

Kuliah S1 Jurusan Teknik Sipil FT-UGM

*IRIGASI
DAN
BANGUNAN AIR*

Djoko Legono

Maksud

Mengenalkan kepada mahasiswa beberapa contoh bangunan irigasi, khususnya bangunan sadap, bangunan pembawa, serta bangunan pembagi.

Tujuan

1. Mahasiswa mengenali fungsi bangunan sadap, bangunan pembawa, serta bangunan bagi
2. Mahasiswa mampu melakukan analisis hidraulika bangunan sadap, saluran pembawa, dan bangunan bagi, serta menuangkannya pada suatu gambar teknik.

Pustaka/Referensi

1. Standar Perencanaan Irigasi, 1986, "Kriteria Perencanaan, KP-02 (Bangunan Utama) dan KP-04 (Bangunan), Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
2. Legono, D., 1997, "Bendung", Pengantar Kuliah, Jurusan Teknik Sipil,

Bangunan Sadap atau Bendung

Definisi :

Bendung merupakan salah satu bangunan air yang ditujukan untuk menaikkan elevasi muka air sungai agar dapat dialirkan ketempat lain

Nama Lain :

- Weir
- Diversion Structure

Fungsi :

Mengambil sebagian air sungai dan selanjutnya dialirkan ketempat lain

Bangunan Pembawa

Definisi :

Bangunan pembawa merupakan bangunan air yang ditujukan untuk mengangkut air dari bendung ke tempat lain yang lebih rendah.

Nama Lain :

Bangunan pengangkutan: saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier, saluran kuartier)

Fungsi :

Mengambil sebagian air sungai dan selanjutnya dialirkan ketempat lain

Bangunan Bagi

Definisi :

Bangunan bagi merupakan bangunan air yang ditujukan untuk membagi sejumlah air dari suatu saluran yang lebih tinggi ordonya ke saluran yang lebih rendah tingkatannya atau ke daerah layanan

Nama Lain :

(Tidak ada)

Fungsi :

(Cukup jelas)

Bangunan Lain

Bangunan Ukur

Pintu Romyin

Parshall Flume

Pintu geser (peluapan atas, peluapan bawah, dll)

