tumbuk tersebut dapat tahan terhadap tekanan air.

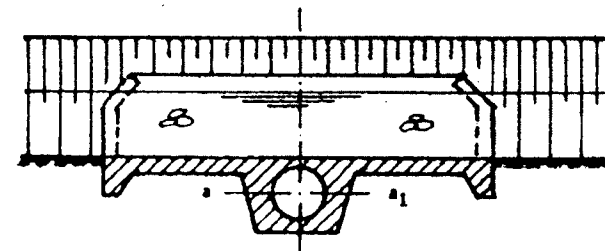
Contoh :

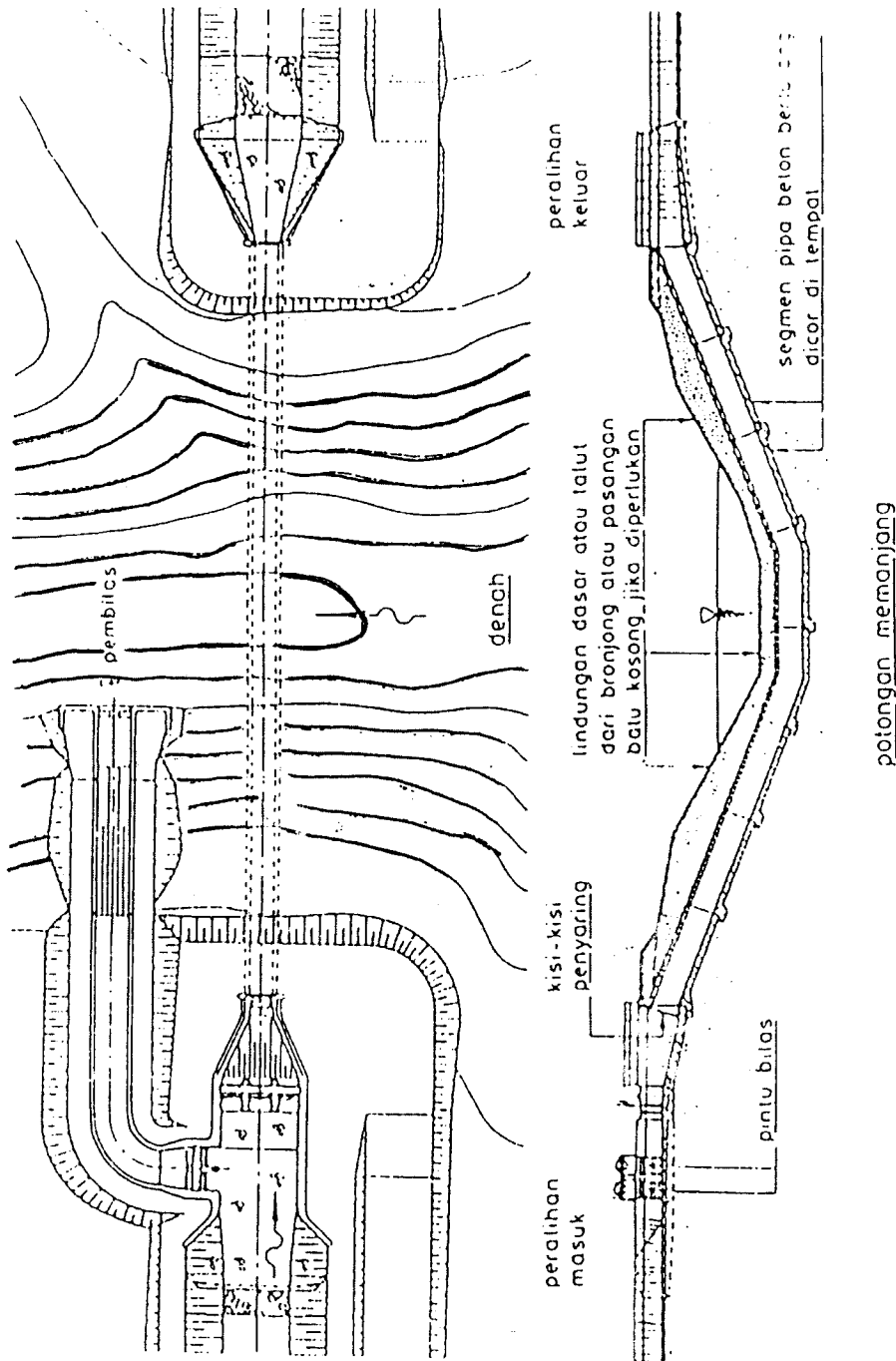
Ambil potongan a-a sepanjang l.

$p$  = tekanan air dalam kg/cm<sup>2</sup>.

$r$  = jari-jari pipa

Maka tekanan air pada dinding sifon pada potongan a-a adalah  $1 \times 2 \times r \times p$

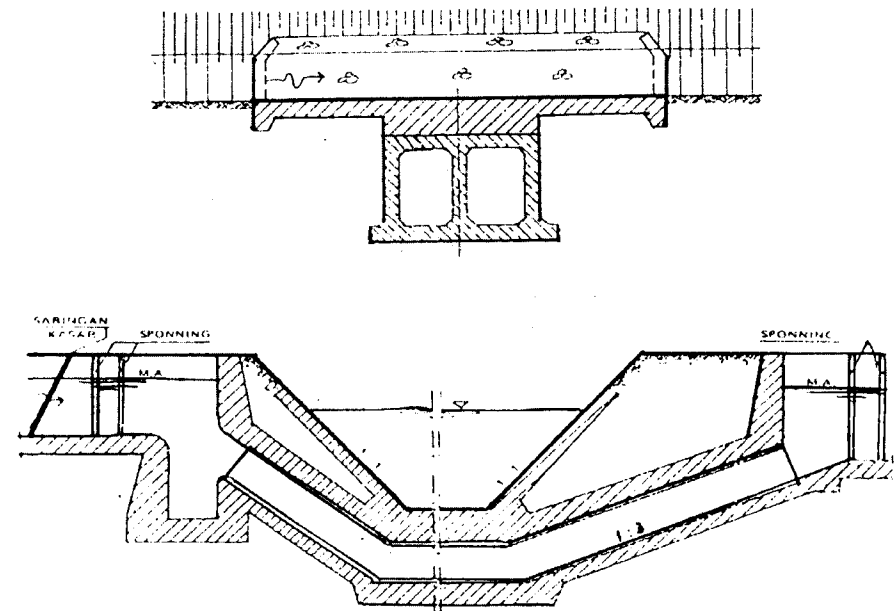




Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh bangunan sifon dua bagian dari beton bertulang

Bangunan sifon dari pipa beton bertulang yang dicor di tempat. Bagian penampang sungai di sekitar sifon diberi perkuatan dari tembok pasangan untuk mencegah bahaya penggerusan setempat dan degradasi dasar sungai. Pada pemasukan sifon dilengkapi dengan beberapa fasilitas antara lain bangunan pembilas, saringan sampah, pintu-pintu tembok sayap dan sebagainya. Pada pengeluaran dilengkapi dengan pintu keluar dan tembok sayap. Mulut sifon terletak di bawah muka air.



Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh bangunan sifon dua bagian dari beton bertulang

Tampak di bagian udik di bagian pemasukan yaitu:

- saringan untuk mencegah benda padat masuk ke dalam sifon,
- sponing untuk penempatan pintu yang digunakan untuk menutup aliran waktu pembersihan,
- lantai pembilas untuk mengendapkan sedimen dasar agar tidak masuk ke sifon. Endapan sedimen ini dapat dibuang dengan jalan membuka pintu bilas,
- mulut sifon terletak di bawah muka air.

Dapat pula diperhatikan tebing dan dasar sungai diberi perkuatan dari pasangan untuk mencegah bahaya gerowongan tebing, penggerusan setempat dan degradasi dasar sungai.

## 2.3 Gorong-Gorong di Jaringan Irigasi

### 2.3.1 Umum

#### 1) Definisi

Gorong-gorong adalah salah satu bangunan air pada persilangan untuk menyalurkan air yang lewat dari satu sisi jalan ke sisi jalan yang lain atau untuk mengalirkan air pada persilangan dua buah saluran dengan tinggi muka air yang berbeda pada kedua saluran tersebut.

#### 2) Persyaratan

- Lubang gorong-gorong dihitung berdasarkan debit banjir  $Q_{20}$ .
- Kecepatan aliran di gorong-gorong diambil 1,50 – 2,0 m/det.

#### 3) Pengaliran

Pengaliran dalam gorong-gorong dapat bersifat aliran terbuka atau aliran dalam pipa.

#### 4) Bentuk dan bahan

- Gorong-gorong dapat berbentuk bulat, busur pipa/elip, kotak dan busur.
- Bahan gorong-gorong yang umum digunakan beton, pasangan batu, baja dan aluminium bergelombang.

### 2.3.2 Fungsi

Gorong-gorong berfungsi untuk menyalurkan air pada perpotongan pada jalan lalu lintas, tanggul, saluran irigasi dengan saluran pembuang, sungai, dan lain-lain.

### 2.3.3 Letak bangunan

Gorong-gorong dibangun di tempat dimana saluran lewat di bawah bangunan (jalan, rel KA) atau apabila lewat di bawah saluran pembuangan.

### 2.3.4 Perbedaan antara gorong-gorong, sifon dan jembatan

- Gorong-gorong digunakan bila selisih tinggi antara kedua permukaannya cukup besar. Strukturnya tergenang selama banjir dan biasanya dianggap sebagai struktur kecil atau drainasi.
- Sifon digunakan pada persilangan saluran pembuang dan saluran irigasi dengan selisih tinggi antara kedua permukaannya kecil.
- Jembatan digunakan untuk struktur yang cukup besar, tidak tergenang selama banjir, mempunyai selisih tinggi dari sungai/saluran pembuang atau ruang kosong (waterway) yang cukup tinggi.

### 2.3.5 Macam dan bentuk gorong-gorong

Ditinjau dari bahannya gorong-gorong dapat dibedakan menjadi:

- a. gorong-gorong kayu,
- b. gorong-gorong pasang batu,
- c. gorong-gorong baja,
- d. gorong-gorong beton dan beton berulang.

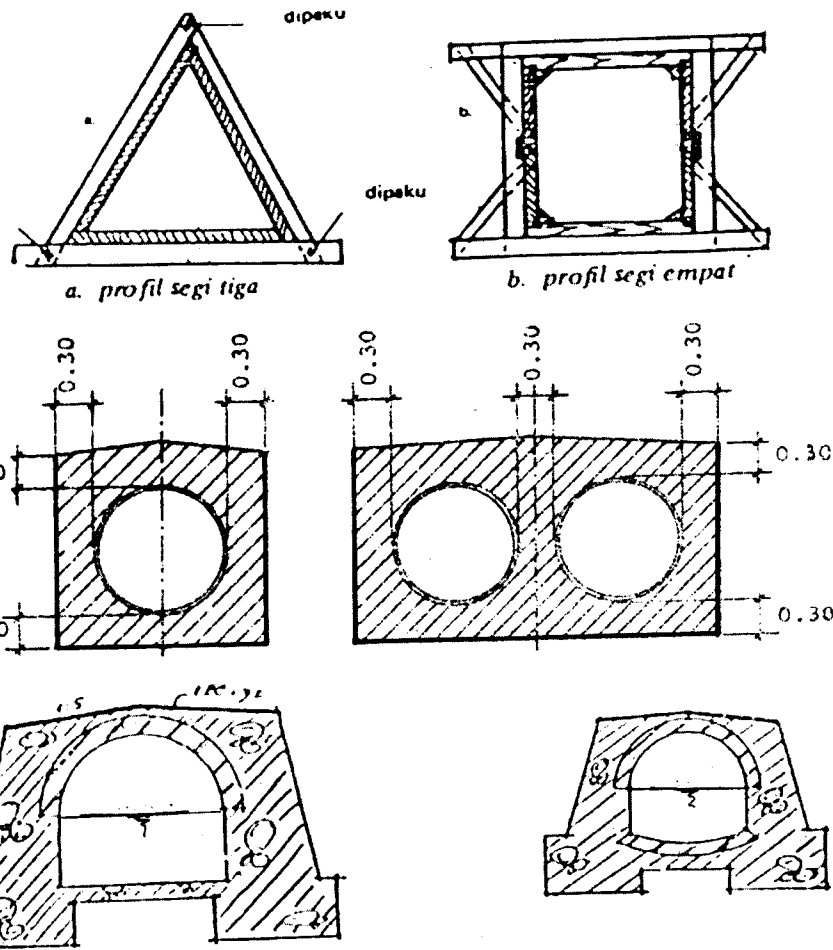
#### 1) Gorong-gorong kayu

- Gorong-gorong kayu banyak dipakai untuk pekerjaan sementara dan tidak tahan lama, tidak kuat menahan beban yang berat.
- Bentuk gorong-gorong kayu biasanya dibuat berbentuk segi tiga sama sisi dan persegi empat.

#### 2) Gorong-gorong pasangan batu

- Gorong-gorong dari pasangan batu dibuat untuk struktur yang permanen, dan untuk menahan beban yang lebih berat dan besar.

- Bentuk gorong-gorong pasangan batu: untuk gorong-gorong yang kecil dibuat berbentuk bulat sebagai pipa dengan diameter minimum 0,70 m,
- Untuk pipa yang berdiameter lebih dari 1,00 m dapat dibuat dua buah pipa atau lebih yang diletakkan berjajar (lihat gambar).



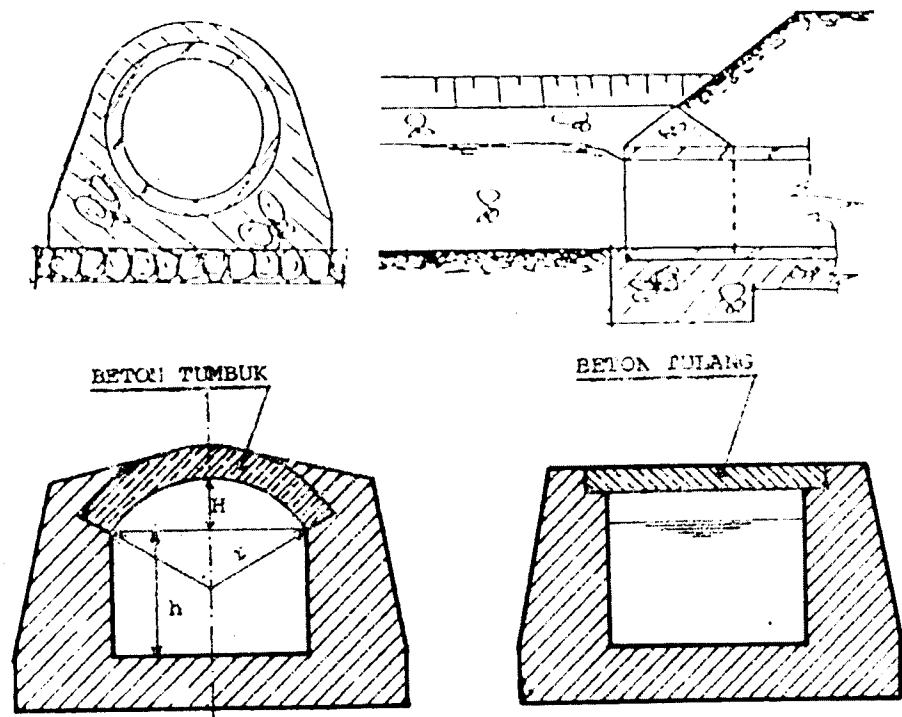
Contoh gorong-gorong pasangan batu dengan bentuk pipa 1 lubang, 2 lubang, 3 lubang yang dibungkus dengan pasangan batu (atas, dan tengah). Bentuk gorong-gorong lengkungan dengan datar bagian bawahnya serta bentuk lengkung (bawah).

### 3) Gorong-gorong beton

Gorong-gorong beton bertulang dan tanpa tulangan dapat dibuat dengan bentuk pipa-pipa beton berpenampang bulat atau bulat telur untuk pengaliran yang kecil-kecil. Gorong-gorong beton bertulang untuk pengaliran yang besar dibuat dengan bentuk persegi atau persegi panjang. Gorong-gorong beton bertulang lebih kuat menahan beban/tekanan dibanding gorong-gorong pasangan batu.

### 4) Gorong-gorong dari pipa baja

Gorong-gorong pipa baja dewasa ini banyak digunakan dari pipa-pipa Armco. Keuntungannya tidak mudah berkarat, lebih ringan dan mudah diangkut ke tempat-tempat yang lain dan mudah pemasangannya, serta baik digunakan pada tanah yang labil.





### 2.3.6 Perhitungan Gorong-gorong

#### (1) Ketentuan

- lubang gorong-gorong dihitung berdasarkan debit banjir  $Q_{20}$ ,
- kecepatan aliran di dalam gorong-gorong yaitu:  
pasangan batu : 1,50 m/det  
buis beton : 1,00 m/det  
beton bertulang : 2,00 m/det

#### (2) Persyaratan

- Gorong-gorong bentuk bulat diameter minimum 0,70 m yang dibungkus dengan pasangan batu.
- Diameter maximum gorong-gorong bulat 1,00 m.
- Bila gorong-gorong bulat lebih dari satu buah dapat dibuat berjejer.
- Pengaliran di dalam gorong-gorong dapat sebagai pengaliran saluran terbuka (bebas) selama bangunan tidak tenggelam.

#### (3) Rumus Pengaliran

- a) Untuk pengaliran yang bersifat saluran terbuka ukuran lubang ditentukan dengan rumus:

$$Q = A \cdot v = m^3/\text{det}$$

$$v = KR^{2/3} S^{1/2} = m/\text{det}$$

Keterangan:

$$Q = \text{debit saluran} = m^3/\text{det}$$

$$A = \text{luas penampang saluran} = m^2$$

$$v = \text{kecepatan aliran} = m/\text{det}$$

$$K = \text{koefisien kekasaran}$$

$$R = \text{jari-jari hidraulik saluran} = m$$

$$S = \text{kemiringan saluran}$$

- b) Untuk gorong-gorong yang tenggelam, kehilangan tekanan dalam gorong-gorong dapat dihitung dengan rumus:

$$h = \frac{v^2}{2g} \left( 1 + \alpha + bL \frac{S}{4f} \right)$$

Keterangan:

$S$  = keliling basah lubang

$F$  = luas basah lubang

$\alpha$  = koefisien kehilangan tekanan akibat dari gesekan di bagian mulut lubang dan perubahan arah arus  $= \frac{1}{u^2} - 1$ ,

dimana  $u = 0,80 - 0,83$ .

