

# BANGUNAN UTAMA



# Bangunan Utama

## Definisi

**Bangunan utama** dapat didefinisikan sebagai “semua bangunan yang direncanakan di sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan irigasi, biasanya dilengkapi dengan kantong lumpur agar bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan serta memungkinkan untuk mengukur dan mengatur air yang masuk”.



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

### STANDAR PERENCANAAN IRIGASI

KRITERIA PERENCANAAN  
BAGIAN  
BAGUNAN UTAMA  
(HEAD WORKS)  
KP-02

## Jenis-jenis Bangunan Utama



## Bendung Tetap

**Bangunan air** ini dengan kelengkapannya dibangun melintang sungai atau sudetan, dan sengaja dibuat untuk **meninggikan muka air** dengan ambang tetap sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ke jaringan irigasi. Kelebihan

## Bendung Gerak

Bendung ini terdiri dari tubuh bendung dengan ambang tetap yang rendah dilengkapi dengan pintu-pintu yang dapat digerakkan vertikal maupun radial. Tipe ini mempunyai fungsi ganda, yaitu mengatur tinggi muka air di hulu bendung kaitannya dengan muka air banjir dan meninggikan muka air sungai kaitannya dengan penyesuaian air untuk berbagai keperluan.



## Bendung Karet

Bendung karet memiliki 2 (dua) bagian pokok, yaitu :

1. Tubuh bendung yang terbuat dari karet
2. Pondasi beton berbentuk plat beton sebagaiudukan tabung karet, serta dilengkapi satu ruang kontrol dengan beberapa perlengkapan (mesin) untuk mengontrol mengembang dan mengempisnya tabung karet.

## Bendung Saringan Bawah

Bendung ini berupa bendung pelimpah yang dilengkapi dengan saluran penangkap dan saringan. Bendung ini meloloskan air lewat saringan dengan membuat bak penampung air berupa saluran penangkap melintang sungai dan mengalirkan airnya ke tepi sungai untuk dibawa ke jaringan irigasi.

## Pompa

Ada beberapa jenis pompa didasarkan pada tenaga penggerakanya, antara lain:

- a. Pompa air yang digerakkan oleh tenaga manusia (pompa tangan)
- b. Pompa air dengan penggerak tenaga air (air terjun dan aliran air)
- c. Pompa air dengan penggerak berbahan bakar minyak
- d. Pompa air dengan penggerak tenaga listrik.