Bangunan Persilangan

Jembatan, gorong-gorong, talang (viaduct), syphon

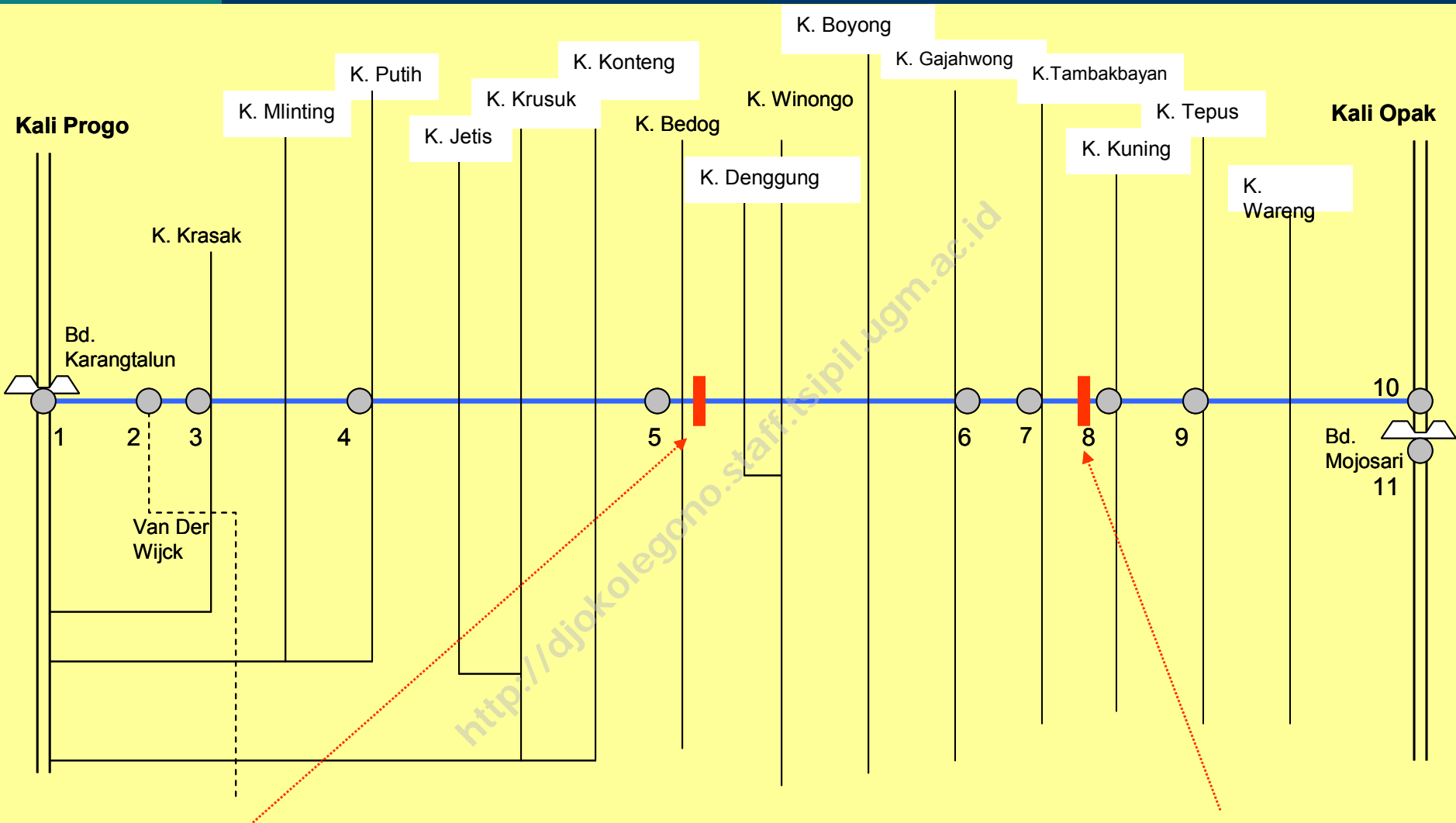
Bangunan Terjunan

Drop structure

SALURAN IRIGASI MATARAM







Ring Road Barat

Skema Pemanfaatan Air Saluran Induk Mataram

Ring Road Timur



Aksesibilitas ke lokasi dapat ditempuh dengan kendaraan roda empat,



kondisi jalan cukup bagus, termasuk sepanjang jalan inspeksi.



U m u m

1. Perkembangan sarana pendidikan:
UGM, UPN, UII, STTNAS, UAJY, STIE UP, dll.



Pengambilan air untuk perikanan (di Pringgolayan)

2. Perkembangan pemanfaatan non-irigasi: pengambilan langsung untuk perikanan, tempat pembuangan limbah rumah tangga dll.



Pengelolaan (bak) sampah (di Babarsari)