$L$  = panjang pipa/koker

$$\text{Dengan pipa bulat } \Phi d = \frac{S}{4F} = \frac{d}{4 \times 1/4 \times d^2} = \frac{1}{d}$$

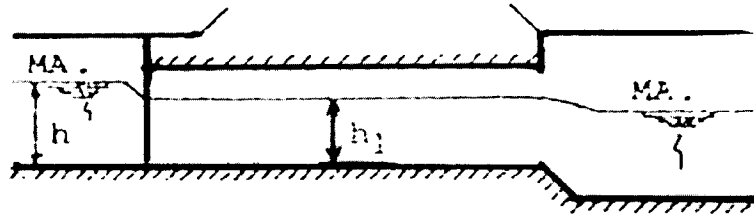
$$b \text{ untuk pipa bulat} = 1,50 \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{d} \right)$$

$$b \text{ untuk pipa bersudut} = 1,50 \left( 0,01989 + \frac{0,0005078}{4R} \right)$$

Tabel b untuk pipa bulat

$\Phi d$	b	$\Phi d$	b
0,30 m	0,0324	1,20	0,0305
0,40 m	0,0318	1,50	0,0303
0,50 m	0,0313	2,-	0,0302
0,60 m	0,0310		
0,70 m	0,0309		
0,80 m	0,0308		
0,90 m	0,0307		
1,---m	0,0306		

- c) Gorong-gorong dengan lubang tenggelam. Bila lubang gorong-gorong tidak tenggelam, muka air di dalam lubang bebas, dan tinggi air  $h_1$  lebih tinggi dari pada  $2/3 h$ , maka kehilangan tekanan dihitung dengan rumus:



$$Q = \mu b h_1 \sqrt{2gZ}, \text{ dimana } \mu = 0,85 - 0,90$$

Kalau  $h_1$  mencapai tinggi =  $2/3 h$  yang dapat terjadi kalau muka air di hilir bangunan pada desain lebih rendah, maka kehilangan tekanan dihitung dengan rumus:

$$Q = \mu \times 0,385 b \cdot h \sqrt{2gZ}, \text{ dimana}$$

$$\mu = 0,85 - 0,90$$

### 2.3.7 Contoh

#### 1. Gorong-gorong pembuang BT. 2b

Dimensi gorong-gorong:

$$Q_{20} = 5,39 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$v = 2 \text{ m/det}; F = Q/V = 2,695 \text{ m}^2$$

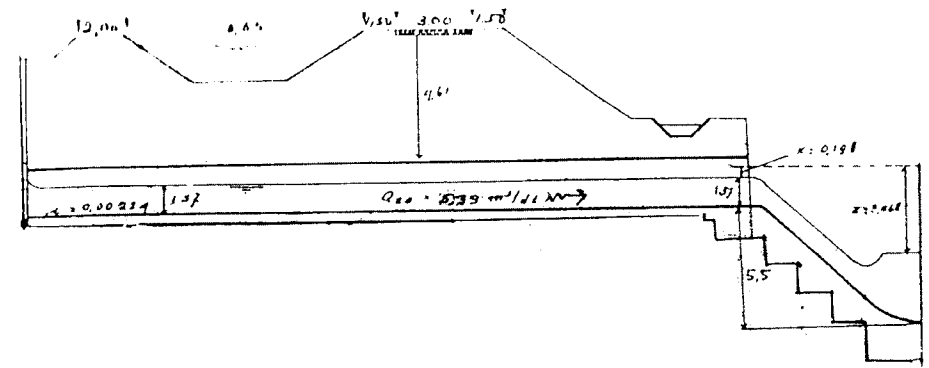
$$B = 2,00 \text{ m}; h = 1,37 \text{ m}; F = 2 \cdot 1,37 = 2,74 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{5,39}{2,74} = 1,967 \sim 1,97 \text{ m/det}$$

$$O = 2 + 2 \cdot 1,37 = 2 + 2,74 = 4,74 \text{ m}$$

$$R^{2/3} = \left( \frac{2,47}{4,74} \right)^{2/3} = 0,6939$$

$$i = \left( \frac{1,97}{60 \cdot 0,6939} \right)^2 = 0,0024$$



$$Z = \left( \frac{Q}{\mu b h_1 \sqrt{2g}} \right)^2 = \left( \frac{5,93}{0,8 \cdot 2,137 \sqrt{19,62}} \right)^2 = 0,308 \sim 0,31 \text{ m}$$

$$d = 0,16 \text{ m}$$

$$d_a = 1 + 1/24 G d = 1 + 1/24 \cdot 4,61 \times 0,16 = 0,19 \text{ m}$$

$$\text{Diambil } d_a = 0,20 \text{ m}$$

$$D_1 = 0,30 + \frac{1}{4} h + \frac{w}{8} \left( \frac{3w-H}{w+H} \right)$$

$$0,30 + \frac{1}{4} \cdot 1,70 + \frac{2}{8} \left( \frac{6-1}{2+1} \right)$$

$$\text{Diambil } D_1 = 1,15 \text{ m.}$$

Ruang olakan:

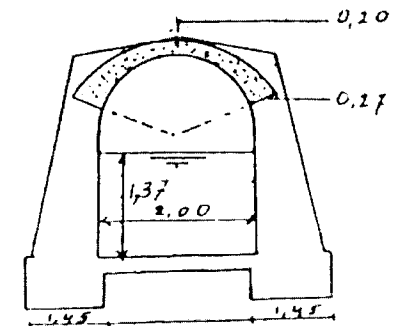
$$K = \frac{v^2}{2g} = \frac{1,97^2}{19,62} = 0,198$$

$$H = h + k = 1,37 + 0,198 = 1,568 \text{ m}$$

$$Z = 247,37 + 0,197 - 244 = 3,568 \text{ m}$$

$$D = L = R = 1,1 Z + H = 1,1 \cdot 3,568 + 1,568 = 5,493 \sim 5,5 \text{ m}$$

$$H \sqrt{H/Z} = 0,156 \text{ m} \rightarrow \text{diambil } a = 0,20 \text{ m.}$$



#### 2. Gorong-gorong pembuang BT.3d

$$h = 2,55 \text{ m}; F = 16 \cdot 2,55 = 40,8 \text{ m}^2; v = \frac{104}{40,8} = 2,549 \text{ m/det}$$

untuk 1 lobang:  $Q = \frac{104}{4} = 26 \text{ m}^3/\text{det}$ ;  $F = 4 \cdot 2,55 = 10,2 \text{ m}^2$

$$O = 4 + 2 \cdot 2,55 = 4 + 5,1 = 9,1 \text{ m}; R^{2/3} = \left( \frac{10,2}{9,1} \right)^{2/3} = 1,079$$

$$i = \left( \frac{2,549}{60 \cdot 1,079} \right)^2 = 0,00155$$

$$Q = \mu b h_1 \sqrt{2gZ} \rightarrow 26 = 0,85 \cdot 4 \cdot 2,55 \sqrt{19,62 Z}$$

$$= 38,402 \sqrt{Z}$$

$$Z = \left( \frac{26}{38,40} \right)^2 = 0,458 \sim 0,46 \text{ m}$$

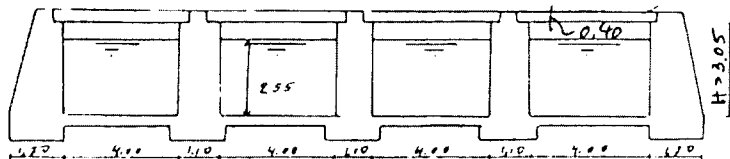
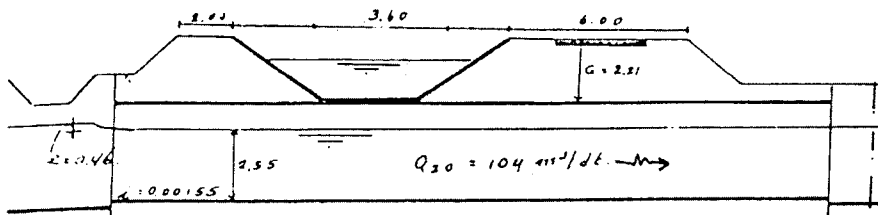
Pondasi:

$$D = 0,47 H + 0,1 G = 1,435 + 0,221 = 1,656 \text{ m}$$

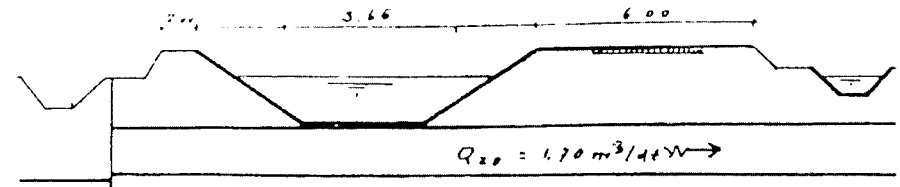
$$D_{\min} = 0,40 + 0,2 H + 0,1 G = 0,40 + 0,61 + 0,221 = 1,231 \text{ m}$$

Diambil  $D = 1,70 \text{ m}$

$$X = 0,8 (0,8 + 0,12 h + 0,16) = 1,018 \text{ m} \sim 1,10 \text{ m}$$

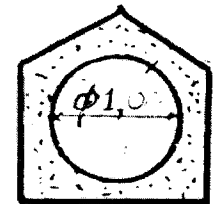


### 3. Gorong-gorong pembuang BT.4a

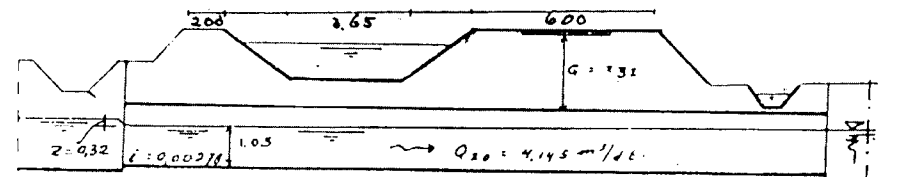


$$F = \frac{n \cdot 1^2}{4} = 0,7854 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{F} = \frac{1,70}{0,7854} = 2,164 \text{ m/det}$$



### 4. Gorong-gorong pembuang BT.4b



Dimensi gorong-gorong

$$Q = 4,145 \text{ m}^3/\text{det}; b = 2,00 \text{ m}; h = 1,03 \text{ m}$$

$$F = 2 \cdot 1,03 = 2,06 \text{ m}^2; v = \frac{4,145}{2,06} = 2,012 \text{ m/det}$$

$$O = 2 + 2 \cdot 1,03 = 2 + 2,06 = 4,06 \text{ m}$$

$$R^{2/3} = \left( \frac{2,06}{4,06} \right)^{2/3} = 0,6362; i = \left( \frac{2,012}{60 \cdot 0,6362} \right)^2 = 0,00278$$

$$z = \left( \frac{Q}{\mu b h_1 \sqrt{2g}} \right)^2 = \left( \frac{4,145}{0,80 \cdot 2 \cdot 1,03 \sqrt{19,62}} \right)^2 = 0,33 \text{ m}$$

Pondasi:

$$D = 0,47 H + 0,1 G = 1,018 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 0,40 + 0,2 H + 0,1 G = 1,024 \text{ m}$$

Diambil  $D = 1,00 \text{ m}$ .

### 3. BANGUNAN PENGURANGAN KEMIRINGAN

#### 3.1 Bangunan Terjun

##### 1) Definisi dan fungsi

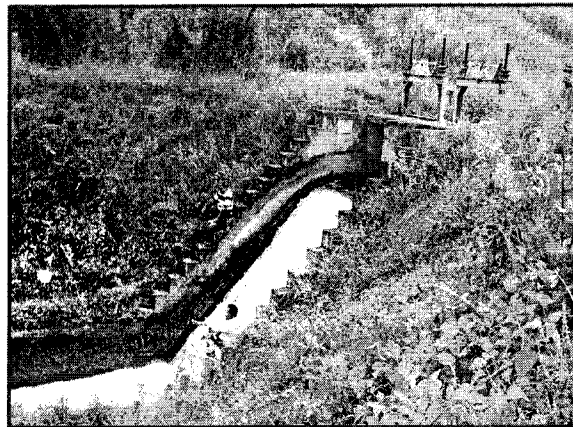
Bangunan terjun adalah bangunan yang digunakan di tempat-tempat dimana kemiringan medan lebih besar dari kemiringan saluran irigasi dan diperlukan penurunan elevasi muka air.

##### 2) Bentuk bangunan

Bangunan terjun dapat dibuat:

- terjunan miring, dibuat bila perbedaan dasar saluran  $\geq 1,50$  m; biasanya digunakan pada saluran sekunder,
- terjunan tegak, dibuat bila perbedaan dasar saluran  $\leq 1,50$  m; biasanya digunakan pada saluran tersier.

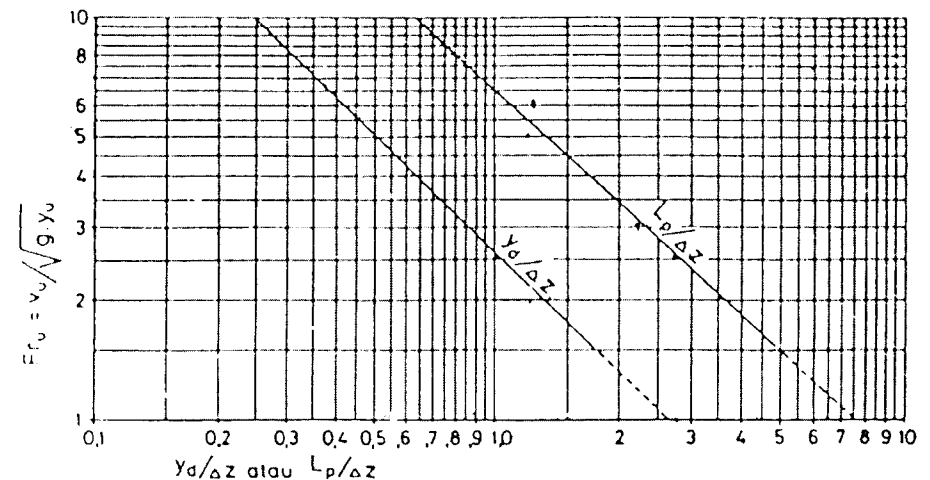
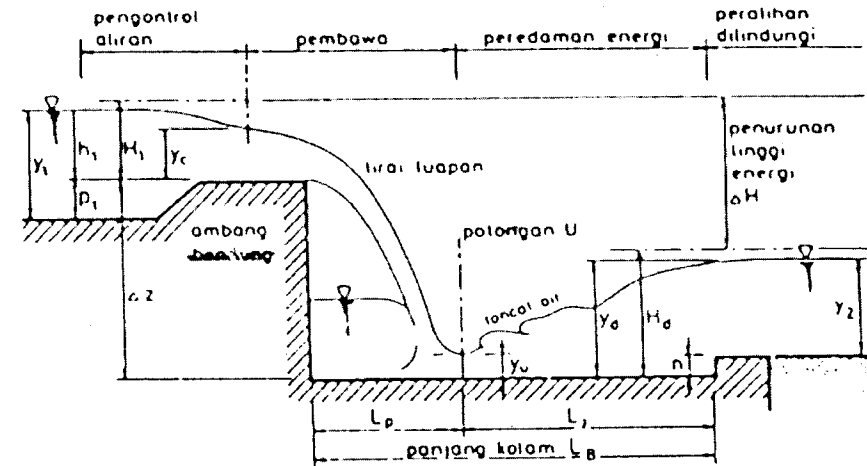
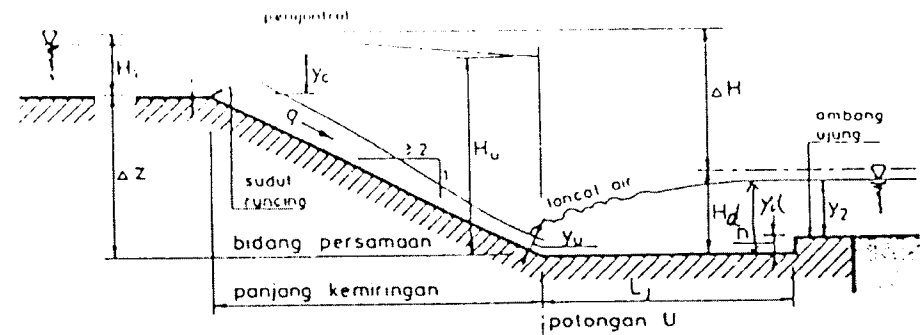
Bangunan terjunan miring di saluran irigasi Way Meten P. Buru Maluku. Terjunan aliran 4,0 m yang dapat dimanfaatkan untuk PLTM. (Foto 2005)



Bangunan terjunan tegak di saluran irigasi Way Samal P. Seram Maluku. Terjunan aliran 2,0 m yang dapat dimanfaatkan untuk PLTM. (Foto 2005)



Foto 3.10 Ilustrasi bangunan terjunan miring dan tegak



Grafik geometris bangunan terjun tegak

### 3) Pertimbangan

- Pada saluran irigasi, bangunan terjun dibuat dengan ketinggian terjun antara 1,0m – 2,50m.
- Lebar lubang pengaliran dapat dibuat minimal atau sama dengan lebar dasar saluran di bagian udiknya.

### 4) Pengaliran

Dimensi untuk bangunan terjun miring dapat dihitung dengan menggunakan rumus pengaliran Vlughter. Dan dimensi bangunan terjun tegak dapat ditentukan dengan menggunakan grafik geometris.