## Bagian-bagian bangunan utama

BANGUNAN  
BENDUNG

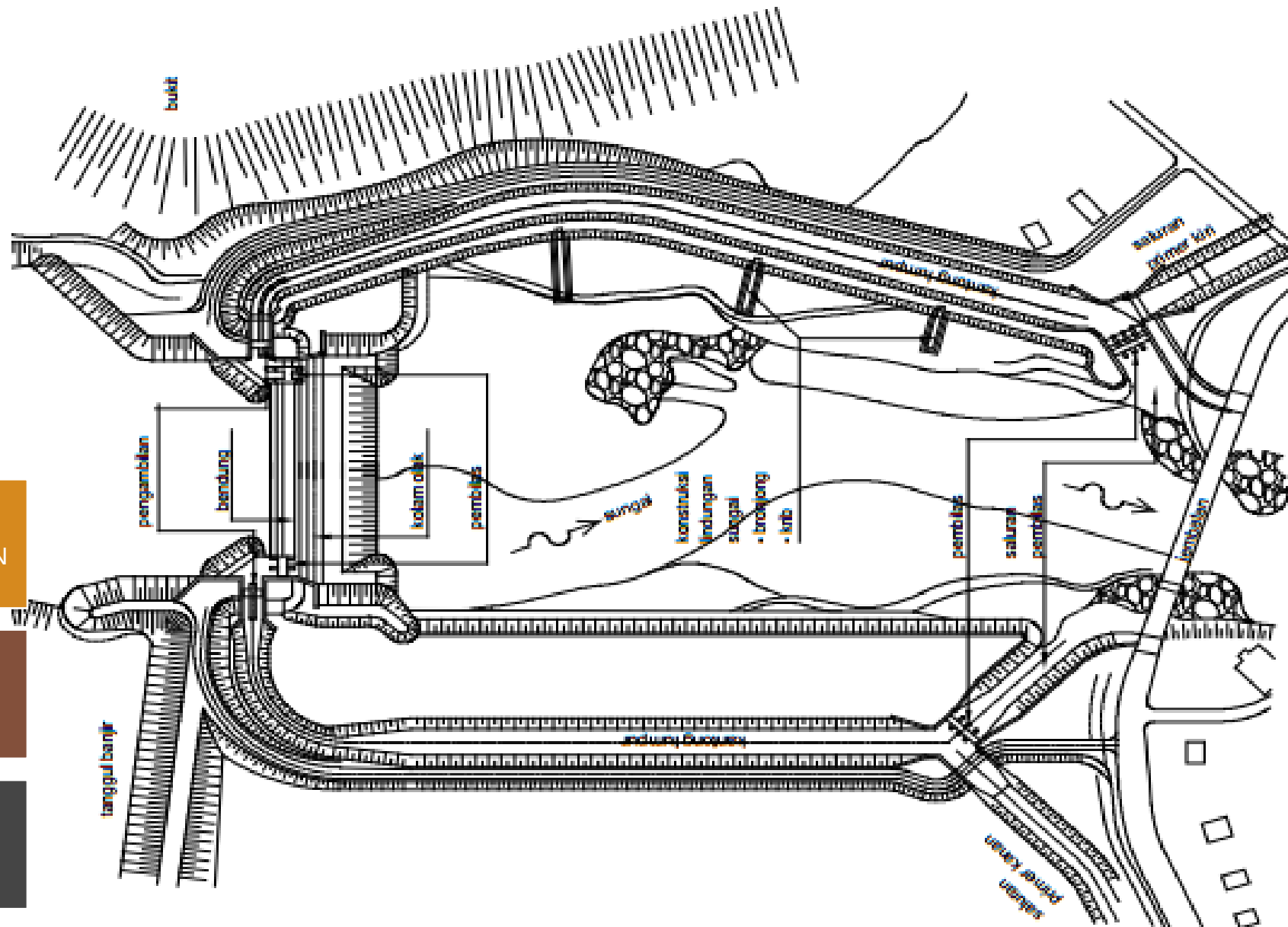
BANGUNAN  
PENGAMBILAN

BANGUNAN  
PEMBILAS/  
PENGURAS

KANTONG  
LUMPUR

PERKUATAN  
SUNGAI

BANGUNAN  
PELENGKAP



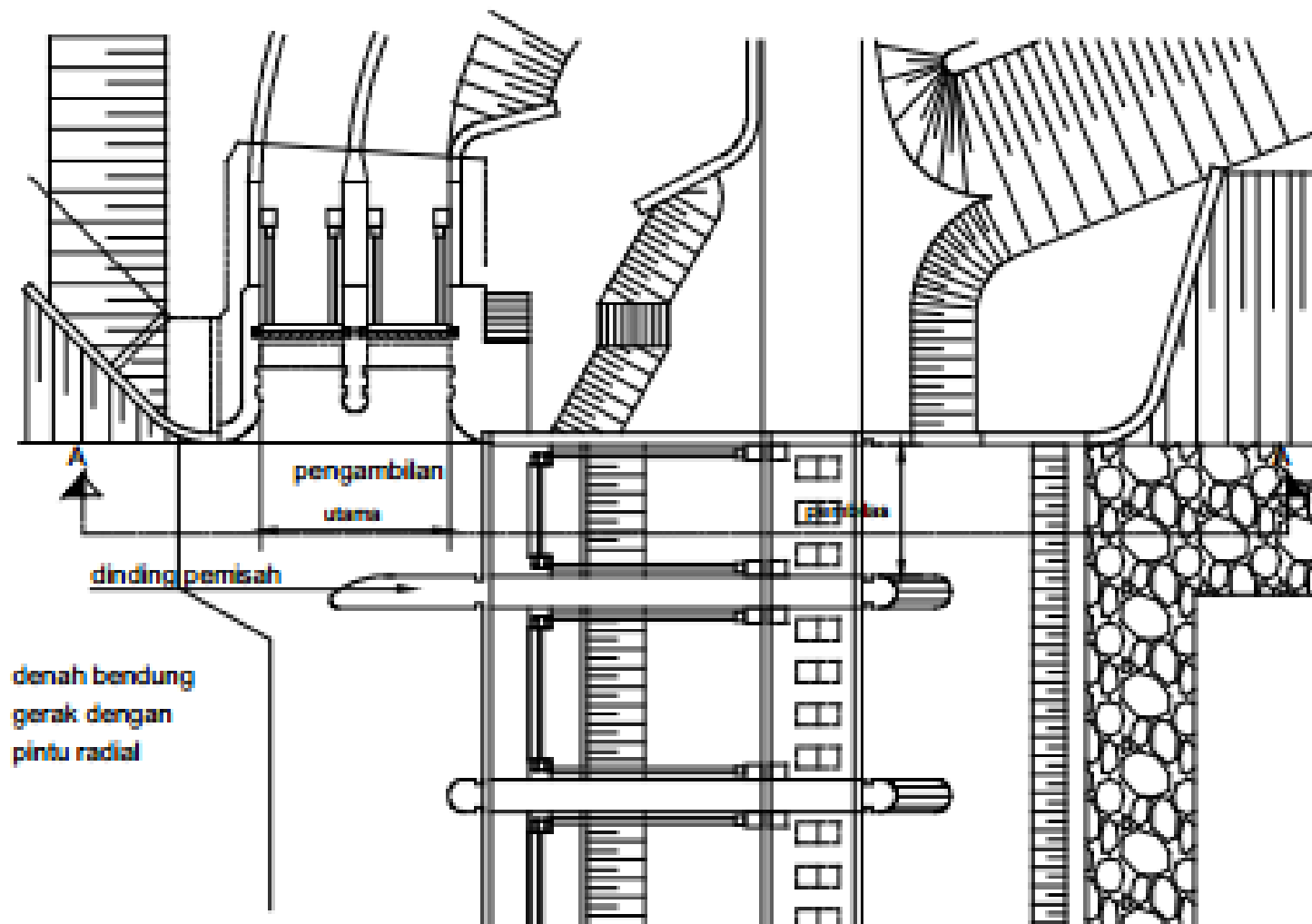
Sumber: KP02

Gambar 1-1 Bangunan Utama