Pengelolaan (bak) sampah di di kawasan Babarsari

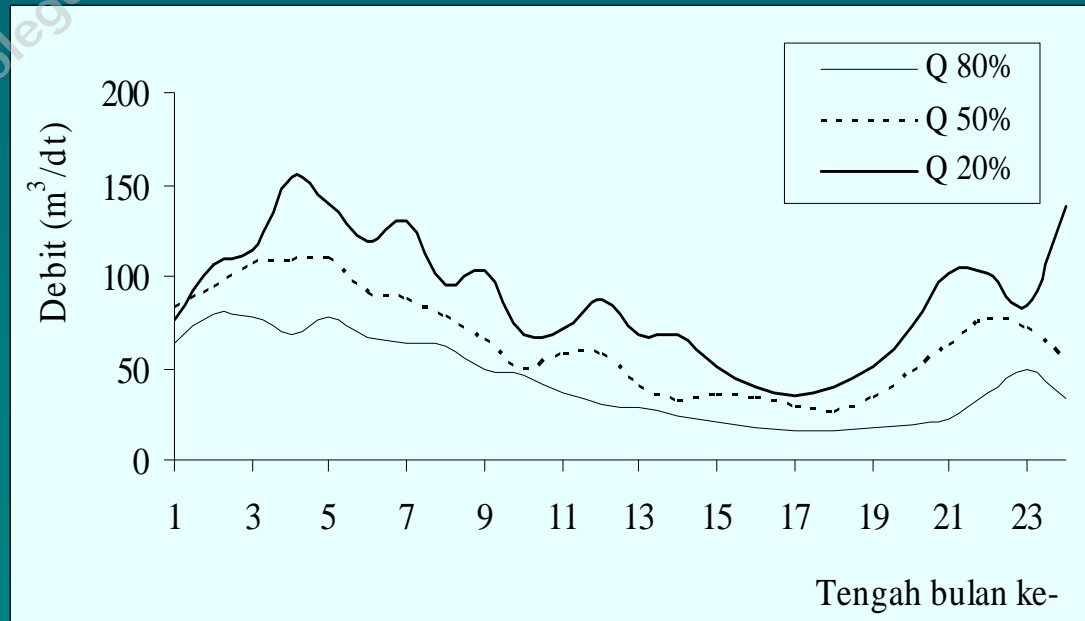


3. Jalan inspeksi
yang dirancang
dengan klas jalan
yang rendah
telah mengalami
beban yang jauh
di atas kapasitas.



Bendung Karangtalun

Pola Ketersediaan



Intake Bendung Karangtalun



Bangunan Penguras Bendung Karangtalun



Pola Pemanfaatan

Outlet Syphon K. Code



1. Pemenuhan kebutuhan air irigasi secara umum berkurang karena adanya alih fungsi lahan.

Pemanfaatan air non-irigasi antara lain untuk keperluan sanitasi, yaitu untuk penggelontoran riol kota Yogyakarta (melalui suplai ke bendung Bendolole di kali Winongo dan bendung Pogung di sungai Code).



← Pintu Air Saluran Van Der Wijck dari arah hulu



Pintu Air Saluran Van Der Wijck dari arah hilir →

<http://djokolegono.statistik.tsipil.ugm.ac.id>



← Inlet Syphon SIM
dengan Kali Krasak

Inlet Syphon SIM
dengan Kali Putih





← Kerusakan tebing kiri
pada Km 19.50

Kerusakan tebing kiri
pada Km 19.55





← Kerusakan tebing kiri
pada Km 26.50



↑ Kerusakan tebing
kiri pada Km 26.55



← Kerusakan tebing
kiri pada Km 26.57



Talang Babarsari
setelah diperbaiki

<http://djokolegopio.sipil.ugm.ac.id>

Talang Babarsari
setelah diperbaiki





← Kerusakan *handrail* jembatan jalan inspeksi (K. Kuning)



↑ Situasi Bendung Ngebruk, Kalasan



← Oulet SIM di K. Opak



← Bendung Mojosari, Kali Opak

Bendung Mojosari, Kali Opak



<http://djokolegono.staff.tsipil.ugm.ac.id>

*Bagian Hilir (Pertemuan
dengan K. Opak)*



Pemanfaatan Sumberdaya Air

1. Saluran Induk Mataram membentang dari intakenya di Bendung Karangtalun di Sungai Progo sampai Bendung Mojosari di Sungai Opak.

*Sebelah Barat
Jl. AM Sangaji*



2. Daerah yang dilewati berupa persawahan dan perkampungan dengan kondisi pemukiman (tingkat kepadatan dan aktivitas) bervariasi.

Desa Babarsari (sawah berada di sebelah utara saluran)



3. Pengambilan secara langsung (dengan pompa untuk berbagai keperluan) terjadi di sepanjang saluran.

Sebelah timur desa Babarsari





**Dari Perkampungan (Utara
F. Kehutanan UGM)**

4. Pada daerah perkotaan
(dengan kondisi
pemukiman padat)
terdapat banyak
aktivitas pembuangan
limbah rumah tangga,
menimbulkan
pencemaran kualitas.



**Dari Perkampungan
(Cepit Baru)**





← **Klebengan (Utara
Kampus UNY)**

5. Pemanfaatan saluran untuk pembuangan limbah rumah tangga diperparah oleh tumbuhnya bangunan (warung makan, bangunan tempat tinggal, dll) yang dibangun di atas tanggul saluran.



← **Desa Puren**



Timbunan sampah (sebelah timur Jl. Kaliurang)

6. Selain limbah rumah tangga, banyak pula dijumpai limbah padat /sampah yang dibuang ke dalam saluran baik langsung ataupun dengan cara menimbun pada tanggul saluran.



Timbunan sampah (Desa Babarsari)