Rumus pengaliran bangunan terjun miring menggunakan rumus Vlughter.

$$S = C H \sqrt{H/Z}$$

$$C = \pm 0,40$$

$$H = h_1 + v^2/2g$$

untuk  $1/3 < Z/H < 4/3$   
maka:

$$D = 0,6 H + 1,4 Z \text{ dan}$$

$$a = 0,2 H \sqrt{H/Z}$$

untuk  $4/3 < Z/H < 10$  maka

$$D = H + 1,1 Z \text{ dan } a = 0,15 H \sqrt{H/Z}$$

$$R \geq \frac{1}{2} H; L = D = R$$

dimana:

S = tebal aliran di kaki tubuh bendung

C = koefisien pengaliran

H = tinggi energi = h + k

h = tinggi muka air di udik

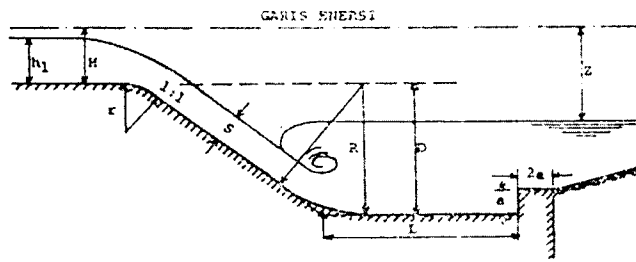
z = selisih antara tinggi energi dan tinggi muka air hilir

L = panjang lantai olakan

D = tinggi lantai olakan

R = jari-jari lantai olakan

A = tinggi ambang akhir



### 5) Contoh perhitungan bangunan terjun miring

Saluran sekunder bangunan  $R_s$  1 dengan data seperti berikut:

$$Q = 503 \text{ l/det}, v = 0,47 \text{ m/det}, b = 1,20 \text{ m}, h = 0,6 \text{ m}$$

$$m = 1, k = 45, S = 0,00041$$

Tinggi muka air di bagian udik + 247,27

Tinggi muka air di bagian hilir saluran + 245,27

Hitunglah dimensi hidraulik bangunan tersebut.

Penyelesaian:

- Lebar dasar bangunan sama dengan lebar saluran
- Tinggi terjunan  $247,27 - 245,27 = 2,0 \text{ m}$

$$K = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,526^2}{19,6} = 0,014 \sim 0,02 \text{ m}$$

$$Z = + 247,27 - 245,27 + 0,02 = 2,02 \text{ m}$$

$$4/3 < Z/H = 2,02 / 0,6 = 3,37 < 10$$

$$R = D + L = 1,1 Z + H = 1,1 \cdot 2,02 + 0,60 = 2,822 \sim 2,8 \text{ m}$$

$$\alpha = 0,15 H \sqrt{Z/H} = 0,15 \cdot 0,60 \sqrt{2,02/0,6} = 0,165 \sim 0,20 \text{ m}$$

$$2a = 2 \times 0,20 = 0,40 \text{ m}$$

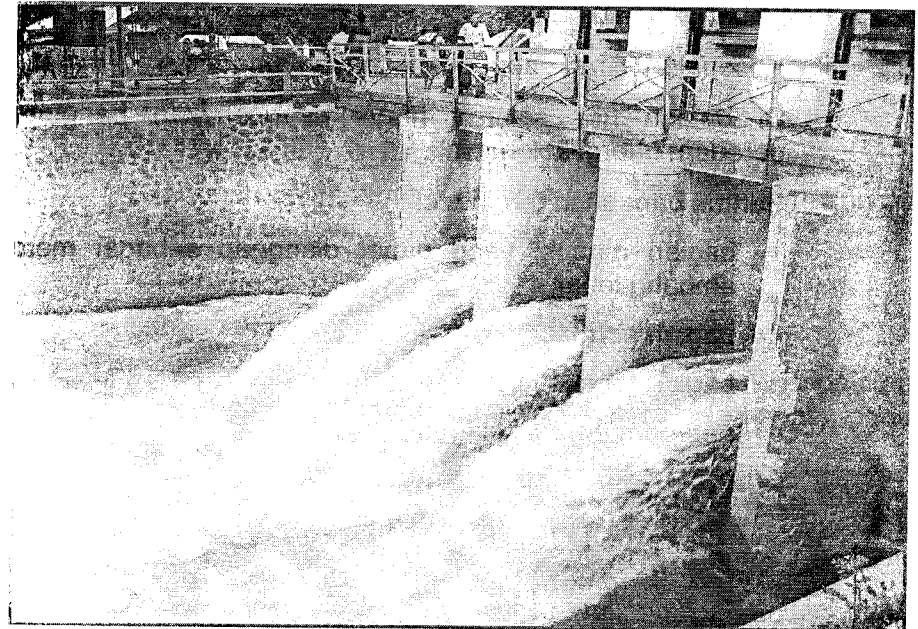
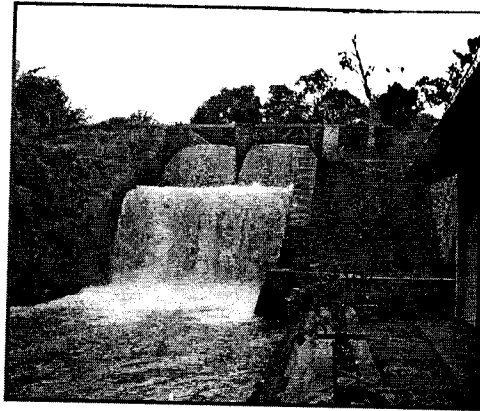


Foto 3.11 Salah satu bentuk bangunan terjunan di saluran primer. Aliran melewati bawah pintu sorong. Contoh pada bangunan terjun di Saluran primer Notoq daerah irigasi Pemali Jawa Tengah. (Foto 2005)

Foto 3.12 Salah satu bentuk bangunan terjun di saluran primer. Aliran melewati dua tangga terjun. Bangunan terjun ini dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. Lokasi pada Saluran primer Curug Agung Subang Jawa Barat (foto 2005)



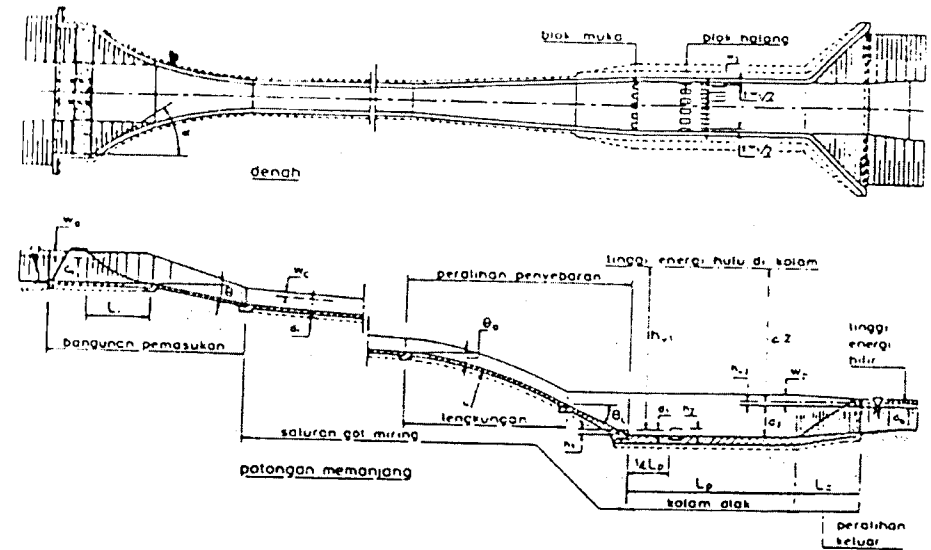
### 3.2 Got Miring

#### 1) Definisi dan fungsi

Bangunan got miring adalah bangunan untuk menanggulangi perbedaan tinggi energi yang besar. Ini terjadi bila saluran irigasi mengikuti medan yang curam dan panjang.

#### 2) Pertimbangan dan bentuk

- Kecepatan aliran dapat direncanakan antara 6 – 10 m/det.
- Di bagian hilir saluran harus direncanakan bangunan peredam energi/kolom olak.
- Bentuk bangunan terdiri atas:
  - bagian masuk; yang dapat dianggap sebagai mercu ambang lebar,
  - bagian normal,
  - bagian peralihan, dan
  - peredam energi/kolom olak.



Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh bentuk got miring

## 4. BANGUNAN PELENGKAP

### 4.1 Bangunan Pelimpah

#### 1) Definisi

Bangunan pelimpah adalah bangunan untuk membuang air kelebihan dari saluran irigasi.

#### 2) Macam bangunan

Bangunan pelimpah pada saluran irigasi terdiri atas:

- pelimpah samping; dengan struktur merendahkan ketinggian mercu tanggul saluran sampai pada ketinggian muka air rencana,
- pelimpah hevel; bangunan yang dapat bekerja secara penuh sebelum air banjir mencapai puncaknya dan bekerja secara otomatis,
- bangunan pembuang; yaitu bangunan pembuang yang dilengkapi dengan pintu-pintu yang bekerja dengan pengoperasian oleh operator pintu.



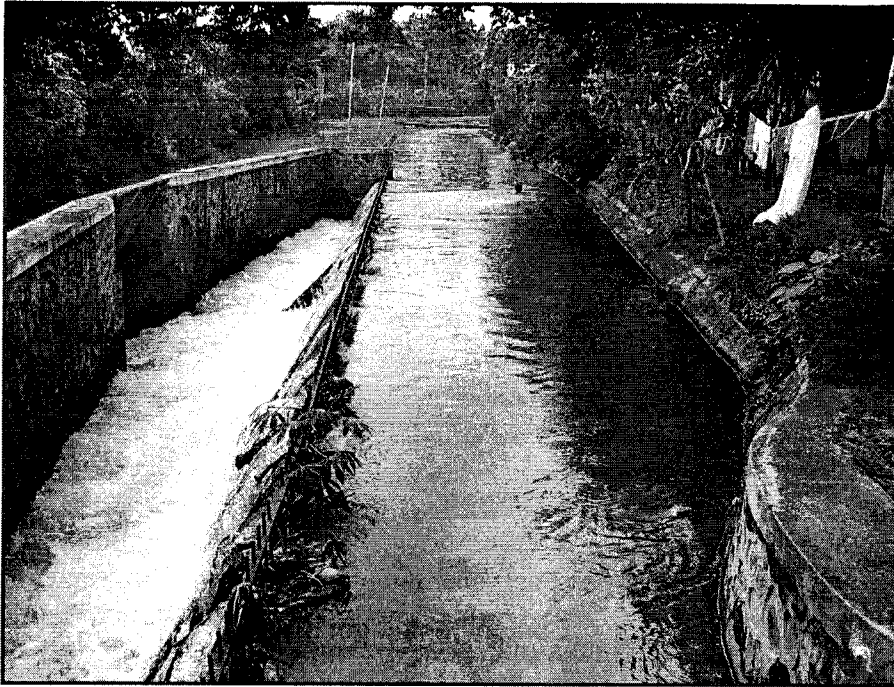
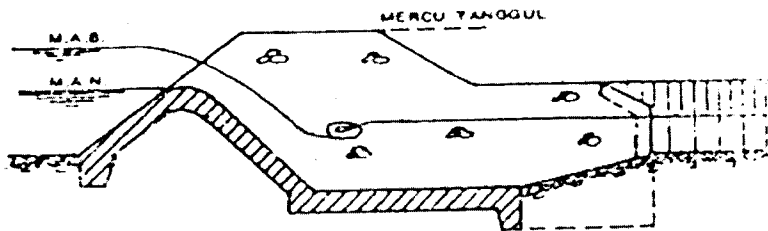


Foto 3.12 Contoh bentuk bangunan pelimpah samping pada saluran irigasi Danawarih Jawa Tengah. Pelimpah samping dilengkapi dengan saringan yang memerlukan pembersihan (Foto 2005)



Pelimpah samping dimaksudkan untuk membuang air kelebihan di saluran irigasi. Penempatannya di tempat tertentu yang dapat mengalirkan air kelebihan. Konstruksinya sederhana. Mercu tanggul saluran direndahkan sampai dengan tinggi muka air normal saluran.

Panjang mercu ambang pelimpah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Rumus pengaliran (rumus Engles):

$$Q = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} \sqrt[3]{L^{2.5} H^5}$$

Keterangan:

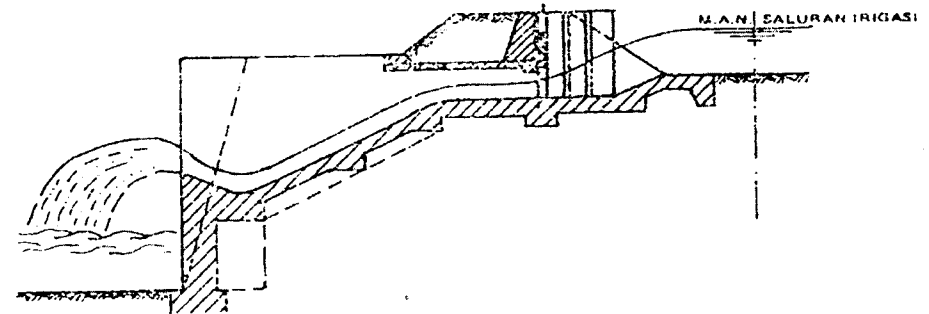
Q = debit air yang dilimpahkan m<sup>3</sup>/dt

L = panjang mercu ambang pelimpah.

H = tinggi air di atas mercu pelimpah.

$\mu = 0,57$  untuk ambang bulat

$\mu = 0,49$  untuk ambang tajam



Cara lain untuk membuang air kelebihan dari saluran irigasi yaitu dengan membuat bangunan pembuang yang dilengkapi dengan pintu sorong. Umumnya bangunan ini dikombinasikan dengan bangunan pembilas saluran.

## 4.2 Bangunan Jembatan dan Jalan Inspeksi

### 1) Bangunan jembatan

Didaerah irigasi banyak dijumpai persilangan antara saluran irigasi dengan jalan raya, jalan kereta api, jalan desa dan jalan inspeksi. Pada persilangan ini diperlukan bangunan jembatan.

Jembatan ini bila melintasi saluran irigasi disebut jembatan jalan inspeksi yang digunakan untuk keperluan inspeksi baik saluran maupun bangunan-bangunannya.

Pada perlintasan saluran irigasi dengan jalan raya, jembatan dapat berupa:

- jembatan pelat beton bertulang,
- jembatan balok gabungan,
- jembatan balok pratekan.

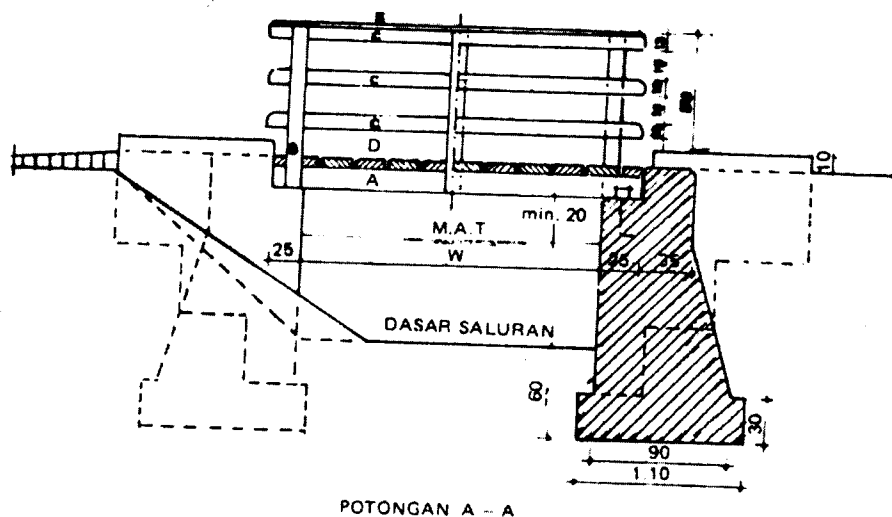
Untuk perlintasan saluran irigasi dengan jembatan kereta api, bentuk dan tipenya dibuat dengan wewenang PJKA.

Untuk perlintasan saluran irigasi dengan jalan desa, bentuk dan keadaannya dibuat dengan kondisi jalan desa dan sebagainya.

## 2) Jalan inspeksi.

Umumnya di sepanjang saluran primer dan sekunder disediakan jalan inspeksi. Bila jalan inspeksi ini melintasi saluran irigasi maka disediakan jembatan jalan inspeksi. Struktur jembatan jalan inspeksi ini umumnya:

- jembatan pelat beton persegi satu bentang atau lebih,
- jembatan dengan bentuk gorong-gorong bulat.



POTONGAN A - A

Gambar dikutip dari Pustaka

Contoh bentuk jembatan jalan desa

# BANGUNAN UKUR DEBIT DI JARINGAN IRIGASI TEKNIS

## 1 UMUM

Dalam jaringan irigasi teknis, banyaknya debit air yang mengalir ke dalam saluran harus dapat diukur dengan seksama agar pembagian air dapat dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Bangunan ukur debit yang biasa digunakan pada umumnya merupakan suatu pelimpah dengan ambang lebar atau ambang tajam.

Bangunan ukur biasanya difungsikan pula sebagai bangunan pengontrol. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan taraf muka air yang direncanakan dan untuk mengalirkan debit tertentu.

Pengaliran pada bangunan pengontrol dilakukan dengan cara melalui atas bangunan (melimpah/overflow) atau melalui bawah pintu/celah. Kondisi hidraulik ini dimanfaatkan dalam desain dan perancangan pintu-pintu air, yang semuanya didasarkan pada sifat aliran sempurna. Jika ternyata aliran yang terjadi bukan aliran sempurna, maka dalam aplikasinya pintu-pintu tersebut diberi tabel-tabel koreksinya.

Jenis-jenis bangunan ukur yang biasa digunakan dalam jaringan irigasi teknis antara lain yaitu:

- Ambang tajam; aliran atas dan tidak dapat mengatur taraf muka air.
- Ambang lebar; aliran atas dan tidak dapat mengatur taraf muka air.
- Tipe Parshall; aliran atas dan tidak dapat mengatur taraf muka air.

- Tipe Cipoletti; aliran atas dan tidak dapat mengatur taraf muka air.
- Tipe Romijn; aliran atas dan dapat mengatur taraf muka air.
- Tipe Crump de Gruyter; aliran bawah, dapat mengatur taraf muka air.
- Pipa sadap sederhana; aliran bawah dan dapat mengatur taraf muka air.
- Constant head orifice; aliran bawah dan dapat mengatur taraf muka air.
- Tipe pintu sorong; aliran bawah dan dapat mengatur taraf muka air.