## Bangunan Bendung

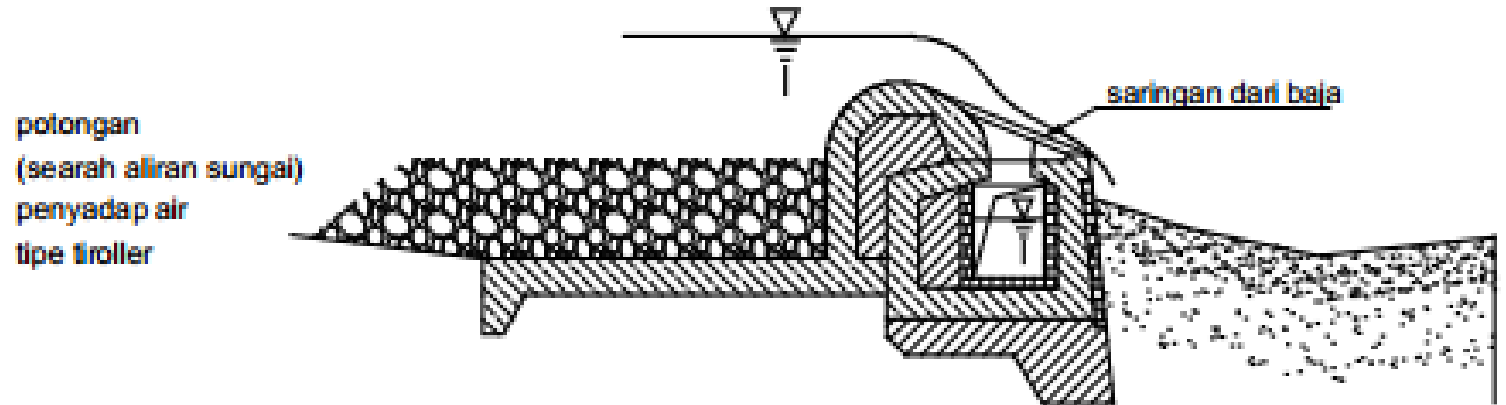
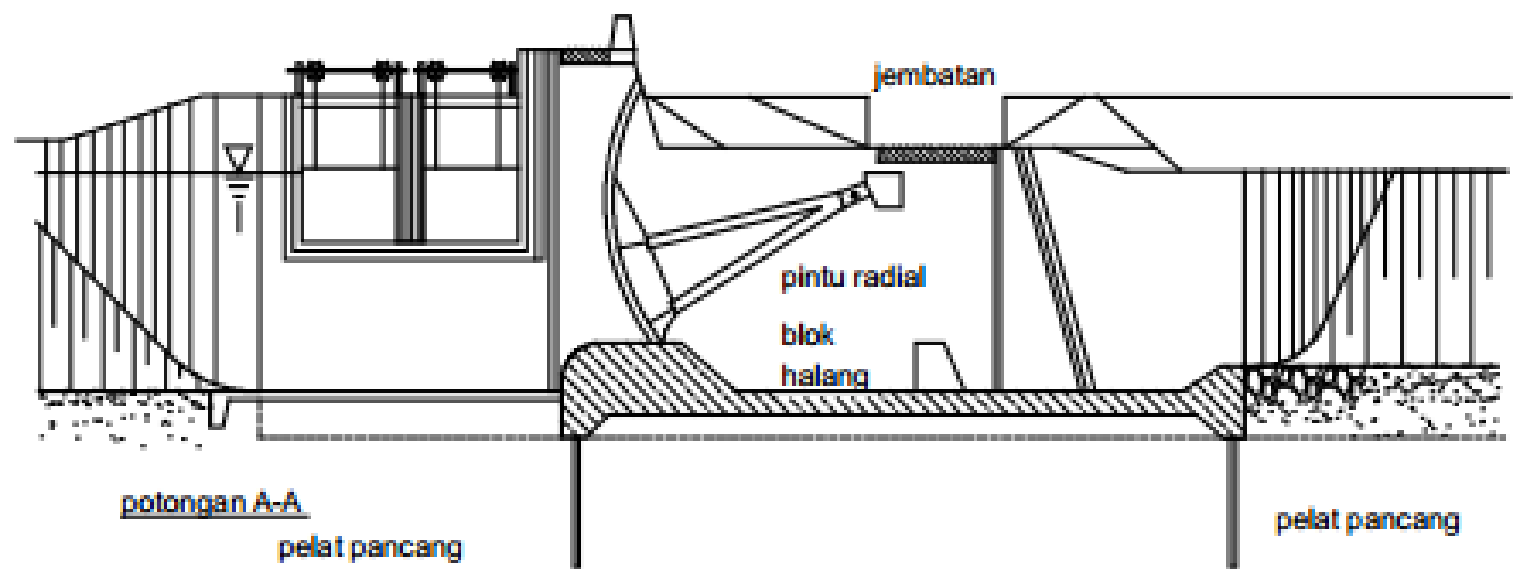
Bangunan ini diperlukan untuk memungkinkan dibelokkannya air sungai ke jaringan irigasi, dengan jalan menaikkan muka air di sungai atau dengan memperlebar pengambilan di dasar sungai seperti pada tipe bendung saringan bawah (*bottom rack weir*).



Sumber: KP02

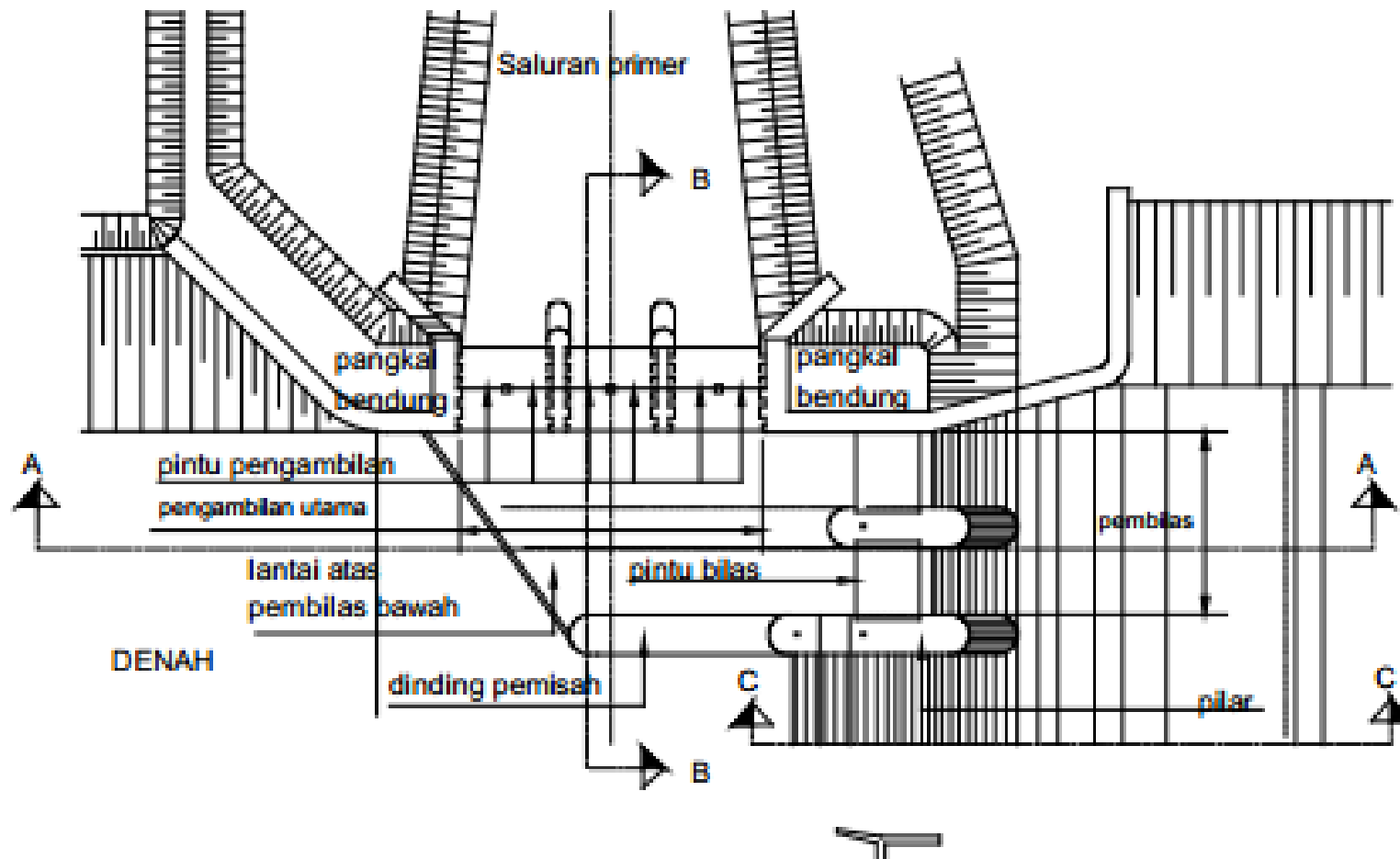


## Bangunan Bendung



**Gambar 1-2 Denah dan potongan melintang bendung gerak dan potongan melintang bendung saringan Bawah**

Sumber: KP02



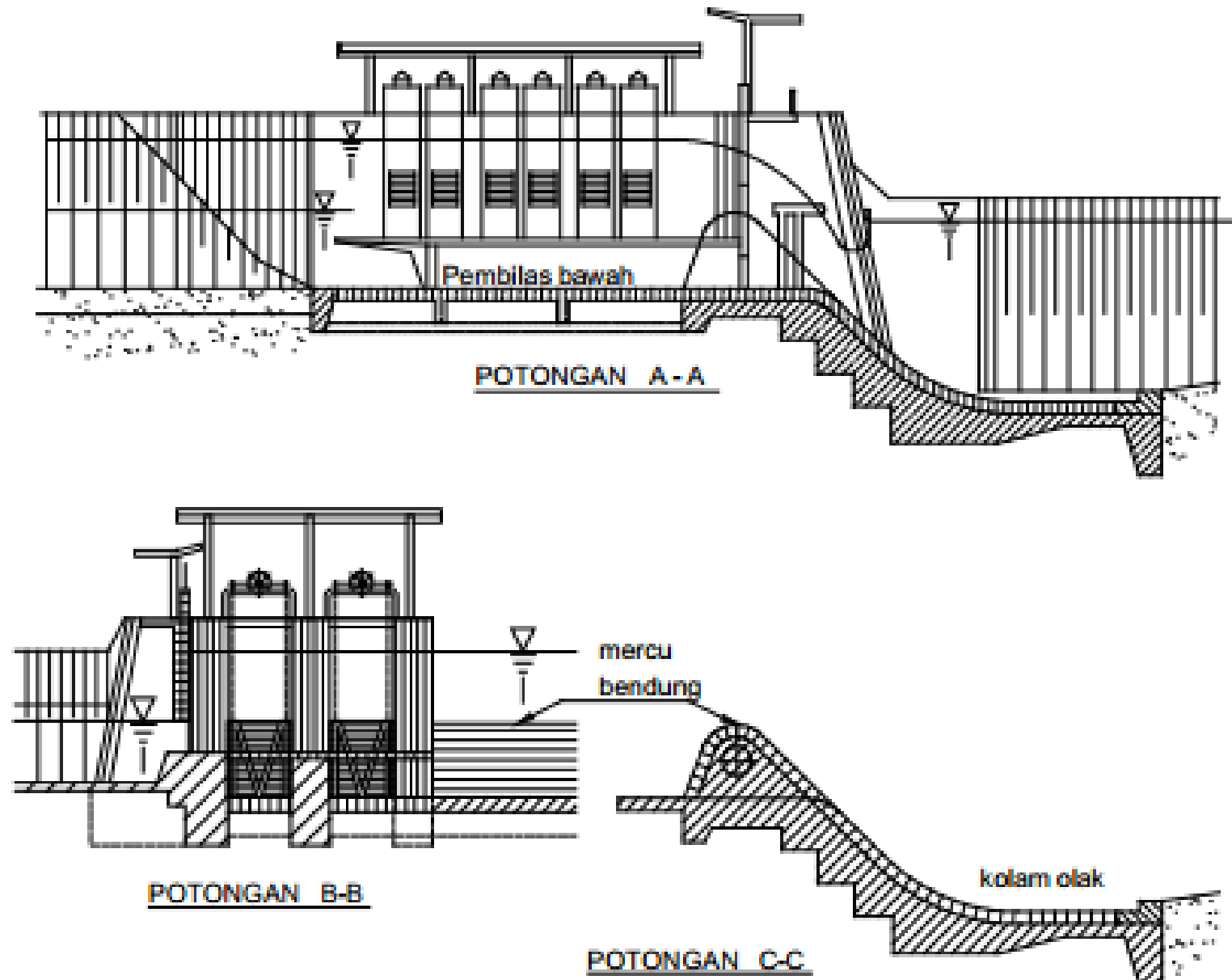
Sumber: KP02

## • BANGUNAN PEMBILAS

Pada tubuh bendung tepat di hilir pengambilan, dibuat bangunan pembilas guna mencegah masuknya bahan sedimen kasar ke dalam jaringan saluran irigasi.

## • BANGUNAN PENGAMBILAN

Pengambilan adalah sebuah bangunan berupa pintu air. Air irigasi dibelokkan dari sungai melalui bangunan ini. Pertimbangan utama dalam merencanakan sebuah bangunan pengambilan adalah debit rencana pengelakan sedimen.



**Gambar 1-3 Pengambilan dan pembilas**



# KANTONG LUMPUR

Kantong lumpur mengendapkan fraksi-fraksi sedimen yang lebih besar dari fraksi pasir halus tetapi masih termasuk pasir halus dengan diameter butir berukuran 0,088 mm dan biasanya ditempatkan persis disebelah hilir pengambilan. Bahan-bahan yang lebih halus tidak dapat ditangkap dalam kantong lumpur biasa dan harus diangkut melalui jaringan saluran ke sawah-sawah. Bahan yang telah mengendap di dalam kantong kemudian dibersihkan secara berkala. Pembersihan ini biasanya dilakukan dengan menggunakan aliran air yang deras untuk menghanyutkan bahan endapan tersebut kembali ke sungai.



Lokasi: Ujungjaya, Sumedang



# Bangunan Perkuatan Sungai

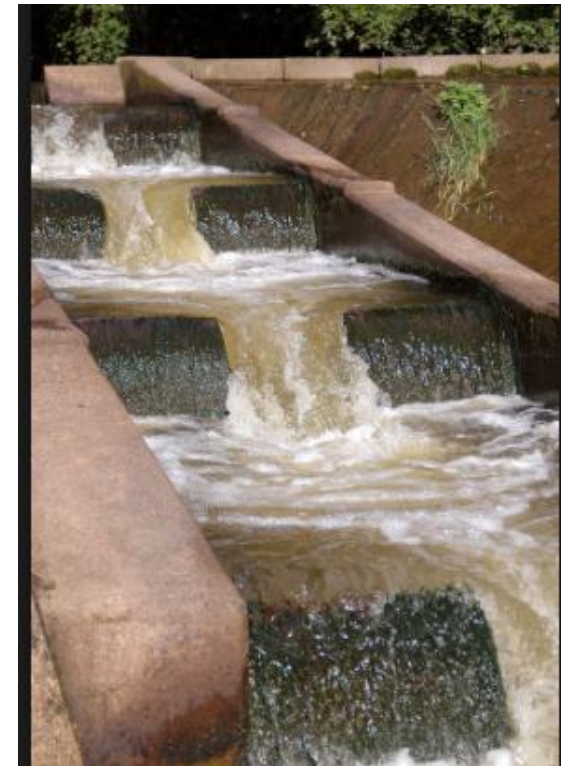
Pembuatan bangunan perkuatan sungai khusus di sekitar bangunan utama untuk menjaga agar bangunan tetap berfungsi dengan baik, terdiri dari:

1. Bangunan perkuatan sungai guna melindungi bangunan terhadap kerusakan akibat penggerusan dan sedimentasi. Pekerjaan-pekerjaan ini umumnya berupa krib, matras batu, pasangan batu kosong dan/atau dinding pengarah.
2. Tanggul banjir untuk melindungi lahan yang berdekatan terhadap genangan akibat banjir.
3. Saringan bongkah untuk melindungi pengambilan atau pembilas, agar bongkah tidak menyumbat bangunan selama terjadi banjir.
4. Tanggul penutup untuk menutup bagian sungai lama atau, bila bangunan bendung dibuat di kopur, untuk mengelakkan sungai melalui bangunan tersebut.
- 5.



# BANGUNAN PELENGKAP

- Bangunan-bangunan atau perlengkapan yang akan ditambahkan ke bangunan utama diperlukan keperluan :
  - (1) Pengukuran debit dan muka air di sungai maupun di saluran;
  - (2) Rumah untuk operasi pintu;
  - (3) Peralatan komunikasi, tempat teduh serta perumahan untuk tenaga operasional, gudang dan ruang kerja untuk kegiatan operasional dan pemeliharaan;
  - (4) Jembatan di atas bendung, agar seluruh bagian bangunan utama mudah di jangkau, atau agar bagian-bagian itu terbuka untuk umum.
  - (5) Instalasi tenaga air mikro atau mini, tergantung pada hasil evaluasi ekonomi serta kemungkinan hidrolik. Instalasi ini bisa dibangun di dalam bangunan bendung atau di ujung kantong lumpur atau di awal saluran.
  - (6) Bangunan tangga ikan (*fish ladder*) diperlukan pada lokasi yang senyatanya perlu dijaga keseimbangan lingkungannya sehingga kehidupan biota tidak terganggu. Pada lokasi diluar pertimbangan tersebut tidak diperlukan tanggaikan.