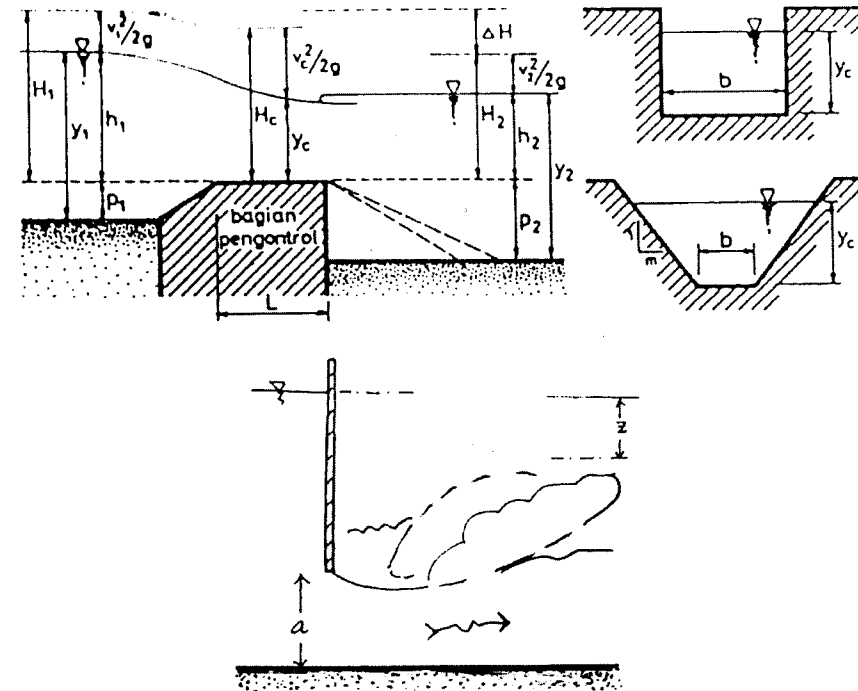
Dalam pelaksanaan pembuatan bangunan ukur di jaringan irigasi hendaknya dibatasi sampai dua atau maksimum tiga jenis saja. Hal ini dimaksudkan untuk menyederhanakan eksploitasi dan pemeliharaan.

Khusus pada bangunan bagi biasa diletakkan bangunan pengontrol yang dimaksudkan untuk mendapatkan taraf muka air tertentu yang direncanakan dan untuk mengalirkan suatu debit dengan besaran tertentu.

## 2 PERSYARATAN

Persyaratan dalam pembuatan dan pemakaian bangunan ukur yaitu:

- Semua debit harus dapat dialirkan lewat bangunan ukur dan pengukuran harus dapat dilaksanakan dengan seksama.
- Mudah dan cepat pelayanannya.
- Tidak mahal pembuatan dan pemeliharaannya.
- Hasil pengukuran harus cukup teliti.
- Alat pengukur harus dapat dikunci supaya tidak mudah diganggu.
- Kehilangan tekanan harus sekecil mungkin.
- Harus peka sebagai akibat perubahan debit.
- Rumus pengalirannya sederhana.
- Terhindar dari gangguan sampah dan benda padat lainnya serta angkutan sedimen.

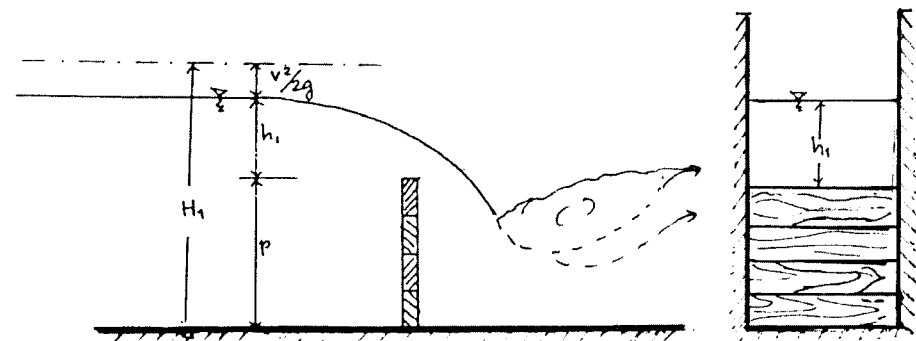


Contoh aliran melalui atas ambang dan melalui lubang/celah

## 3 BANGUNAN UKUR DEBIT

### 3.1 Tipe Ambang Tajam

Bangunan ukur tipe ambang tajam yang umum digunakan adalah skot balok. Bangunan ini merupakan susunan balok-balok kayu sederhana. Agar eksploitasinya mudah disarankan lebar pintu kurang dari dua meter.



Contoh aliran melalui atas bangunan pada ambang tajam (skot balok kayu)

Rumus pengaliran:

$$Q = C_d C_v \frac{2}{3} \sqrt{2/3g} b h_1^{1/2}$$

Keterangan :

$Q$  = debit, m<sup>3</sup>/det

$C_d$  = koefisien debit

$C_v$  = koefisien kecepatan datang

$g$  = percepatan gravitasi, m<sup>3</sup>/det

$b$  = lebar pintu, m

$h_1$  = kedalaman air di atas mercu, m

$$h_1 / L \leq 1,5$$

$$h_1 / (h_1 + p) \leq 0,35$$

Kelebihan:

- konstruksi sederhana,
- biaya pembuatan murah,
- eksploitasi murah.

Kelemahan:

- hanya sebagai bangunan pengukur saja,
- eksploitasinya memerlukan minimum 2 orang,
- banyak memakan waktu,
- beda tinggi akibat penambahan/pengurangan balok cukup besar,
- penurunan muka air di hulu cukup besar,
- mudah dioperasikan oleh orang yang tidak berwenang,
- mudah dicuri.

### 3.2 Tipe Ambang Lebar

Bangunan ukur tipe ambang lebar sering digunakan, karena bangunan ini kokoh dan mudah dibuat.

Hubungan tunggal antara muka air di udik dan debit, akan mempermudah pembacaan debit secara langsung dari papan duga tanpa menggunakan tabel-tabel debit.

Daftar di bawah ini memperlihatkan bentuk bangunan ambang lebar yang fleksibel dan mudah dikombinasikan dengan alat-alat ukur lainnya.

BAGUNAN PENGUKUR DEBIT		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Keterangan	
ALAT UKUR AMBANG LEBAR		1,8	2 %	0,1 h <sub>1</sub> sampai 0,3 h <sub>1</sub>	+	+	+	rendah	Dianjurkan untuk pengukur debit jika muka air harus tetap bebas	(1) Eksponen U dalam Q = Kh <sub>1</sub> <sup>U</sup>
ALAT UKUR CIPOLLETTI		1,5	5 %	h <sub>1</sub> > 0,05 m	-	-	-	sedang	tidak dianjurkan	(2) % kesalahan dalam tabel debit
ALAT UKUR PARSHALL		1,6	3 %	0,5 h <sub>1</sub> sampai 0,2 h <sub>1</sub>	+	+	+	sangat mahal	tidak dianjurkan	(3) Kehilangan energi yang diperlihatkan pada h <sub>1</sub>
ALAT UKUR ROMJEN		1,6	3 %	0,03 h <sub>1</sub>	+	+	+	1 atau 2	mahal	(4) Kemungkinan melewatkan sedimen
ALAT UKUR CUMPFRE GRUYTER		0,5	3 %	h <sub>1</sub> < W/2	-	-	-	2	sedang	(5) Kemungkinan melewatkan benda benda hanyut
DRIFTER DENGAN TINGKAI ENERGI TETAP		0,5	> 7%	> 100 m	-	-	-	3	sangat mahal	(6) Jumlah beban papan duga pada aliran meluap

Dikutip dari Pustaka

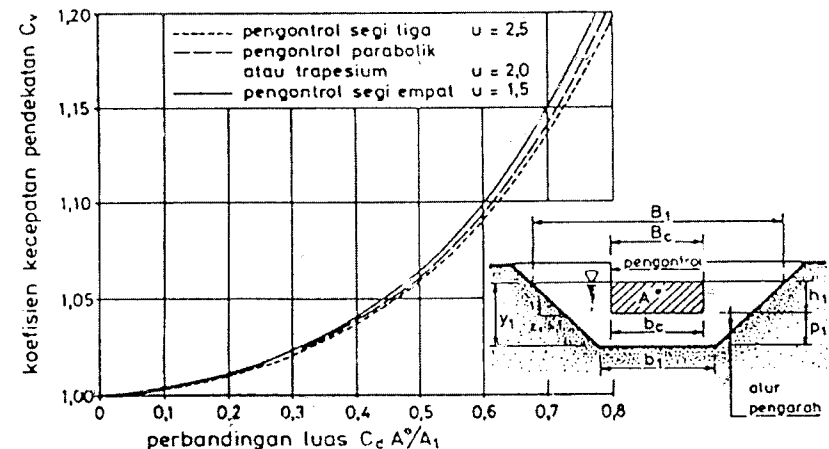
Perencanaan hidraulik:

Secara umum persamaan hidraulik ambang lebar sama dengan ambang tajam;

$$Q = C_d C_v \frac{2}{3} \sqrt{2/3g} b h_1^{1/2}$$

$$C_d = 0,93 + 0,10 H_1/L$$

Hubungan antara  $C_v$  vs  $C_d A^*/A$  disajikan dalam grafik di bawah ini:



$C_v$  sebagai fungsi perbandingan  $C_d A^*/A_1$

Pengaliran di atas ambang lebar

Persamaan debit untuk bangunan ukur ambang lebar bentuk trapesium adalah:

$$Q = C_d (b_c + m c^2) 2g (H_1 - y_c)^{1/2}$$

Kelebihan:

- bentuk hidrolik fleksibel dan sederhana,
- konstruksi kuat, sederhana dan tidak mahal,
- benda hanyut dapat dilewatkan dengan mudah,
- eksploitasinya mudah.

Kelemahan:

- hanya dapat dipakai sebagai bangunan pengukur saja,
- pengukuran teliti hanya untuk kondisi aliran sempurna.

### 3.3 Bangunan Ukur Tipe Cipoletti

#### 1) Umum

Bangunan ini merupakan penyempurnaan dari alat ukur ambang tajam yang dikonstruksi sepenuhnya dengan cara bentuk trapesium.

Lubang pengaliran berbentuk trapesium dengan sisi-sisi yang miringnya 4:1.

#### 2) Persyaratan pemasangan

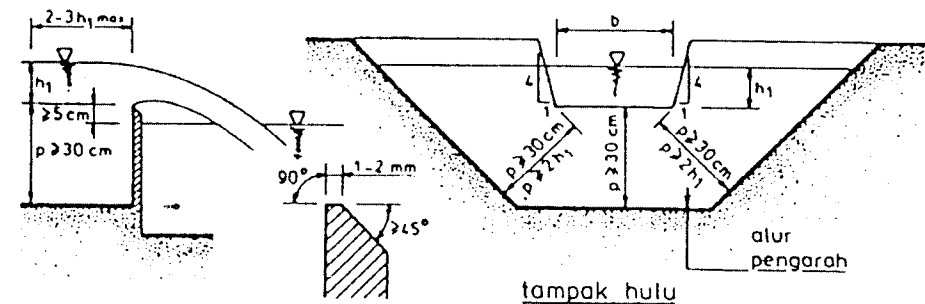
- Saluran di bagian udik bangunan ukur harus lurus sekitar 12-30 meter.
- Tinggi ambang paling sedikit harus diambil setinggi 2 h di atas dasar saluran di bagian udik.
- Jarak antara pinggir lubang pelimpah dan dinding saluran harus diambil paling sedikit sama dengan h.
- Pada pengaliran debit kecil, tinggi h paling sedikit 5 s.d cm dan letak muka air di hilir ambang paling sedikit 2,5 cm lebih rendah dari mercu ambang.
- Pemasangan ambang harus datar, dan harus tegak lurus pada sumbu saluran pengukur. Miring kedua sisi trapesium 4:1.

Kelobihan:

- bangunannya sederhana dan mudah dibuat dengan biaya yang tidak terlalu mahal,
- jika diberi papan duga berskala liter, petani akan mudah mengetahui volume air yang dipakai.

Kelemahan:

- sedimentasi terjadi di hulu bangunan, benda-benda hanyut tidak mudah dilewatkan, dapat menyebabkan kerusakan dan mengganggu ketelitian pengukuran debit,
- tidak dapat mengukur debit jika muka airnya lebih tinggi dari celah pengukur,
- kehilangan energi besar, sehingga tidak cocok untuk daerah datar,
- pengukuran debit sulit karena harus dilakukan oleh dua orang.



Contoh bangunan ukur tipe Cipoletti

### 3.4 Bangunan Ukur Debit Tipe Romijn

#### 1) Umum

Bangunan ukur debit tipe Romijn adalah suatu alat pengukur debit berambang lebar yang dapat digerakkan naik - turun untuk mengatur taraf muka air. Agar dapat bergerak mercunya dibuat dari plat baja yang dihubungkan dengan alat pengangkat.

Dapat dilayani oleh seorang operator, kehilangan tinggi tekan relatif kecil dan eksploitasinya mudah. Tetapi biaya pemeliharaan cukup tinggi, mudah dioperasikan oleh orang yang tidak borwenang dan sebagainya.

Bangunan ini terdiri atas enam tipe yaitu tipe I sampai dengan tipe VI dengan debit dari 160 l/det sampai dengan 900 l/det. Bentuk dan ukuran bangunan dapat diperhatikan pada gambar-gambar.

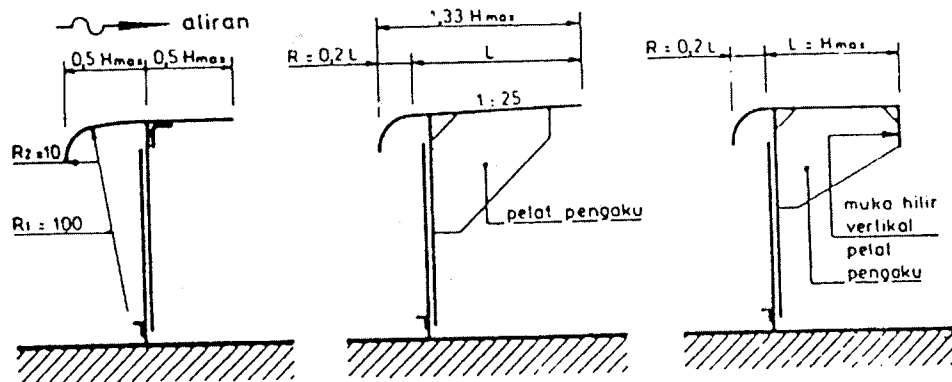
## 2) Bentuk hidraulik

Bangunan ukur tipe ini merupakan bendung bermercu lebar yang mempunyai sifat bahwa pada pengaliran sempurna terjadi keadaan aliran kritis di atas mercu yang mengalir mendatar dengan ketinggian  $2/3 h$  di atas mercu, di mana  $h$  adalah tinggi muka air di udik ambang. Alat ukur ini dipasang tegak lurus aliran.

## 3) Komponen dan fungsi bangunan

Bangunan ukur ini terdiri atas:

- Dua plat baja (atas dan bawah) yang ditempatkan dalam sponing. Kedua plat ini sebagai batasan gerakan ke atas dan ke bawah.
- Plat ambang dapat digerakkan ke atas dan ke bawah dan dihubungkan dengan stang pengangkat.
- Plat bawah diikatkan ke dasar dalam kedudukan di mana sisi atasnya merupakan batas paling pendek dari gerakan ambang.
- Plat bawah dihubungkan dengan plat atas di dalam sponing dan bertindak sebagai batas atas dari gerakan ambang. Ukuran ambang atas diambil sedemikian sehingga panjang ambang sama dengan dua kali tinggi muka air di udik ambang, di mana setengah adalah lurus dan setengahnya lagi berbentuk lengkung dengan dua macam jari-jari.



Contoh bangunan ukur Romijn

Jari-jari lengkungan ini masing-masing  $r = 0,33$  dan  $R = 2,67 h$  dan kemudian diberikan pembulatan seperlunya.

Jika dengan debit yang maksimum dan tinggi muka air yang maksimum, didapat lebar pintu (b) yang cukup lebar, maka sebaiknya konstruksi dibuat dua buah pintu, sebab kalau hanya dibuat satu pintu konstruksi tidak praktis.

Tebalnya air yang mengalir di atas ambang diambil tidak lebih dari 40 % dari tinggi air di saluran udik pintu. Ini berarti bahwa letak lantai dasar pintu ada pada  $2 \frac{1}{2}$  a 3 kali tinggi muka air di bawah permukaan air.

## 4) Kapasitas dan karakteristik

Kapasitas maksimum untuk satu alat ukur = 450 l/dt dengan lebar pintu = 1,30 m dan lebar ambang 0,60 m.

Untuk  $Q < 900$  l/dt dipakai dua pintu. Tinggi muka air di atas ambang maksimum adalah 0,35 m. Bangunan ukur ini dapat mengukur dengan baik jika dalamnya air di atas ambang minimum 0,05 m.

## 5) Perhitungan hidraulik

Rumus pengalirannya adalah :

$$Q = m b \frac{2}{3} h \sqrt{2g \frac{1}{3} h}$$

atau

$$Q = 1,71 m.b.h^{3/2}$$

Koefisien pengaliran (m) pada rumus di atas untuk mercu lebar mempunyai nilai  $< 1$ .

Untuk panjang ambang datar ( $L$ ) = 3 x tinggi muka air di udik ambang maka koefisien pengaliran (m) berkisar 0,97–0,98. Dan bila panjang ambang datar,  $L$ , sama dengan tinggi muka air di udik ambang, koefisien pengaliran (m) berkisar 0,98–1,01.

Berdasarkan percobaan pengaliran dengan tinggi muka air di udik ambang antara 0,06 m dan 0,30 m koefisien pengaliran (m) dapat disamakan dengan 1, dengan kesalahan lebih kurang 3 %.

Tinggi air yang mengalir di atas ambang tergantung dengan tinggi tekan yang tersedia dan kedalaman air di saluran udiknya. Oleh karena itu diusahakan adanya kelebihan tinggi tekanan untuk menghindari hal-hal yang tidak terduga yang

dapat mempengaruhi hal-hal yang dapat mempengaruhi tinggi air di hilir ambang.

Keadaan aliran *tidak sempurna* dimulai pada saat air hilir naik lebih tinggi dari  $\frac{2}{3} h$  di atas mercu dan jika naik lagi sampai  $\frac{4}{5} h$  maka debit akan berkurang sampai 5 %, sehingga tekanan minimum dari alat dapat diambil antara  $\frac{1}{3}$  sampai  $\frac{1}{5} h$  tergantung dari ketelitian yang ingin dicapai.

Capai ukur dari alat ukur tergantung dari pada penelitian dimana debit-debit yang terbesar dan terkecil masih dapat diukur dengan cukup teliti.

Jika tinggi muka air di udik ambang kurang dari  $\frac{1}{6} h$  hasil pengukuran tidak akan teliti dengan penyimpangan lebih besar dari 5 %.