# Perencanaan Hidrolis Bendung Pelimpah

**Lebar Bendung**



**Perencanaan Mercu**



**Pangkal Bendung**



**Peredam Energi**



**Kolam Loncat air**





# Lebar Bendung

Lebar bendung, yaitu jarak antara pangkal-pangkalnya (*abutment*), sebaiknya sama dengan lebar rata-rata sungai pada bagian yang stabil. Di bagian ruas bawah sungai, lebar rata-rata ini dapat diambil pada debit penuh (*bankful discharge*) di bagian ruas atas mungkin sulit untuk menentukan debit penuh. Dalam hal ini banjir *mean tahunan*

dapat diambil untuk menentukan lebar rata-rata bendung. Lebar maksimum bendung hendaknya tidak lebih dari 1,2 kali lebar rata-rata sungai pada ruas yang stabil.

Lebar efektif mercu ( $B_e$ ) dihubungkan dengan lebar mercu yang sebenarnya ( $B$ ), yakni jarak antara pangkal-pangkal bendung dan/atau tiang pancang, dengan persamaan berikut:

$$B_e = B - 2(nK_p + K_a)H_1 \quad \text{4-1}$$

dimana:

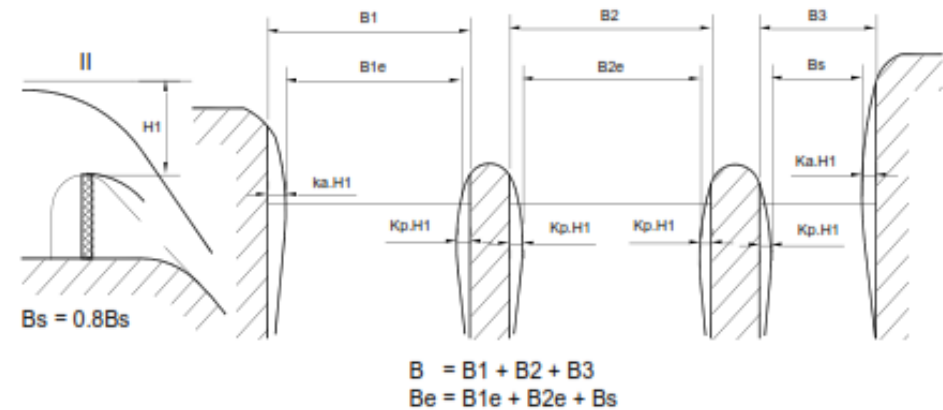
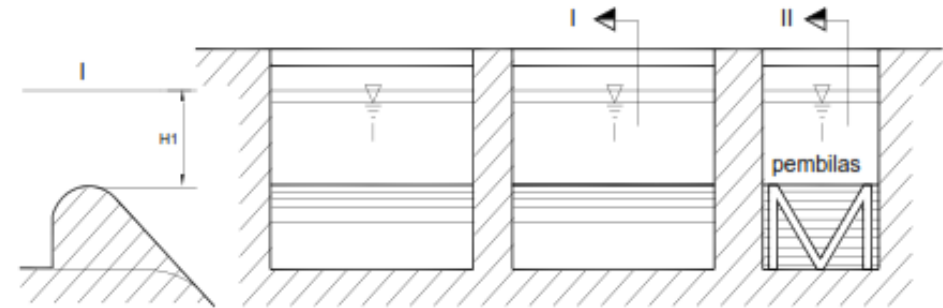
$n$  = jumlah pilar

$K_p$  = koefisien kontraksi pilar

$K_a$  = koefisien kontraksi pangkal bendung

$H_1$  = tinggi energi, m

Harga-harga koefisien  $K_a$  dan  $K_p$  diberikan pada Tabel 4-1.

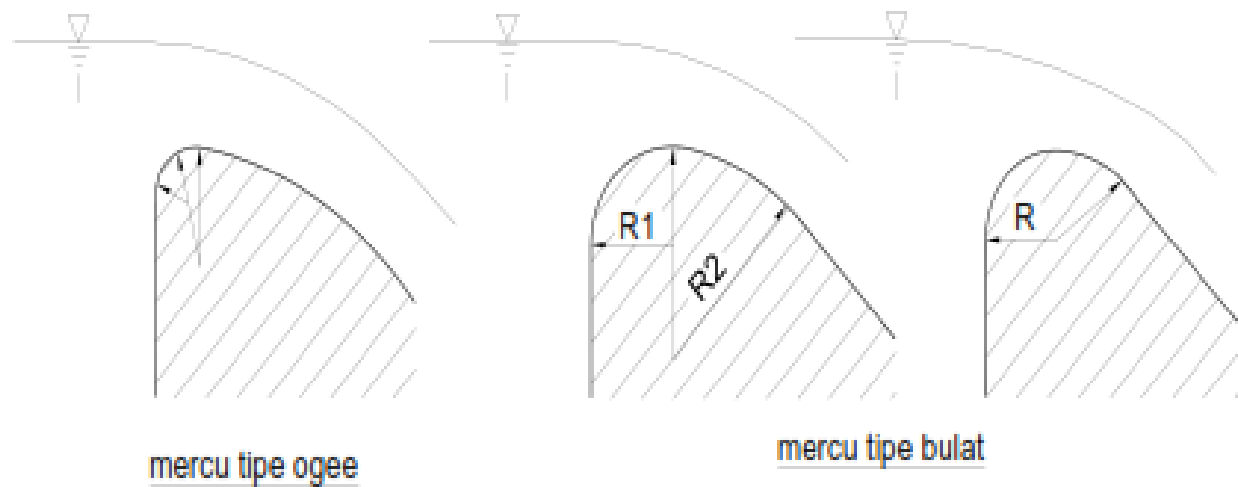


Gambar 4-1. Lebar Efektif Mercu



# Perencanaan Mercu

Di Indonesia pada umumnya digunakan dua tipe mercu untuk bendung pelimpah : tipe Ogee dan tipe bulat (lihat Gambar 4-2.).



Gambar 4-2. Bentuk-Bentuk Mercu

## (1) Mercu bulat

Bendung dengan mercu bulat (lihat Gambar 4-2.) memiliki harga koefisiensi debit yang jauh lebih tinggi (44%) dibandingkan dengan koefisiensi bendung ambang lebar. Pada sungai, ini akan banyak memberikan keuntungan karena bangunan ini akan mengurangi tinggi muka air hulu selama banjir. Harga koefisiensi debit menjadi lebih tinggi karena lengkung *streamline* dan *tekanan negatif* pada mercu.