Dalam praktek sebaiknya tinggi muka air di udik ambang jangan kurang dari  $\frac{1}{5} h$  agar didapat hasil pengukuran cukup teliti.

Dimensi Standar Bangunan Ukur Tipe Romijn

Tipe	Lebar [m]	H1 [m]	Debit max [l/det]	Kehilangan Energi	Tinggi meja [m]
I	0,50	0,33	160	0,08	$0,48 + V$
II	0,50	0,50	300	0,11	$0,65 + V$
III	0,75	0,50	450	0,11	$0,65 + V$
IV	1,00	0,50	600	0,11	$0,65 + V$
V	1,25	0,50	750	0,11	$0,65 + V$
VI	1,50	0,50	900	0,11	$0,65 + V$

Catatan:  $V = \text{variant} = 0,18 \times H_{\text{maks}}$

Kelebihan:

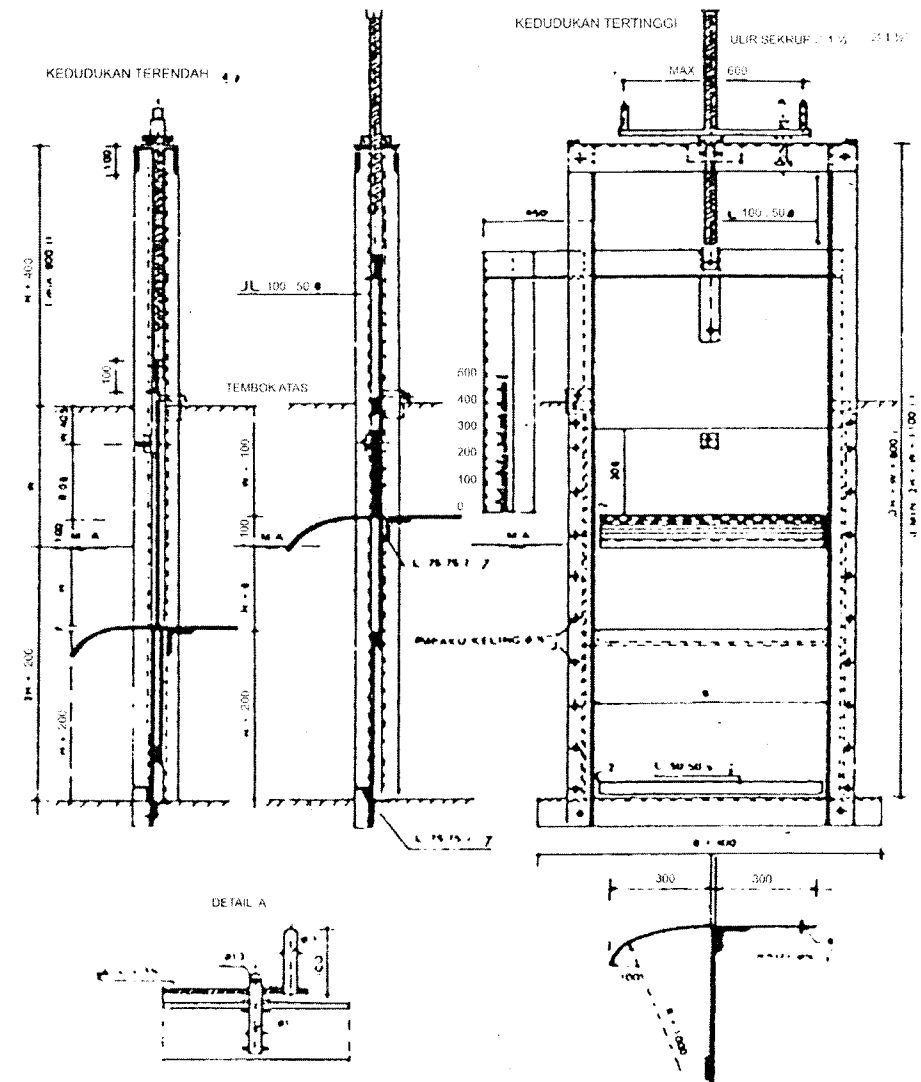
- dapat mengukur debit sekaligus mengatur muka air,
- dapat membilas sedimen,
- kehilangan tinggi tekan relatif kecil,
- pengukuran debit cukup teliti,
- eksploitasinya mudah.

Kekurangan:

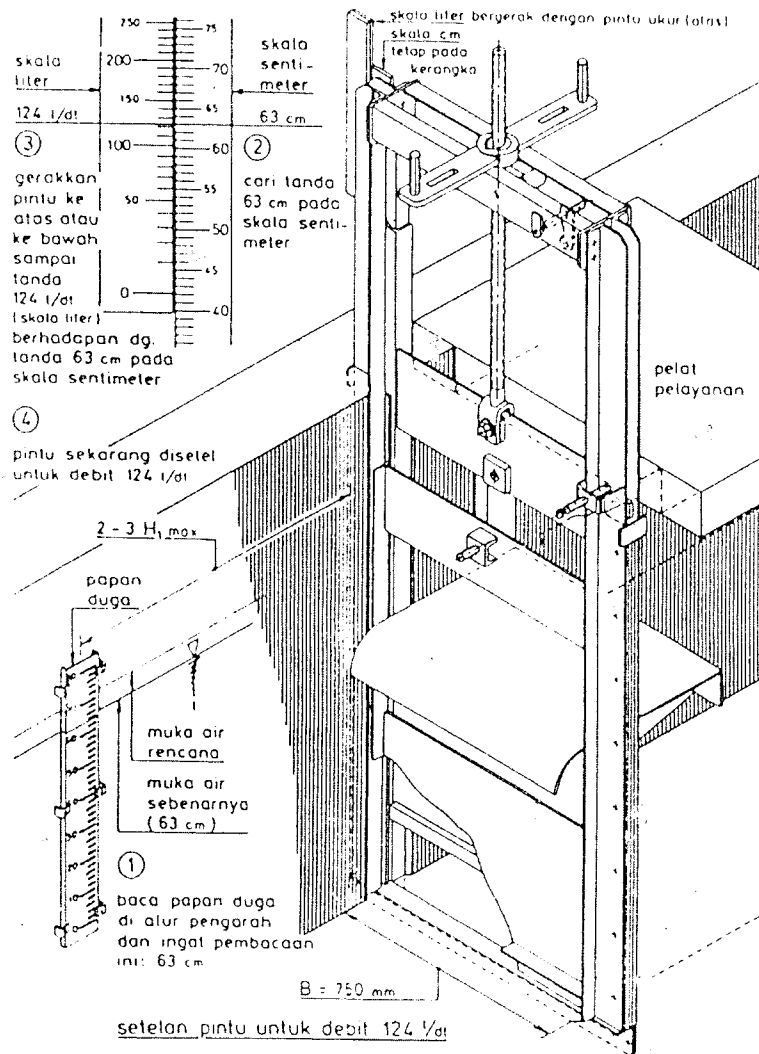
- pembuatannya rumit dan mahal,
- muka air di saluran harus cukup tinggi,

- biaya pemeliharaannya relatif mahal,
- mudah dioperasikan oleh yang tidak berwenang,
- peka terhadap fluktuasi muka air di saluran pengarah.

Di samping itu bangunan ukur jenis ini dalam prakteknya banyak rusak bagian bawah ambang/meja karena masalah pengoperasian.



Contoh tipe bangunan ukur Romijn dengan pintu bawah



Contoh sketsa tipe bangunan ukur Romijn

### 3.5 Bangunan Ukur Debit Tipe Parshall

#### 1) Umum

Bangunan ukur debit di saluran irigasi teknis yang lain yaitu tipe Parshall.

Bangunan ini hanya dapat mengukur besarnya aliran/debit dan tidak dapat mengatur taraf muka air. Pembacaan debit biasanya menggunakan tabel-tabel yang dibuat dari rumus pengalirannya sehingga memudahkan petugas.

#### 2) Kelebihan dan kelemahan

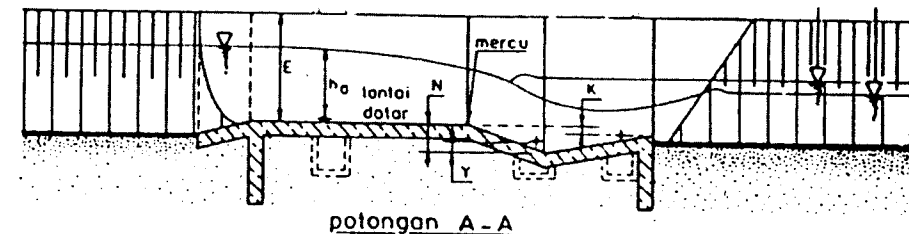
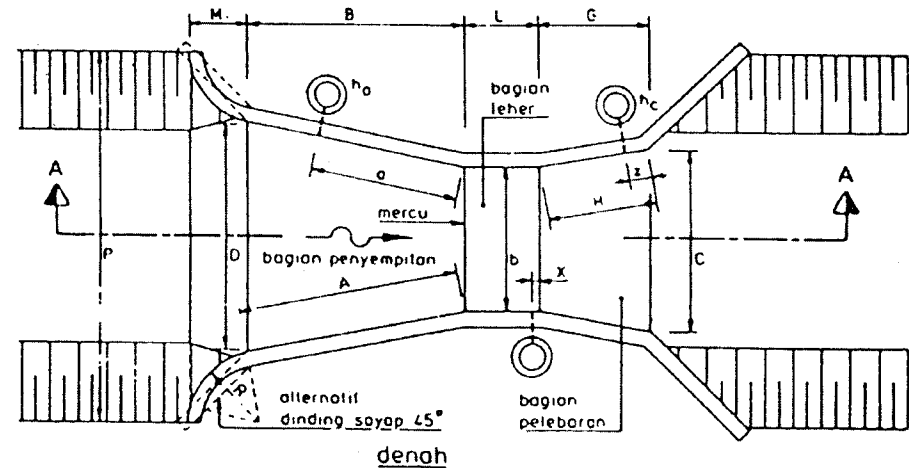
Tipe ini mempunyai kelebihan yaitu:

- mampu mengukur debit dengan kehilangan tinggi energi yang relatif kecil,
- cukup teliti untuk aliran tidak sempurna,
- benda padat yang hanyut mudah lewat,
- tidak mudah diubah-ubah petani untuk mendapatkan air diluar keperluan,
- tidak terpengaruh oleh kecepatan datang.

Kelemahan bangunan ini yaitu:

- pelaksanaannya harus teliti dan relatif sulit,
- tidak mudah dikombinasikan dengan bangunan lain sehingga kurang sesuai dipakai di bangunan sadap.

Bangunan ini hanya dapat mengukur besarnya aliran/debit dan tidak dapat mengatur taraf muka air. Pembacaan debit biasanya menggunakan tabel-tabel yang dibuat dari rumus pengalirannya sehingga memudahkan petugas.



Contoh tipe bangunan ukur Parshall



### 3.6 Bangunan Ukur Debit Tipe Crump de Gruyter

#### 1) Umum

Bangunan ukur debit tipe Crump de Gruyter adalah suatu alat pengukur debit berambang lebar dan dengan pintu sorong vertikal yang dapat digerakkan naik - turun untuk mengatur taraf muka air. Pintu ini dirancang oleh Crump (1922) yang kemudian disempurnakan oleh de Gruyter (1926).

Eksplotasinya cukup mudah dan juga cukup teliti, tetapi kehilangan tinggi tekan cukup besar.

Bangunan ini biasanya digunakan untuk mengukur debit-debit saluran yang relatif besar yaitu di atas 900 l/det.

#### 2) Penggunaan

Bangunan ukur ini digunakan untuk:

- Mengatur dan mengukur besarnya debit penyadapan.
- Dapat mengeluarkan endapan sedimen yang mungkin terjadi di udik pintu.
- Dapat digunakan pada bangunan bagi.

#### 3) Bentuk hidraulik

- Bangunan ukur ini terdiri atas tiga tipe yaitu masing-masing dengan lebar 0,40 m, 0,80 m, dan 1,20 m untuk tipe I, II, dan III.
- Pengaliran melalui lubang persegi empat.
- Kedua sisi kanan dan kiri dibatasi oleh dinding tegak, bagian bawah merupakan ambang dengan lebar pendek.
- Bagian atasnya terdapat pintu yang dapat dinaik turunkan.

#### 4) Kapasitas dan karakteristik

Ketelitian pengukuran =  $Q_{maks}/Q_{min}$ . Diambil dari nilai 1 – 10.

Dalamnya air minimum ( $Y_{min}$ ) di bawah pintu ditentukan oleh ketelitian alat ukur dengan ketentuan  $Y_{min} = 0,02$  m.

Untuk mempermudah perhitungan debit biasanya diikuti sertakan grafik untuk berbagai lebar pintu (b) dan tinggi air di atas ambang pintu (h).

#### 5) Rumus pengaliran

$$Q = c \cdot b \cdot y \cdot \sqrt{2g(H - Y)}$$

dimana : c = koefisien pengaliran, diambil = 0,94

y = 0,63 H (dalam praktek) .

$$Q = 0,94 \cdot b \cdot 0,63 \cdot H \sqrt{2g \cdot 0,37 \cdot H}$$

$$Q = 1,594 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

Z = beda tinggi antara muka air dari saluran dan tinggi muka air di bangunan.

H didapat dari tabel berikut:

= $Q_{max}/Q_{min}$	1	2	3	4	5	6	7	8
= $z/H$	0,167	0,386	0,445	0,575	0,620	0,665	0,690	0,715
$\beta = Y_{min}/H$	0,630	0,218	0,140	0,100	0,080	0,065	0,055	0,049

$\gamma$  = ketelitian

$$Q_{max} = 1,594 \cdot b \cdot H^{3/2}$$

$$b = \frac{Q_{max}}{1,594 \cdot H^{3/2}}$$

$$Y_{max} = 0,63 H$$

#### 6) Batasan penggunaan

Batasan penggunaan bangunan ukur ini yaitu:

- Untuk mendapatkan aliran yang baik bukaan pintu maksimum 0,63 h.
- Bukaan minimum adalah 0,02 h.
- Dasar dari saluran ukur harus horizontal dan dinding kanan kirinya tegak lurus.
- Minimum lebar pintu tidak kurang dari 0,20 m.



### Kelemahan

- Terjadi masalah pada angkutan sampah dan angkutan benda padat lainnya.
- Kehilangan tinggi energinya besar.

### 3) Persamaan hidraulik

Persamaan hidraulik pintu sorong (aliran bawah) sebagai berikut:

$$Q = K \mu a b \sqrt{2gz}$$

Keterangan :

$Q$  = debit m<sup>3</sup>/dt

$K$  = faktor aliran tidak sempurna  
( $0,5 < K < 1,0$ )

$\mu$  = koefisien debit ( $\pm 0,60$ )

$a$  = tinggi bukaan pintu, m

$b$  = lebar bukaan pintu, m

$g$  = percepatan gravitasi, m/dt<sup>2</sup>

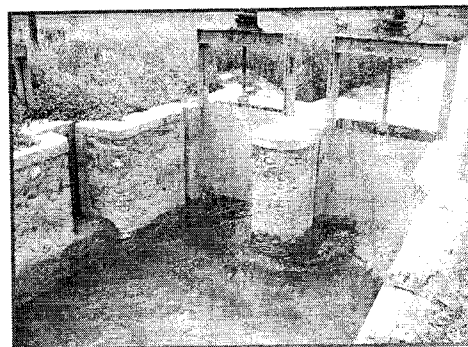
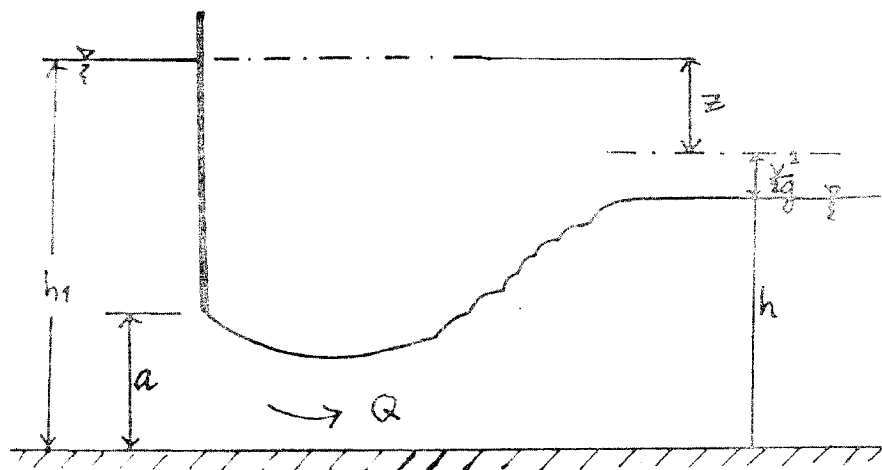


Foto 4.1 Contoh bentuk pintu sorong



### 3.8 Bangunan Ukur Constant Head Orifice (CHO)

Bangunan ini merupakan kombinasi dari ambang lebar dengan sekat-sekat yang dapat diatur. Selain dapat mengukur debit alat ini juga dapat mengatur muka air dengan teliti (hasil penelitian USBR).

### Perencanaan hidraulik:

$$Q = C A \sqrt{2g\Delta h}$$

Keterangan:

$Q$  = debit, m<sup>3</sup>/det

$C$  = koefisien debit ( $\approx 0,66$ )

$A$  = luas bukaan pintu, m<sup>2</sup>

$g$  = percepatan gravitasi, m<sup>3</sup>/det

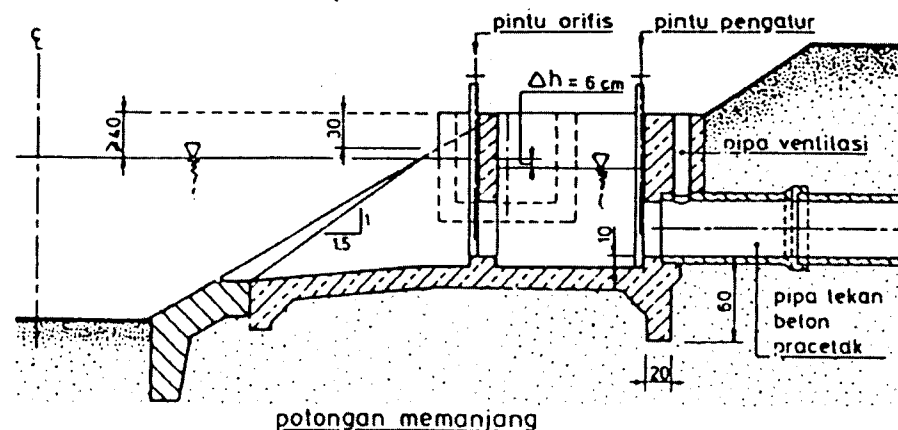
$\Delta h$  = kehilangan tinggi energi di atas mercu, m

Kelebihan:

- pengukuran dan pengaturan cukup akurat,
- konstruksi cukup kuat.