# Perencanaan Mercu

Dari Gambar 4-3. tampak bahwa jari-jari mercu bendung pasangan batu akan berkisar antara 0,3 sampai 0,7 kali  $H_{1\text{maks}}$  dan untuk mercu bendung beton dari 0,1 sampai 0,7 kali  $H_{1\text{maks}}$

Persamaan tinggi energi-debit untuk bendung ambang pendek dengan pengontrol segi empat adalah:

$$Q = C_d 2/3 \sqrt{2/3g} b H_1^{1.5} \dots\dots\dots 4-2$$

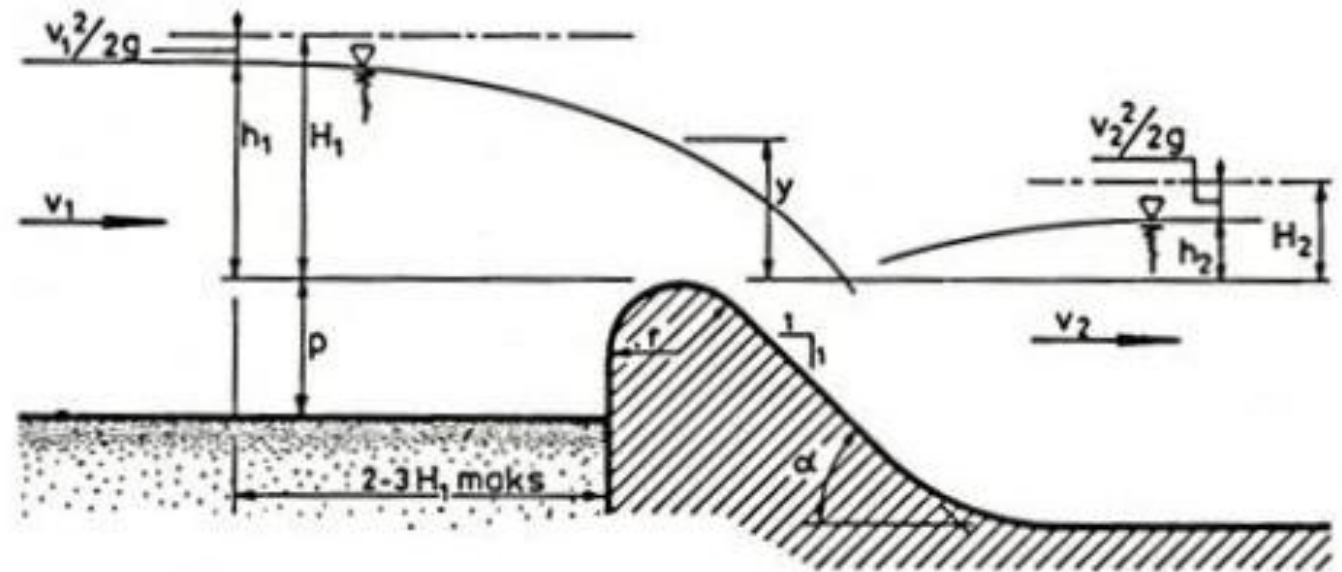
dimana:  $Q$  = debit,  $\text{m}^3/\text{dt}$

$C_d$  = koefisien debit ( $C_d = C_0 C_1 C_2$ )

$g$  = percepatan gravitasi,  $\text{m}/\text{dt}^2$  ( $\cong 9,8 \text{ m}/\text{dt}^2$ )

$b$  = panjang mercu, m

$H_1$  = tinggi energi di atas mercu, m



Gambar 4-3. Bendung dengan Mercu Bulat



# Perencanaan Mercu Type OGEE

Mercu Ogee berbentuk tirai luapan bawah dari bendung ambang tajam aerasi. Oleh karena itu mercu ini tidak akan memberikan tekanan subatmosfir pada permukaan mercu sewaktu bendung mengalirkan air pada debit rencana. Untuk debit yang lebih rendah, air akan memberikan tekanan ke bawah pada mercu.

Persamaan antara tinggi energi dan debit untuk bendung mercu Ogee adalah:

$$Q = C_d 2/3 \sqrt{2/3 g b} H_1^{1.5} \dots\dots\dots 4.4$$

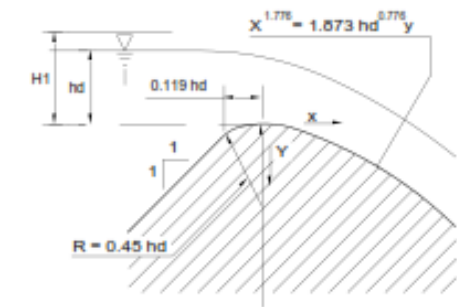
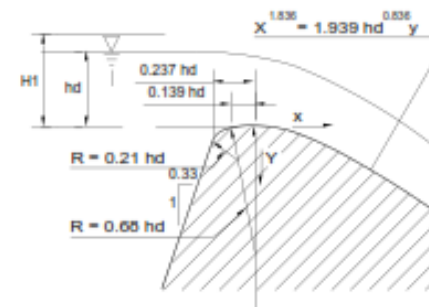
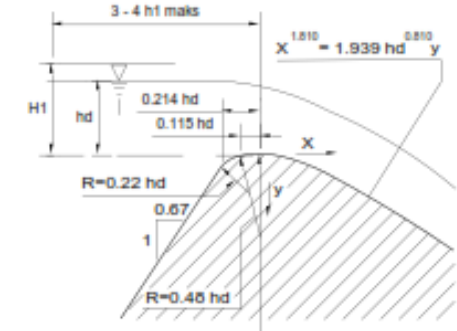
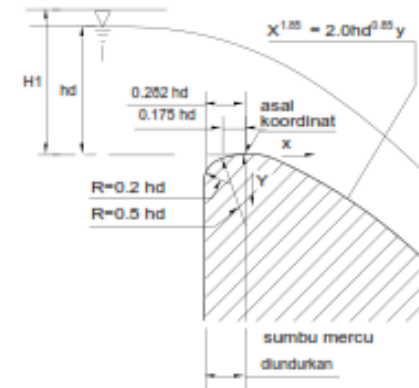
dimana:  $Q$  = debit,  $m^3/dt$

$C_d$  = koefisien debit ( $C_d = C_0 C_1 C_2$ )

$g$  = percepatan gravitasi,  $m/dt^2$  ( $\cong 9,8 m/dt^2$ )