Kelemahan:

- pembuatannya harus teliti dan biayanya cukup mahal,
- eksploitasinya harus cermat,
- ada masalah dengan benda hanyut dan sedimentasi,
- kurang cocok untuk daerah yang bersedimen tinggi.

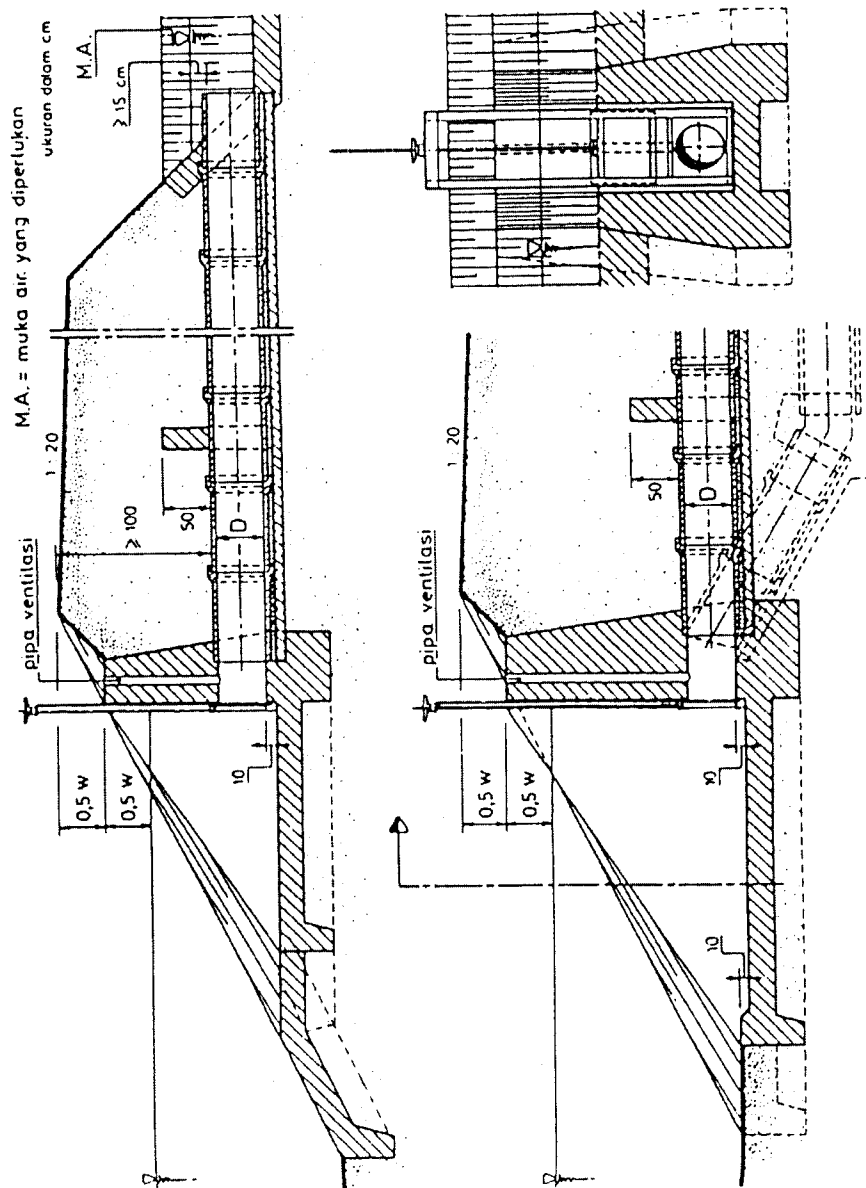


Contoh bangunan ukur Constant Head Orifice (CHO)

### 3.9 Pipa Sadap Sederhana

Pipa sadap sederhana berupa pipa dengan diameter standar 0.15, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.50 atau 0.60 m yang dapat ditutup dengan pintu sorong.

Persamaan hidrauliknya sulit untuk diturunkan sehingga akan mudah dengan menggunakan tabel-tabel.



Contoh bangunan ukur pipa hisap sederhana

# TINJAUAN TEKNIK PEMBERIAN AIR UNTUK TANAMAN PADI

## 1 IRIGASI TEKNIK KONVENSIONAL

### 1.1 Pemberian Air Irigasi

Teknik pemberian air irigasi pada tanaman padi, tergantung pada umur dan varietas padi yang ditanam serta cara pengolahannya.

Cara mengairi tanaman padi pada lahan sawah berdasarkan pengalaman secara konvensional yaitu sebagai berikut:

- Setelah bibit ditanam atau setelah pemupukan pertama, selama tiga hari pertama petakan sawah tidak diairi, tetapi dibiarkan dalam keadaan macak-macak.
- Dari umur empat hingga empat belas hari setelah tanam (selama 10 hari) diberi air irigasi setinggi 7 – 10 centimeter, agar temperatur tanah tidak naik yang dapat mengakibatkan tanaman layu.
- Dari umur 15 hingga 30 hari setelah tanam (selama 14 hari) sawah digenangi terus menerus dengan tinggi air antara 3 – 5 centimeter. Tinggi air lebih dari 5 cm dapat menghambat perkembangan “anakan”. Periode ini disebut periode kritis kesatu. Kekurangan air pada fase ini akan mengurangi jumlah anakan/tunas.
- Setelah itu air dikeluarkan dan sawah dikeringkan hingga macak-macak. Pada masa ini dilakukan pemupukan urea kedua. Dari umur 35 sampai 50 hari setelah tanam, sawah digenangi lagi selama 14 hari dengan tinggi genangan 5 sampai 10 cm.
- Pada umur 50 hari setelah tanam, petakan sawah dikeringkan selama 5 hari dan dibiarkan kering sampai macak-macak. Pada masa ini dilakukan pemupukan urea ketiga.

- Pada umur 55 hari dilakukan penggenangan secara terus menerus dengan tinggi genangan 10 cm sampai dengan masa berbunga serempak. Periode ini disebut masa kritis kedua. Kekurangan air pada periode ini akan melemahkan pembentukan malai pembuahan, sehingga mengakibatkan kehampaan pada sebagian tanaman padi.

- Pada 7 sampai 11 hari sebelum panen petakan sawah dikeringkan.

Pembagian air pada jaringan irigasi teknis dapat dilakukan dengan cara:

- Secara serentak; yaitu air yang masuk dibagikan ke seluruh blok secara bersamaan, dengan debit yang sesuai menurut kebutuhannya. Hal ini dapat dilakukan jika persediaan air cukup memadai.
- Secara bergiliran atau rotasi; dilaksanakan secara bergiliran antara areal-areal tertentu. Cara ini dapat dilakukan dengan tiga cara:
  - Rotasi antar kuarter; pembagian air antara kuarter diberikan secara bergiliran dalam waktu tertentu tergantung luas dan jenis tanamannya.
  - Rotasi antar blok; air dari saluran kuarter diberikan secara bersamaan, tetapi air yang masuk ke blok dalam tiap kuarter diberikan secara bergiliran.
  - Rotasi antar kuarter dan antar blok; pembagian air kuarter dilakukan secara bergiliran, demikian pula pembagian ke blok-blok dalam tiap kuarter diberikan secara bergiliran. Dalam menentukan silang rotasi pembagian air dengan syarat tidak melebihi batas kemampuan maksimum tanaman terhadap kekeringan.

## 1.2 Kebutuhan Air Irigasi

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

- Cara penyiapan lahan.
- Kebutuhan air untuk tanaman.
- Perkolasi dan rembesan.
- Pergantian lapisan air.
- Curah hujan efektif.



Foto 5.1. Pengukuran tinggi air

Besarnya kebutuhan air di sawah bervariasi menurut tahap pertumbuhan tanaman dan bergantung kepada cara pengolahan lahan. Besarnya kebutuhan air di sawah dinyatakan dalam mm/hari.

Angka kebutuhan air berdasarkan literatur yang ada yaitu:

- Pengolahan tanah dan persemaian, selama 1-1,5 bulan dengan kebutuhan air 10 – 14 mm / hari.
- Pertumbuhan pertama (vegetatif), selama 1-2 bulan dengan kebutuhan air 4-6 mm / hari.
- Pertumbuhan kedua (vegetatif), selama 1-1,5 bulan dengan kebutuhan air 6-8 mm / hari.
- Pemasakan selama lebih kurang 1-1,5 bulan dengan kebutuhan air 5-7 mm / hari.

Kedalaman air di sawah yang selama ini dilakukan petani yaitu:

- Kedalam air di sawah setinggi sekitar 2,50 cm dimaksudkan untuk mengurangi pertumbuhan rumput/gulma.
- Kedalam air di sawah setinggi sekitar antara 5,0 – 7,5 cm dimaksudkan untuk meniadakan pertumbuhan rumput/gulma.

## 1.3 Kapasitas Saluran Irigasi

Kapasitas saluran irigasi ditentukan menurut banyaknya kebutuhan air untuk tanaman padi. Menurut R. Sarah Reksokusumo dalam "Dasar-dasar untuk Membuat Perencanaan Teknis Jaringan Irigasi, Jilid III" disebutkan bahwa garis penggunaan air di daerah irigasi Pemali dipakai sebagai pedoman untuk menghitung kebutuhan air selama pertumbuhan padi. Air yang diperlukan sebagai berikut:

- Sebanyak 0,30 a l/dt/ha untuk pengolahan tanah/pembibitan yang luasnya  $\frac{1}{8}$  x sampai  $\frac{1}{12}$  x luas sawah yang akan ditanami selama  $\frac{1}{2}$  bulan pertama. Selama itu hanya tempat-tempat pembibitan yang diberi air.
- Sebanyak 0,4 a l/dt/ha guna pengolahan tanah dan menanam selama  $\frac{1}{2}$  bulan kedua, ketiga dan keempat.
- Sebanyak 0,70 a l/dt/ha guna tumbuhnya tanaman selama  $\frac{1}{2}$  bulan ke lima sampai dengan selanjutnya.
- Sesudah itu tanaman tidak memerlukan air hingga panen.

Nilai dari a berbeda untuk tiap daerah, tergantung dari struktur tanah, keadaan medan dan sebagainya.

Untuk menghitung kapasitas saluran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = a \times C \times L$$

Keterangan:

Q = debit kapasitas saluran dalam l/dt.

A = kebutuhan air normal dalam l/dt/ha.

C = koefisien/ordinat lengkung kapasitas Tegal.

L = luas areal sawah yang akan diairi dalam hektar.

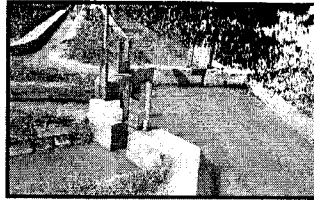


Foto 5.2 Saluran irigasi

Kebutuhan air maksimum sebesar a l/dt/ha untuk daerah seluas lebih kurang 140 hektar disebut kebutuhan air normal. Untuk kebutuhan air maksimum di lapangan ditambah antara 10%-20% kehilangan air yang meresap ke dalam tanah dan penguapan di sepanjang saluran.

## 2 TEKNIK IRIGASI HEMAT AIR

### 2.1 Pengembangan Teknik Irigasi Hemat Air

Ditinjau dari segi jumlah keberadaan air adalah tetap, sedangkan kebutuhan air akibat pertumbuhan jumlah penduduk dan berkembangnya peradaban menyebabkan tuntutan kebutuhan air semakin meningkat. Hal ini menyebabkan ketersediaan air bagi setiap orang semakin lama semakin terbatas dan pada akhirnya cenderung langka. Oleh karena itu penggunaan air harus diatur yang didasarkan pada besarnya permintaan.

Berdasarkan pengamatan dan pengalaman lapangan timbul pemikiran baru dalam pemberian air untuk tanaman dengan cara yang lebih menghemat. Cara yang diterapkan dengan sistem genangan sudah dianggap konvensional karena tidak efektif bagi tanaman yang menyerap air di luar daerah akar dari tanaman tidak ada gunanya.

Sesungguhnya yang dibutuhkan oleh tanaman adalah lengas tanah. Karena itu pemberian air irigasi dalam rangka upaya hemat air diartikan sebagai pengendalian lengas tanah (control of soil moisture). Pemberian air yang berlebihan justru akan menimbulkan *water logging*, salinasi dan sebagainya.

Salah satu upaya hemat air adalah pemberian air yang tidak membasahi tanah di luar daerah akar utama tanaman, karena air

yang membasahi di luar daerah tanaman akan hilang karena penguapan atau rembesan.

Decentralized Irrigation System Improvement Project in Eastern Region of Indonesia (DISIMP) adalah program pembangunan jaringan irigasi di wilayah Indonesia bagian Timur yang dibiayai oleh JBIC yang dilaksanakan oleh Ditjen Sumber Daya Air Dep. PU. Teknik pemberian air irigasi yang dikembangkan untuk tanaman padi yaitu pemberian air irigasi terputus (*intermittent irrigation*). Pola penanaman padi yang dicoba yaitu budidaya padi cara SRI.

### 2.2 Teknik Pemberian Air Irigasi Terputus

Cara hemat air irigasi oleh DISIMP telah dikembangkan pada tanaman padi system of rice intensification (SRI) dengan teknologi irigasi terputus (*intermittent irrigation*). Konsultan Nippon Coei di NTB telah mencoba beberapa cara dalam pemberian air irigasi terputus-putus.

Sistem irigasi terputus-putus, membuat akar tanaman terpacu untuk berkembang memanjang mencari air jauh ke dalam. Akan terjadi proses oksidasi pada daerah perakaran, sehingga akar tumbuh subur dan mikro organisme tanah hidup subur dan hara tanah tersedia secara baik. Air yang diberikan pada waktu tanah sudah retak, tetapi tetap lembab, sehingga air yang diberikan masuk jauh dalam ke daerah perakaran. Pemberian air terputus ini sangat efektif dan mengurangi pemberian air yang berlebihan serta menjamin distribusi air yang merata.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan DISIMP, kebutuhan air padi pola SRI sampai umur 57 hari adalah 2.083 m<sup>3</sup>/hektar. Kalau air irigasi padi SRI 6.000 m<sup>3</sup>/hektar, sementara itu sistem irigasi pemberian air terus menerus pada padi Non-SRI diperkirakan perlu air irigasi 10.000 m<sup>3</sup>/ha/musim. Dilaporkan pula bahwa cara bertani padi SRI ini menggunakan air lebih hemat 40 % dari air untuk pertanian padi secara konvensional.

Konsultan Nippon Coei telah melakukan pula berbagai percobaan pemberian air untuk tanaman padi SRI. Percobaan dilakukan di Batu Bulan NTB dengan sistem irigasi terputus dalam tiga golongan. Golongan A dapat air tanggal 1-10. Golongan B tanggal 11-20 dan golongan C tanggal 21 – 30. Berarti setiap petak sawah akan dapat air selama 10 hari dan kering selama 20 hari. Sistem pemberian air di Jurang Batu NTB dapat air 5 hari sebulan, sehingga periode keringnya adalah 25 hari dalam sebulan.

### 2.3 Air Untuk Teknik Budidaya Padi Pola SRI

Di Jawa Barat dan di NTB telah dikembangkan penanaman padi pola SRI. Keunggulan padi SRI adalah dalam memanfaatkan potensi tanaman muda untuk tumbuh maksimal terutama untuk pertumbuhan akar. Akar tanaman yang kuat akan mendorong penyerapan hara secara maksimal dan merangsang pertumbuhan anakan dan tingginya tanaman secara optimal.

Tanaman padi SRI akan lebih resistant terhadap kekurangan air irigasi pada fase pertumbuhan vegetatif, karena akar tanaman dapat mengambil air jauh ke dalam daerah perakaran. Namun demikian, pada fase pembungaan dan pengisian gabah, kebutuhan air sangat perlu sebagai sumber energi untuk mentransfer makanan dari daun ke bulir. Untuk mengikat air agar tidak terjadi plasmolisis, maka pupuk organik sangat perlu diberikan pada tanaman padi SRI. Selain itu pupuk organik juga dapat menyediakan hara secara lengkap, walaupun dalam jumlah yang terbatas. Pupuk organik sekaligus memperbaiki struktur tanah menjadi gembur, sehingga akar tanaman dapat berkembang secara baik.

Foto 5.3 Keadaan box tersier dan saluran tersier ferrocement di DI Manganti Jabar. Saluran ferrocement lebih ringan, mudah pelaksanaannya dan dapat dibuat secara massal.

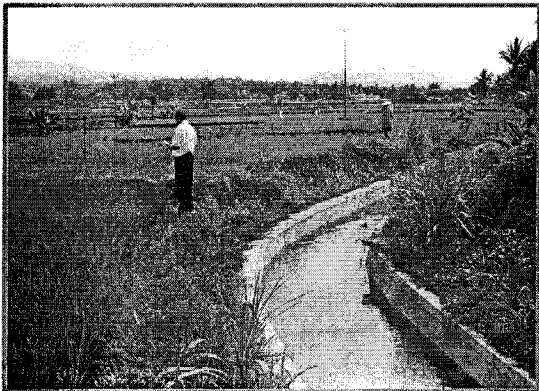
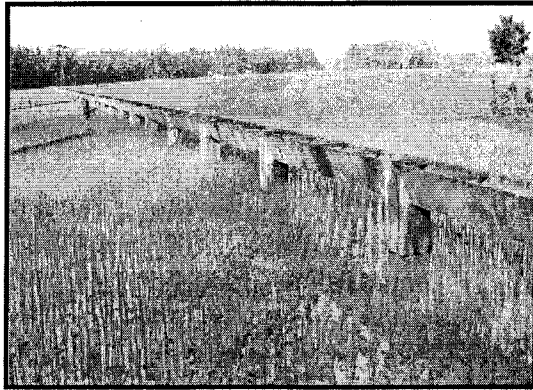


Foto 5.4 Saluran irigasi dengan pasangan di Daerah Irigasi Sei Dareh Payakumbuh. Saluran pasangan akan menghindarkan kehilangan air.