$b$  = lebar mercu, m

$H_1$  = tinggi energi di atas ambang, m

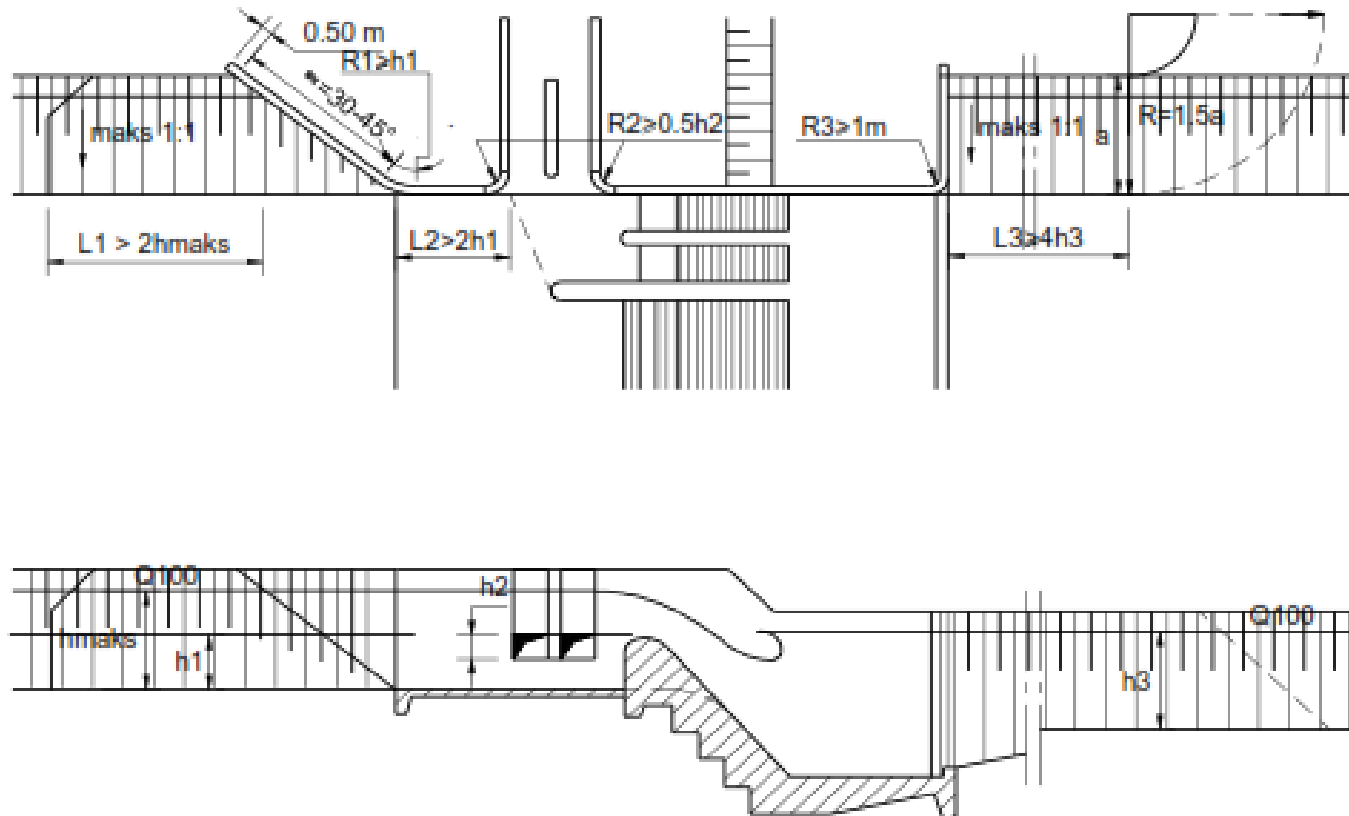


Gambar 4-9. Bentuk-Bentuk Bendung Mercu Ogee  
(U.S.Army Corps of Engineers, Waterways Experimental Stasion)



# Pangkal Bendung

Pangkal-pangkal bendung (*abutment*) menghubungkan bendung dengan tanggutanggul sungai dan tanggul-tanggul banjir. Pangkal bendung harus mengarahkan aliran air dengan tenang di sepanjang permukaannya dan tidak menimbulkan turbulensi. Gambar 4-14. memberikan dimensi-dimensi yang dianjurkan untuk pangkal bendung dan peralihan (transisi).



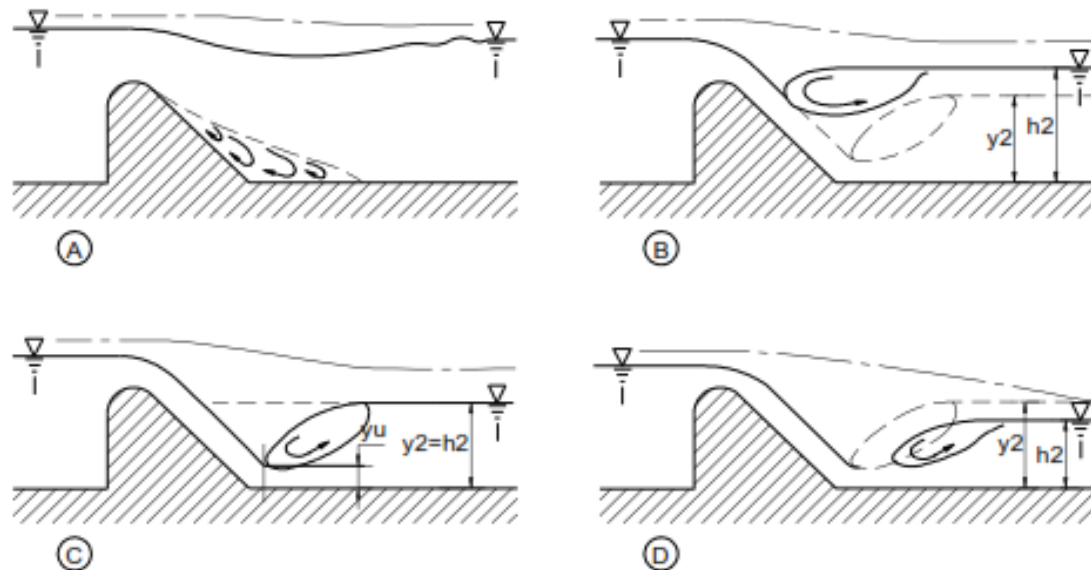
Gambar 4-15. Pangkal Bendung



# Peredam Energi

Aliran di atas bendung di sungai dapat menunjukkan berbagai perilaku di sebelah bendung akibat kedalaman air yang ada  $h$ . Gambar 4-15 menyajikan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dari pola aliran di atas bendung.

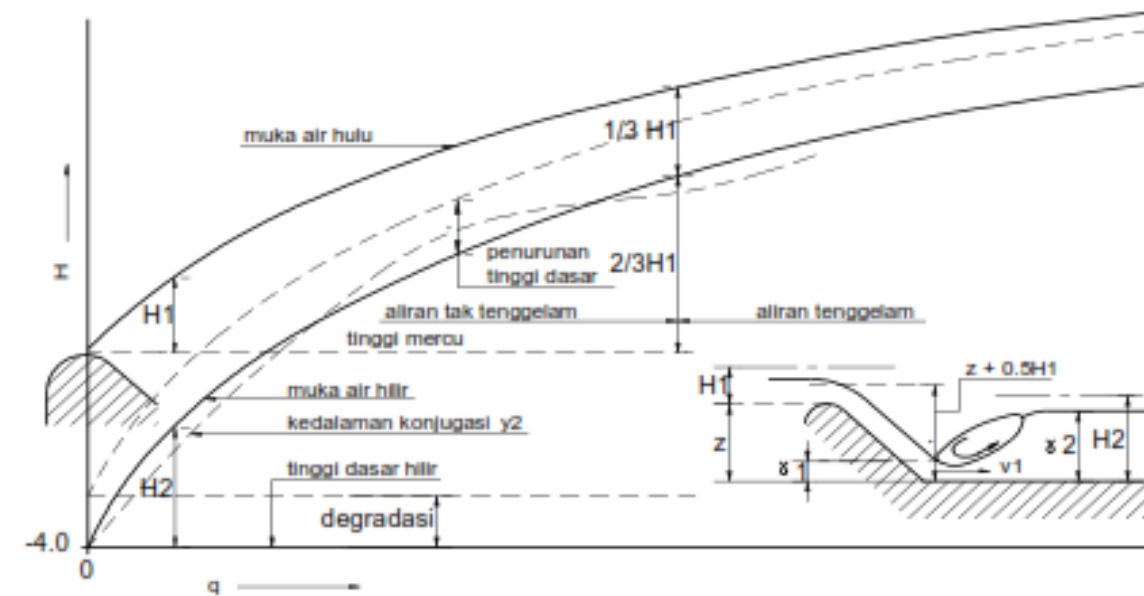
Kasus A menunjukkan aliran tenggelam yang menimbulkan sedikit saja gangguan di permukaan berupa timbulnya gelombang. Kasus B menunjukkan loncatan tenggelam yang lebih diakibatkan oleh kedalaman air hilir yang lebih besar, daripada oleh kedalaman konjugasi. Kasus C adalah keadaan loncat air dimana kedalaman air hilir sama dengan kedalaman konjugasi loncat air tersebut. Kasus D terjadi apabila kedalaman air hilir kurang dari kedalaman konjugasi, dalam hal ini loncatan akan bergerak ke hilir.



Gambar 4-16. Peredam Energi



# Kolam Loncat Air



Gambar 4-17. Metode Perencanaan Kolam Loncat Air

Gambar 4-17 memberikan penjelasan mengenai metode perencanaan. Dari grafik  $q$  versus  $H_1$  dan tinggi jatuh  $z$ , kecepatan ( $v_1$ ) awal loncatan dapat ditemukan dari:

$$v_1 = \sqrt{2g(1/2H_1 + z)} \quad \dots\dots\dots 4-6$$

dimana:  $v_1$  = kecepatan awal loncatan, m/dt

$g$  = percepatan gravitasi, m/dt<sup>2</sup> ( $\cong 9,8$ )

$H_1$  = tinggi energi di atas ambang, m

$z$  = tinggi jatuh, m.

Dengan  $q = v_1 y_1$ , dan rumus untuk kedalaman konjugasi dalam loncat air adalah:

$$\frac{y_2}{y_u} = 1/2(\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1) \quad \dots\dots\dots 4-7$$

dimana :  $Fr = \frac{v_1}{\sqrt{g y_u}}$

$y_2$  = kedalaman air di atas ambang ujung, m

$y_u$  = kedalaman air di awal loncat air, m

$Fr$  = bilangan *Froude*

$v_1$  = kecepatan awal loncatan, m/dt

$g$  = percepatan gravitasi, m/dt<sup>2</sup> ( $\cong 9,8$  m/dt<sup>2</sup>)



# Kolam Loncat Air

## Panjang Kolam

Panjang kolam loncat air dibelakang Potongan U (Gambar 4-18) biasanya kurang dari panjang bebas luncatan tersebut adanya ambang ujung (*endsill*). Ambang yang berfungsi untuk memantapkan aliran ini umumnya ditempatkan pada jarak

$$L_j = 5 (n + y_2) \dots\dots\dots 4-8$$

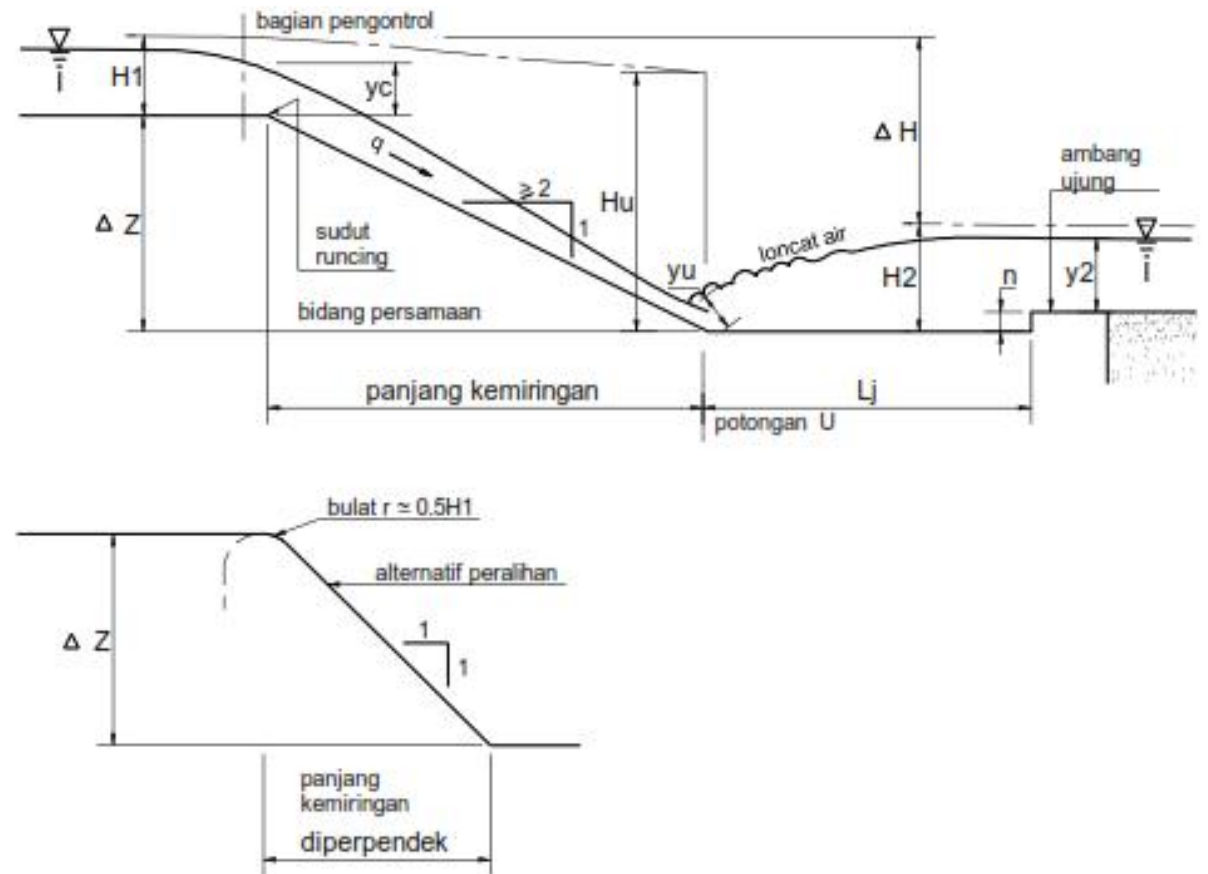
dimana:

$L_j$  = panjang kolam, m

$n$  = tinggi ambang ujung, m

$y_2$  = kedalaman air di atas ambang, m.

di belakang Potongan U. Tinggi yang diperlukan ambang ujung ini sebagai fungsi bilangan *Froude* (*Fr*), kedalaman air yang masuk  $y_u$ , dan tinggi muka air hilir, dapat ditentukan dari Gambar 4-19.



Gambar 4-18. Parameter-Parameter Loncat Air



THANK YOU