## TINJAUAN DAN TATA CARA BUDIDAYA PADI SRI \*)

### 1. BUDIDAYA PADI POLA SRI

Apa dan bagaimanakah yang disebut budidaya padi pola SRI? SRI adalah system rice of intensification. Budidaya padi pola SRI adalah cara budidaya tanaman padi yang intensif dan efisien dengan proses manajemen perakaran yang berbasis pada pengelolaan yang seimbang terhadap tanah dan air.

Berdasarkan pengalaman petani di Jawa Barat dan di NTB dalam membudidayakan padi pola SRI yaitu sebagai berikut:

- Pengolahan tanah dilakukan sama dengan cara bertani padi konvensional.
- Uji mutu benih; dilakukan sebelum benih disemai. Benih yang baik saja yang disemai. Jumlah benih sekitar 5 kg per hektar. Benih yang ditanam apa saja kesukaan petani.
- Semai benih; pesemaian dapat dilakukan di lahan kering di atas wadah berupa baki plastik atau tampah triplek. Areal pesemaian paling kurang 50 – 100 m<sup>2</sup>.
- Tanam bibit muda dan tunggal; berdaun dua, umur muda (8-10) hari sesudah semai dengan jarak tanam paling kurang 30 x 30 cm. Waktu cabut sampai tanam secepatnya kurang dari 3,0 menit, bersama tanah.
- Pemberian air irigasi; terputus-terputus.
- Pemupukan; padi pola SRI mengutamakan pupuk organik.
- Penyiangan; penyiangan pertama dilakukan antara 14 dan 24 hst, sampai panen minimum disiang sebanyak empat kali.

Penyiangan akan berfungsi ganda untuk membuang rumput dan menggemburkan tanah.

- Panen; berdasarkan percobaan di NTB hasil produksi padi SRI adalah 14,80 ton/hektar GKP atau 12,73 ton/hektar GKG. Jika susut 25% maka hasil gabah kering adalah 9,546 ton/hektar.
- Keuntungan petani; pendapatan kotor petani SRI Rp. 8,27 juta/hektar. Pendapatan bersih petani SRI adalah Rp. 5,274 juta/hektar. B/C ratio padi SRI adalah 2,76 sedangkan padi Non SRI adalah 1,29.



\*) Sumber; Wawancara, pengamatan  
budidaya padi pola SRI

Foto 6.1 Padi SRI siap panen

## 2. KEUNGGULAN BUDIDAYA PADI POLA SRI

Berdasarkan pengembangan terhadap penanaman padi pola SRI di NTB dilaporkan bahwa terdapat keunggulan budidaya padi pola SRI.

Metode padi SRI menciptakan kondisi yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Benih disemai pada persemaian kering di atas media yang mempunyai bahan organik tinggi. Air diberikan pada persemaian secukupnya, sehingga perkembangan akar maksimal. Pada waktu benih mulai mengeluarkan daun dua helai, maka tanaman dipindahkan ke sawah dengan membawa media tumbuh pada persemaian.

Waktu tanaman pindah, hanya ada satu tanaman yang dipindah, sehingga tidak ada gangguan akar dan batang sewaktu pindah tanam dari kondisi persemaian ke kondisi sawah. Kondisi sawah dijaga tidak tergenang sehingga pelepah daun tidak kena air, agar tidak busuk. Kondisi yang aerobik mendorong akar tanaman untuk tumbuh dan berkembang dengan baik ke daerah perakaran.

Jarak tanam jarang (30 cm x 30 cm), mendorong perakaran lebih leluasa mencari hara tanaman dan waktu pertumbuhan daun mulai berkembang sesudah umur padi di atas satu bulan maka tidak akan terjadi persaingan dalam mendapatkan sinar

matahari. Anakan primer akan sempurna bertambah dengan kondisi akar yang kuat.

Gulma menjadi pesaing utama pada padi pola SRI karena air yang terputus dan tanah teroksidasi serta biji rumput dapat kesempatan untuk berkembang. Namun dengan penyiangan tiap sepuluh hari, gulma dapat diberantas. Disamping itu sekaligus berfungsi untuk menggemburkan tanah.

Pemberian air untuk tanaman padi pola SRI hanya memakai air pada waktu yang diperlukan saja sehingga air yang berlebih dapat dialirkan ke daerah yang jauh di ujung saluran. Penghematan penggunaan air ini mendorong tingginya hasil produksi padi SRI terutama di musim hujan. Kondisi lahan pada waktu tertentu dijaga agar kering sehingga proses oksidasi berjalan sempurna di daerah perakaran dan pertumbuhan akar maksimal. Sistem pemberian air terputus-putus membuat akar tanaman terpacu untuk berkembang memanjang mencari air jauh ke dalam. Air diberikan pada waktu tanah sudah retak, tetapi tetap lembab, sehingga air yang diberikan masuk jauh ke dalam daerah perakaran. Pemberian air yang terputus-putus sangat efektif dan mengurangi pemberian air yang berlebihan serta menjamin distribusi yang merata.

Pemberian pupuk organik sangat baik untuk menyediakan unsur hara secara lengkap dan juga menciptakan struktur tanah menjadi sangat kondisional untuk pertumbuhan padi. Pupuk organik akan menghisap air sebanyak mungkin dan melepaskannya secara bertahap, sehingga kebutuhan air menjadi sangat efektif.

Semua faktor di atas menjadi kunci yang saling mengait dalam mendorong pertumbuhan vegetatif dan generatif sehingga tanaman padi SRI unggul dari padi Non SRI. Dengan demikian produksi padi pola SRI jauh lebih tinggi dari padi Non SRI.

## 3. TEKNIK BUDIDAYA PADI POLA SRI

### 3.1. Pengolahan tanah

Prinsip pengolahan tanah adalah pemecahan bongkah-bongkahan tanah sawah sedemikian rupa hingga menjadi lumpur lunak dan sangat halus untuk mendapatkan media tumbuh yang



baik. Pengolahan tanah yaitu dibajak/ditraktor, digaru dan diratakan.

Langkah-langkah pengolahan tanah adalah sebagai berikut:

- 1) Rendam lahan sawah kurang lebih seminggu agar tanah menjadi lunak, sebelum dibajak/ditraktor.
- 2) Perbaiki dan tinggikan pematang sawah serta tutup lubang-lubang yang ada.
- 3) Lakukan pengolahan tanah pertama sedalam 25 cm – 30 cm; pengolahan dapat dilakukan dengan cara membajak atau dengan cara traktor. Pengolahan tanah yang baik sedalam 30 cm.
- 4) Setelah sawah diolah (dibajak/ditraktor) genangi lagi lahan tersebut lebih kurang selama seminggu.
- 5) Sebelum pengolahan tanah kedua, beri pupuk organik sebanyak antara 5-10 ton/hektar secara merata ke seluruh permukaan tanah lalu biarkan selama 4 hari.
- 6) Lakukan pengolahan tanah kedua sehingga bongkahan tanah menjadi lebih halus dan menyatu dengan pupuk organik.
- 7) Sisa-sisa tanaman dan rumput-rumputan dibenamkan saat pengolahan tanah/pembajakan.
- 8) Lahan yang sudah dibajak kedua kalinya genangi kembali selama 4 hari.
- 9) Lakukan penggaruan tanah sehingga tanah menjadi rata.
- 10) Biarkan lahan tergenang lagi selama 4 hari sehingga tanah sudah menjadi lumpur halus dan pupuk organik sudah menyatu sempurna dengan tanah.
- 11) Lahan sehat siap ditanami.

Catatan:

- pada saat penaburan pupuk organik dan meratakan tanah, usahakan air tidak mengalir sehingga nutrisi tidak hanyut
- di pinggir dan di tengah petakan dibuat parit agar mudah untuk pengaturan air.



Sumber Foto: DISIMP

Foto 6.2 Penyiapan lahan

### 3.2. Pembenihan

#### 3.2.1 Seleksi benih

Dalam penyiapan benih yang baik untuk ditanam, terlebih dahulu harus diuji, sehingga benih yang baik saja yang disemai. Menurut pengalaman dari benih 5 kg, yang baik hanya sekitar 3,5 kg sehingga penyediaan benih harus dilebihkan. Tata cara pengujian benih yaitu sebagai berikut:

- 1) Benih yang dipilih, harus bermutu baik/bernas, sehat bebas penyakit.
- 2) Jenis benih bisa jenis Sintanur, IR 64, Ciherang, Pandan atau tergantung kesukaan petani.
- 3) Lakukan pengujian benih dengan cara sebagai berikut:
  - Masukkan air ke dalam toples, kemudian masukkan garam yang kasar ke dalam toples; aduk sampai larut dan masukkan telur sampai posisi mengapung; jika telur belum mengapung tambahkan garam.

- Masukkan benih ke dalam toples yang berisi air garam, kemudian pisahkan benih yang mengambang dengan yang tenggelam; selanjutnya benih yang tenggelam yang bermutu dicuci dengan air biasa sampai bersih.

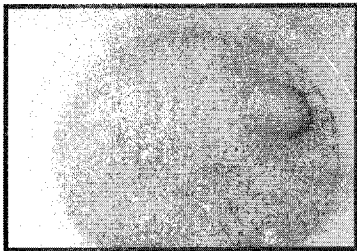


Foto 6.3

- 4) Benih yang baik yang telah dicuci, rendam dalam air beras/MOL (mikro organisme lokal) selama lebih kurang 24-48 jam sebelum disemai.

### 3.2.2 Kebutuhan benih

Kebutuhan benih padi dengan metode SRI sebanyak kurang lebih antara 4,9 kg – 7 kg untuk satu hektar sawah.

Catatan: kebutuhan benih padi untuk pertanian padi konvensional yaitu sekitar 30 kg – 45 kg per hektar sawah.

### 3.3. Persemaian

- 1) Sistem persemaian yaitu semai kering.
- 2) Siapkan tempat semai, bisa dengan kotak plastik atau besek, sehingga lebih memudahkan pengamatan dan seleksi benih; kotak atau besek bisa berukuran 20 x 20 cm; kebutuhan kotak plastik/besek untuk 1 hektar sebanyak antara 420 – 490 buah .
- 3) Kotak plastik/besek diberi alas daun pisang dan diisi dengan tanah kering dicampur dengan bahan organik; perbandingan tanah dengan bahan organik/kompos 1:1. Tinggi tanah pembibitan di dalam kotak sekitar 4 cm. Jika digunakan besek bukan kotak plastik maka besek tersebut dilapisi daun pisang yang sudah dilemaskan, sehingga memudahkan pencabutan. Selanjutnya siram tanah tersebut sehingga menjadi lembab.

- 4) Taburkan benih ke tempat persemaian kemudian ditutup dengan tanah tipis. Jumlah benih yang ditabur sekitar antara 300 – 350 biji.
- 5) Selanjutnya persemaian dapat disimpan di pekarangan; hari pertama dan kedua usahakan persemaian ditutup agar tidak kepanasan atau disimpan ditempat yang teduh; simpan di tempat yang aman agar terhindar dari gangguan ayam dan binatang lain.
- 6) Siram setiap hari agar media tetap lembab dan tanaman tetap segar.

Catatan:

Persemaian benih pada pertanian konvensional dilakukan di lahan basah.



Foto 6.4 Pelatihan persemaian padi SRI

Sumber Foto: DISIMP

Penyemaian benih di atas tempat semai kotak plastik. Sistem semai kering. Tanah dicampur kompos dengan perbandingan 1:1

Foto 6.5 Penyemaian benih

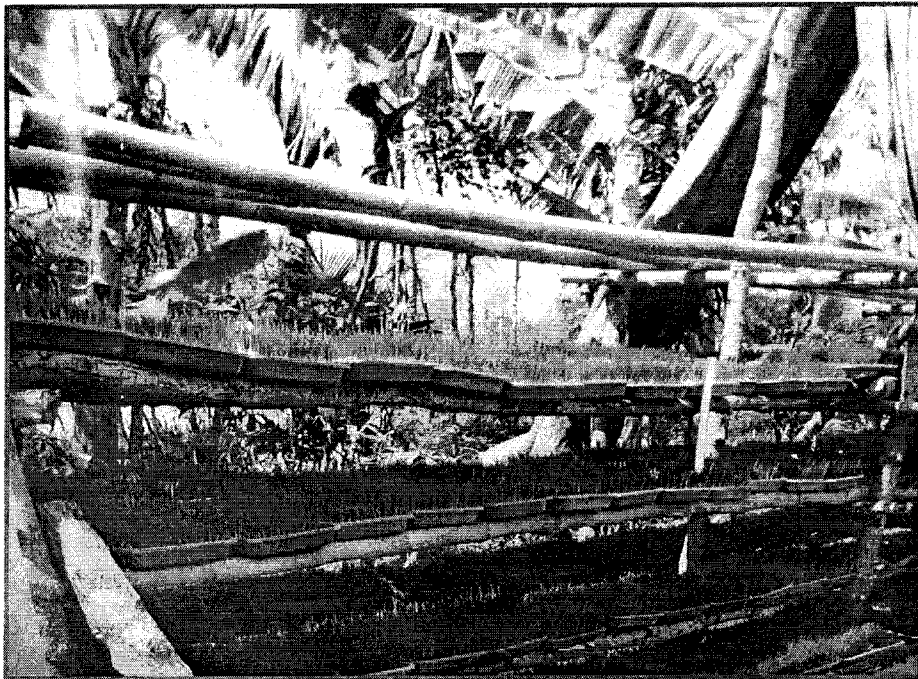
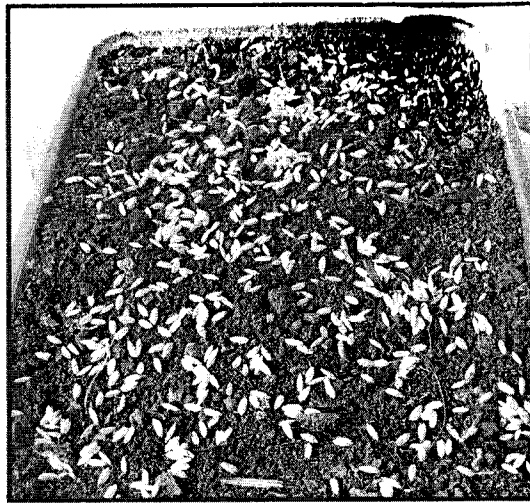


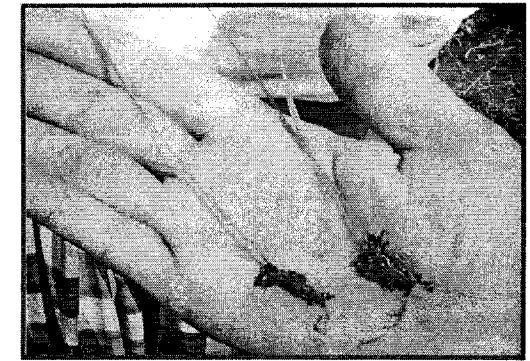
Foto 6.6 Penyemaian benih di lahan kering

Sumber Foto: DISIMP

Benih muda yang berdaun dua helai siap dibawa ke sawah untuk ditanam. Sistem ini tidak perlu pencabutan benih yang dapat merusak akar.

Foto 6.7

Contoh benih muda siap tanam



### 3.4. Penanaman

- 1) Benih ditanam yaitu benih muda berumur 7-12 hari setelah semai, atau berdaun dua helai.
- 2) Ditanam tunggal, atau satu batang per lubang.
- 3) Ditanam dengan batang dan akar bentuk L.
- 4) Penanaman dangkal, sedalam 0,5 – 1,5 cm.
- 5) Jarak tanam dengan ukuran 27 cm x 27 cm atau 30 cm x 30 cm.

Penanaman tunggal dimaksudkan agar tidak menimbulkan persaingan satu sama lain dalam hal nutrisi, oxygen, dan sinar matahari.

Penanaman dangkal dimaksudkan agar akar tidak tertekuk ke atas, sebab jika tertekuk maka benih memerlukan energi besar memulai pertumbuhannya.

Jarak tanam lebih lebar sehingga jumlah anakan menjadi produktif, karena persaingan nutrisi, oxygen, dan sinar matahari semakin berkurang.

Catatan: penanaman secara konvensional tinggi benih 25 cm, memiliki 5-6 helai daun, umur benih 21-25 hari, jumlah benih per lubang sampai 10 batang, kedalaman penanaman antara 2,5-5cm.



Foto 6.8 Pembuatan jarak tanam

Sumber Foto: DISIMP

"Caplak" untuk pembuatan jarak tanam 30 x 30 cm. Penggarisan tanah dengan caplak membuat penanaman menjadi lurus, dan teratur. Penanaman menjadi tepat dengan ukurannya.



Foto 6.9 Penanaman benih

Contoh penanaman benih padi SRI pada pelatihan budidaya padi pola SRI di Jatinangor Jawa Barat. Foto kiri, penanaman padi pola SRI di Lombok NTB (Jan.2005). Foto kanan instruktur pelatihan padi pola SRI sedang meragakan cara penanaman padi pola SRI di Jatinangor Jawa Barat (Des 2005).

Foto 6.10 Contoh benih



Contoh benih yang ditanam, umur 7 hari berdaun dua helai

### 3.5. Penyiangan

- 1) Penyiangan dilakukan dengan alat penyiang tertentu (NK Rotary Weeder yang dikembangkan DISIMP), atau jenis lain yang dapat membasmi gulma dan dapat menggemburkan tanah.
- 2) Penyiangan dilakukan sebagai berikut:
  - Padi berumur 9-10 hari setelah tanam (hst) tanaman disiang pertama.
  - Pada umur 19-20 hst, tanaman disiang kedua.
  - Selanjutnya tanaman disiang dengan interval waktu yang sama sampai tanaman berbunga. (min. 4 x)



Penyiangan 3-4 kali

Foto 6.11 Penyiangan, dan keadaan tanah  
Sumber : Sutarmin PSDA Jabar

Pada waktu tertentu tanah sampai kering





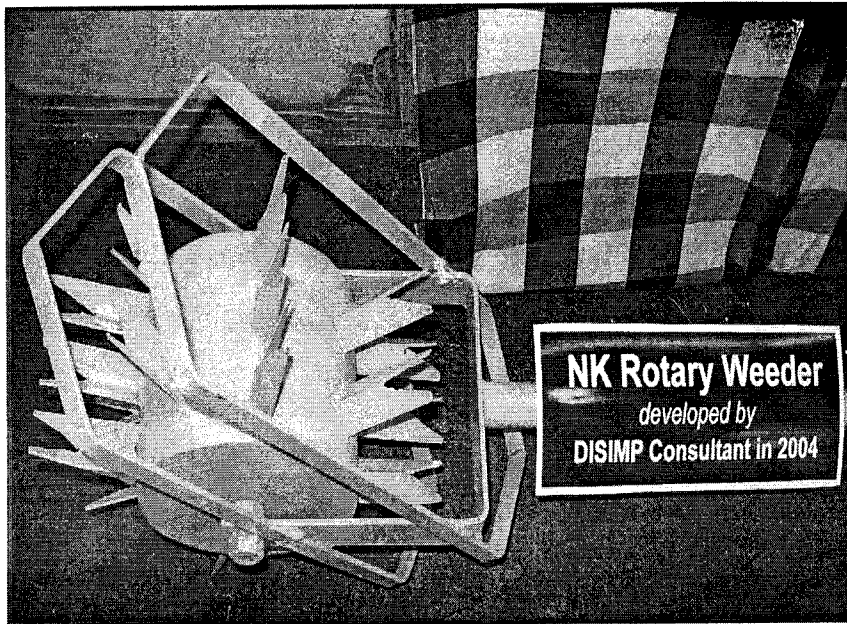


Foto 6.12 Alat siang NK Rotary Weeder

Sumber Foto: DISIMP

### 3.6. Pemupukan

- 1) Untuk tanaman padi pola SRI, lebih utama menggunakan pupuk organik, bukan pupuk kimia.
- 2) Pemupukan dengan pupuk organik diperlukan agar micro-organisme dalam tanah berperan lebih baik.
- 3) Pemupukan dilakukan dengan cara sebagai berikut:
  - Pemupukan pertama; dilakukan saat pengolahan tanah kedua, dengan pupuk organik padat sebanyak 5-10 ton per hektar. Biasanya untuk tahap awal 7 ton per hektar dan selanjutnya dosisnya dapat berkurang hingga 3 - 5 ton per hektar. Cara pemupukan yaitu setelah tanah digaru, dilakukan penaburan pupuk organik. Selanjutnya tanah digaru lagi sehingga pupuk tersebut dapat menyatu dengan tanah. Pada saat penaburan pupuk organik dan meratakan tanah diusahakan agar air tidak mengalir supaya nutrisi tidak hanyut.

- Pemupukan lanjutan; dilakukan selama tiga kali selama satu musim tanam. Tahap pertama setelah tanaman berumur sekitar 15 hari. Jenis pupuk yaitu pupuk organik padat sebanyak 0,5 – 1 ton/hektar. Cara pemberiannya cukup dengan menyebarkan merata ke seluruh areal persawahan yaitu disela-sela tanaman padi.
- Pemupukan susulan dapat dilakukan setiap 10 hari dengan pupuk cair jenis MOL (mikro organisme lokal) dengan campuran 1:10 ( 1 liter MOL : 10 liter air) atau pupuk cair lainnya. Cara pemberiannya yaitu disemprotkan pada tanah. Pemupukan susulan lanjutan setelah tanaman berumur sekitar 60 hari atau memasuki fase generatif atau pembentukan buah. Jenis pupuk pupuk cair yang mengandung unsur P dan K. Cara pemberiannya yaitu disemprotkan pada daun tanaman.

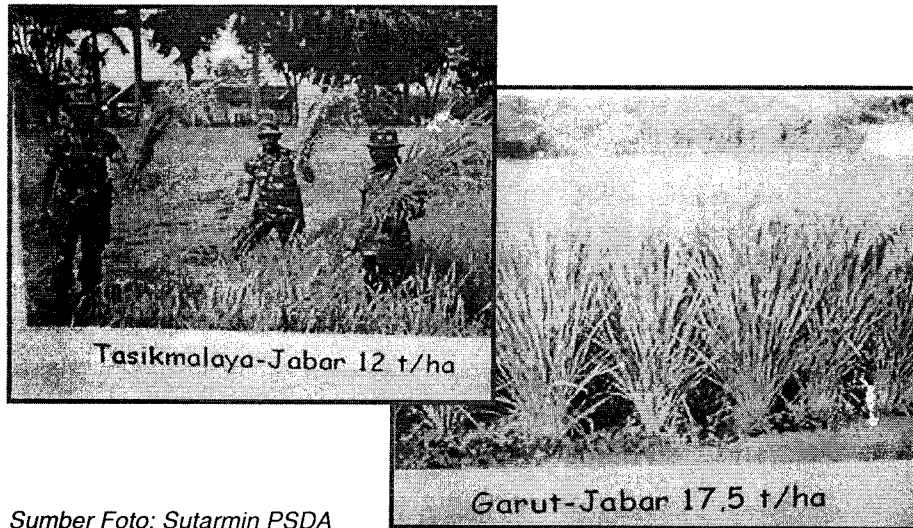
- 4) Pemupukan cara lain; berdasarkan pengalaman petani pemupukan dapat pula dilakukan saat padi berumur 7 hari dengan kotoran puyuh sebanyak 7 ton/hektar pupuk ditaburkan di atas lahan; pengalaman lain petani memupuk dengan cara menyebarkan/menaburkan pupuk kandang bulan Agustus dan dibiarkan sampai pembajakan sawah bulan Desember.

### 3.7. Pengendalian hama

- 1) Sistem pengendalian hama terpadu (PHT); varietas benih yang sehat; resistensi terhadap hama dan penyakit; menanam secara serentak.
- 2) Keong mas akan terkendali dengan sistem irigasi ini (hama keong mas akan terperangkap/mencari air yang berada di sekeliling sawah tidak di tengah sawah karena tidak ada air sehingga tanaman padi terhindar dari serangan hama keong mas; keong mas diambil sebagai bahan yang digunakan untuk pembuatan MOL).
- 3) Hama belalang dan walang sangit dibuatkan alat perangkap.
- 4) Penggunaan pestisida hanya dilakukan sebagai langkah terakhir, jika ternyata serangan hama dan penyakit belum dapat diatasi.

### 3.8. Panen

- 1) Panen dilakukan setelah tanaman tua dengan ditandai menguningnya daun bendera dan masakannya gabah/digigit sudah tidak berair.
- 2) Panen dilakukan setelah padi berumur sekitar 100 hst.
- 3) Pelaksanaan panen lebih awal dibandingkan dengan sistem konvensional
- 4) Hasil produksi padi dengan cara SRI mencapai 7-11 ton per hektar. Bahkan di sebagian tempat di Jawa Barat produksi telah mencapai 17,5 ton/hektar.



Sumber Foto; Sutarmin PSDA

Foto 6.13 Panen padi pola SRI

## 4. Perbedaan budidaya padi SRI dengan padi Non SRI

Berdasarkan pengamatan, uji coba dan hasil panen padi SRI dan Non SRI di daerah NTB diketahui hal-hal sebagai berikut (Pustaka):

- 1) Kondisi tanaman
  - Tinggi tanaman pada padi SRI 10 hari setelah tanam (HST) 30 cm, 40 HST, 73 cm, 70 HST, 123 cm. Pada padi Non SRI 10 hari setelah tanam (HST) 35 cm, 40 HST, 83 cm, dan 70 HST, 113 cm.

- Jumlah anakan pada padi SRI 10 hari setelah tanam (HST) 6, 40 HST, 55, 70 HST, 36. Pada padi Non SRI 10 hari setelah tanam (HST) 12, 40 HST, 31, dan 70 HST, 17.
- Rumpun padi pada SRI 2 genggam tangan. Pada padi Non SRI 1 genggam tangan.

### 2) Kondisi pasca panen

- Jumlah anakan produktif pada padi SRI 30 anak; sedangkan pada padi Non SRI 16 anak.
- Panjang malai pada padi SRI 23,5 cm; sedangkan pada padi Non SRI 21,2 cm.
- Jumlah butir setiap malai pada padi SRI 137 butir; sedangkan pada padi Non SRI 110 butir.
- Butir bernas setiap malai pada padi SRI 117 butir; sedangkan pada padi Non SRI 84 butir.
- Butir hampa setiap malai pada padi SRI 20 butir; sedangkan pada padi Non SRI 26 butir
- Berat gabah setiap malai pada padi SRI 3,7 gram; sedangkan pada padi Non SRI 2,86 gram.
- Berat per-1000 butir gabah pada padi SRI 27,5 gram; sedangkan pada padi Non SRI 26 gram.
- Kadar air saat panen pada padi SRI 17,5 %; sedangkan pada padi Non SRI 18,2 %.
- Hasil tertinggi pada padi SRI di Pringgata 10,01 ton/hektar, di Jurang Jaler 7,9 ton/hektar dan di Batunyala 11,2 ton/hektar. Sedangkan pada padi Non SRI di Pringgata 6,8 ton/hektar, di Jurang Jaler 5,1 ton/hektar dan di Batunyala 4,8 ton/hektar.

Catatan; uji coba budidaya padi di atas dengan pupuk kimia.

Uji coba padi SRI dengan pupuk organik menghasilkan 7,2 ton/hektar.

## 5. Pengamatan budidaya padi SRI di Tasikmalaya

### 1) Hasil produksi

Dilakukan di daerah Tasikmalaya Desember 2005.

Hasil pengamatan yaitu sebagai berikut:

Lokasi: Desa Neglasari, Kecamatan Salawu

Percobaan penanaman sudah enam musim.

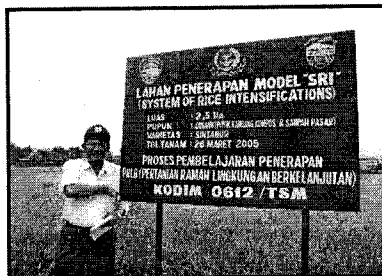


Foto 6.14 Pengamatan padi SRI

- Luas areal; 2,5 hektar dan 16 hektar.
- Jumlah anakan produktif; 22 anak s.d 36 anakan.
- Panjang tangkai; 26 cm.
- Jumlah malai setiap tangkai 9 s.d 11 malai.
- Jumlah butir setiap tangkai 195 s.d 240 buah.
- Jumlah butir hampa setiap tangkai 27 buah.
- Tinggi batang s.d malai; 82 cm.
- Tinggi batang s.d daun bendera 102 cm.
- Hasil panen 10 ton / hektar.

Pengamatan lain di:

Lokasi: Lahan KODIM Tasikmalaya

Percobaan penanaman sejak Maret 2005.



- Luas areal; 2,5 hektar
- Jumlah anakan produktif; 28 anak s.d 32 anakan.
- Panjang tangkai; 25 cm – 27 cm.
- Jumlah malai setiap tangkai 11 s.d 13 malai.
- Jumlah butir setiap tangkai 200 s.d 286 buah.
- Jumlah butir hampa setiap tangkai 20 buah - 45 buah.
- Tinggi batang s.d malai; 70-85 cm.

- Tinggi batang s.d daun bendera 110 - 120 cm.
- Hasil panen 11 ton / hektar.

### 2) Biaya dan keuntungan padi pola SRI

- a) Budidaya padi pola SRI di Desa Sukakarsa, Kecamatan Sukarame Tasikmalaya (Bpk.Atma Agus Hermawan)

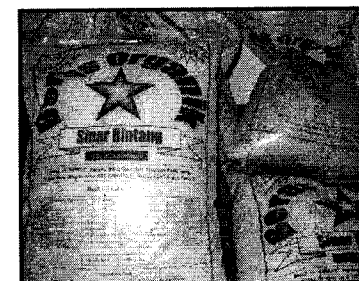


Foto 6.15 Beras organik SRI

1. Penanaman sudah enam musim sejak 2003.
2. Penanaman oleh kelompok s.d 5 hektar.
3. Hasil 9 - 10 ton / hektar.
4. Biaya produksi untuk luas 500 bata 0,71 hektar pada tahun 2004 yaitu:

- Perbaikan pematang 23 o.h x Rp. 11.000 = Rp. 253.000,-
- Sewa mesin 500 bata x Rp. 700,- = Rp. 350.000,-
- Pengolahan terakhir 28 o.h x Rp. 11.000 = Rp. 308.000,-
- Tanam 15 o.h x Rp. 10.000 = Rp. 150.000,-
- Penyiangan I ; 15 o.h x Rp. 10.000 = Rp. 150.000,-
- Penyiangan II ; 15 o.h x Rp. 10.000 = Rp. 150.000,-
- Penyiangan III 15 o.h x Rp. 10.000 = Rp. 150.000,-
- Penyiangan IV; 15 o.h x Rp. 10.000 = Rp. 150.000,-
- Beli kotoran ayam 200 karung xRp. 2500 = Rp. 500.000,-

**Biaya Total = Rp. 2.161.000,-**

Hasil untuk 0,71 ha = 6440 kg, gabah kering pungut (GKP)

(15 %) = 5440 kg , gabah kering giling (GKG)

Produksi beras = 3645 kg.

Biaya jemur dan giling ( Rp. 25.000,-/ton) = Rp. 816.000,-

Harga jual beras organik (2004) Rp. 4000/kg,-

**Hasil produksi (jual beras) = Rp. 13.764.000,-**

Sewa lahan 4 kg / 500 bata=14 m<sup>2</sup> = Rp. 2.000.000,-

**Jadi keuntungan dari hasil beras = Rp. 11.764.000,-**  
**untuk luas lahan 0,71 hektar.**

b) Budidaya padi SRI di Desa Neglasari Kecamatan Salawu Tasikmalaya (Bpk.Deri).

Keuntungan untuk 1 hektar lahan yaitu sebagai berikut:

- Biaya produksi total dengan lahan disewa Rp. 10.000.000,-
- Hasil produksi padi 10 ton (GKP) atau sekitar 8 ton (GKG)
- Jika dijual padi 8 x Rp. 2300,- = Rp. 18.400.000,-
- Jika dijual beras (sesudah penyusutan);

5 ton x Rp. 5000,- = Rp. 25.000.000,-

biaya jemur dan giling = Rp. 2.000.000,-

biaya produksi = Rp. 10.000.000,-

- **Keuntungan dari harga jual beras Rp. 13.000.000,-** untuk 1 hektar lahan yang disewa.

Foto 6.16 Padi SRI umur 100 hari siap panen.  
Pengamatan tinggi batang padi dan jumlah bulir.



Foto 6.17 Alat penyaring beras organik buatan Pak Agus.





## 6. Contoh hasil produksi padi metode SRI

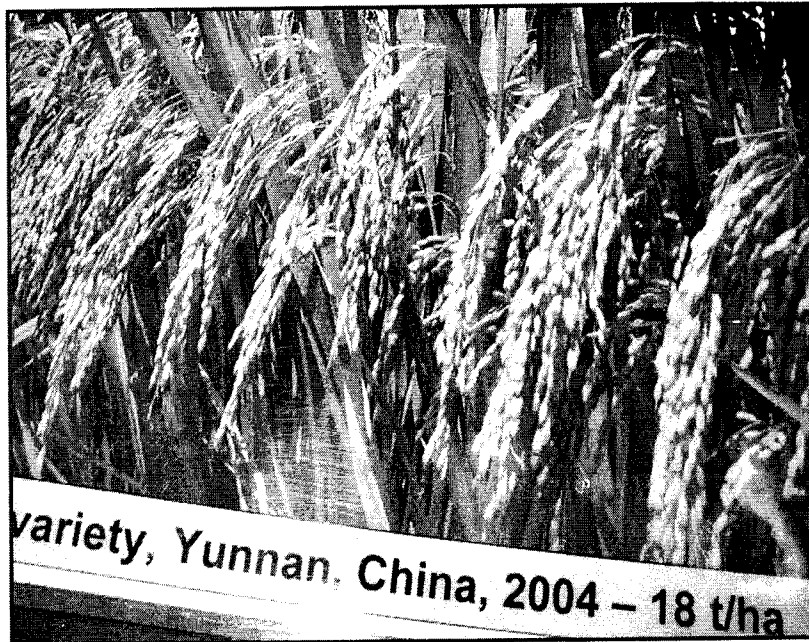


Foto 6.18 Padi metode SRI di China 2004, hasil 18 ton/ha



Foto 6.19 Padi metode SRI di Srilangka, hasil 13 ton/ha

Sumber Foto: Dinas PSDA JABAR

## DAFTAR PUSTAKA

1. Abdullah Angoedi, Ir. 1984. *Sejarah Irigasi Di Indonesia*, Komite Nasional Indonesia, ICID.
2. Budi Suyitno, Ir, dkk. 1991. *Pedoman Pembuatan Tugas Irigasi II*, UNPAR, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil.
3. Dep. PU, Dit. Jen. Pengairan, 1986. *Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Petak Tersier*, KP-05.
4. DISIMP. 2005. *Laporan Kegiatan Pertanian Beririgasi System of Rice Intensification Padi SRI dan Keunggulannya, Propinsi Nusa Tenggara Barat 2004-2005*. Nippon Koei Co, Ltd. Laporan Teknis. Tidak diterbitkan.
5. Erman Mawardi, Drs, Dipl. AIT. 1989. *Pedoman Pembuatan Tugas Irigasi II, Desain Bangunan Bagi dan Sadap*, UNPAR, Fakultas Teknik, Jurusan Sipil.
6. Ibid, 1976. *Rencana Irigasi Panti Rao, Perhitungan Gorong-gorong Pembuang BT.1.a. s.d. BT.19.b*. Laporan Teknis. Tidak diterbitkan.
7. Effendi Pasandaran (Editor). 1991. *Irigasi di Indonesia, Strategi dan Pengembangan*, LP3ES.
8. Ganjar Kurnia (Editor). 1997. *Hemat Air Irigasi, Kebijakan, Teknik, Pengelolaan, dan Sosial Budaya*. Pusat Dinamika Pembangunan UNPAD.
9. R. Sarah Reksokusumo, 1975. *Dasar-dasar Untuk Membuat Perencanaan Teknis Jaringan Irigasi, Jilid III, Bangunan-bangunan*, Badan Penerbit PU.
10. Soekarto, B,Sc. Dan Irfan Hartoyo, BE, 1980. *Ilmu Irigasi 2*, Dep. P dan K, Dit. Pendidikan Menengah Kejuruan.
11. Sudjarwadi, Dr, Ir, M.Eng, 1992. *Dasar-dasar Teknik Irigasi*, PAU Ilmu Teknik, Universitas Gajah Mada.