Sebelah Utara
F. Peternakan UGM

Pemanfaatan
Lahan & Utilitas
Terkait



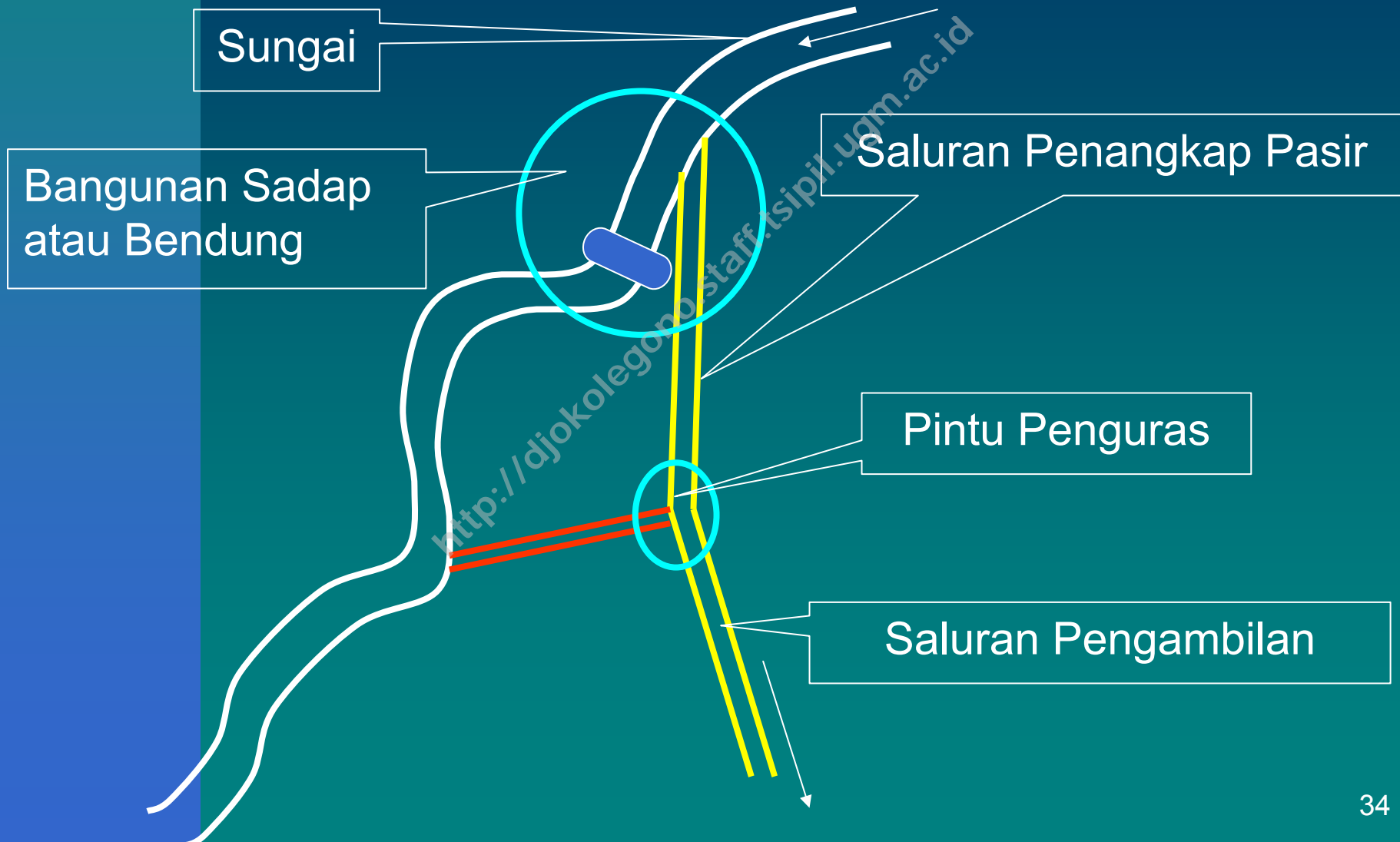


Bendung Karangtalun
dilihat dari hulu

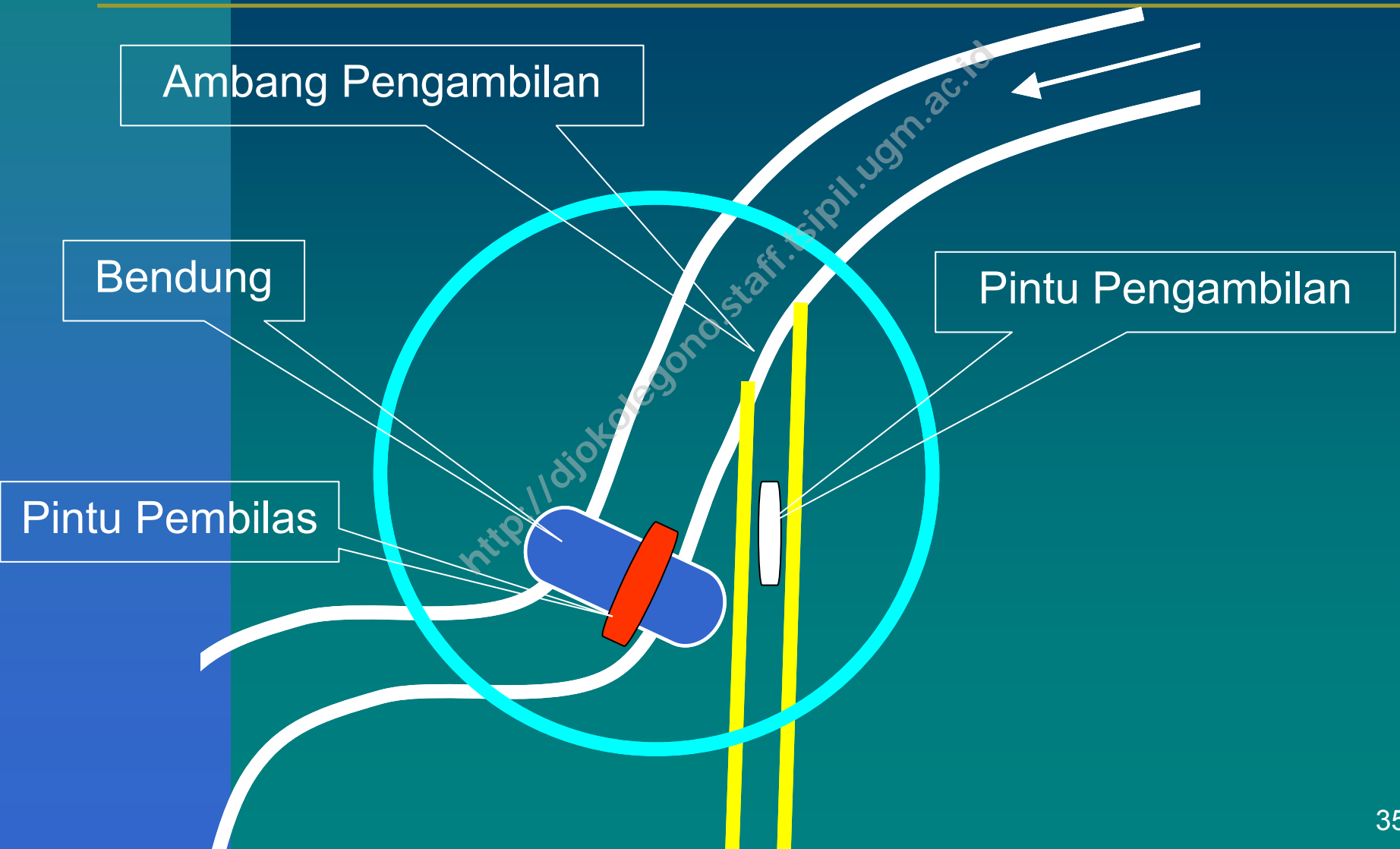
Saluran Induk Mataram
dilihat dari hulu



SKEMA UMUM PENGAMBILAN AIR DARI SUNGAI



BAGIAN-BAGIAN BANGUNAN SADAP (BENDUNG)



AMBANG PENGAMBILAN

Persyaratan Umum (Lokasi dan Dimensi) :

1. Lokasi dipilih pada bagian sungai yang tidak mudah terjadi sedimentasi, biasanya di tikungan luar.
2. Dimensi dirancang sedemikian hingga kecepatan aliran di dekat ambang tidak terlalu cepat sehingga terlalu banyak sedimen yang masuk, namun juga tidak terlalu lambat sehingga menyebabkan sedimentasi yang berlebihan di depan ambang pengambilan.

Persyaratan Kecepatan Aliran di Atas Ambang :

Berdasar pada persyaratan umum, kecepatan aliran di atas ambang dirancang sebesar 0,80 m/detik

PINTU PENGAMBILAN

Persyaratan Umum (Bentuk dan Dimensi) :

1. Bentuk pintu harus dirancang sedemikian hingga ukuran lebar tidak lebih besar dari ukuran tinggi.
2. Dimensi pintu dirancang sedemikian hingga kecepatan aliran di daerah pintu tidak terlalu cepat sehingga merusak pintu, namun juga tidak terlalu lambat sehingga menyebabkan sedimentasi yang berlebihan di sekitar daerah pintu.

Persyaratan Kecepatan Aliran di Sekitar Pintu :

Berdasar pada persyaratan umum, kecepatan aliran di sekitar pintu dirancang antara 0,90 - 1,00 m/detik

PINTU PEMBILAS

Persyaratan Umum (Bentuk dan Dimensi) :

1. Bentuk pintu harus dirancang sedemikian hingga ukuran lebar tidak lebih besar dari ukuran tinggi.
2. Dimensi pintu dirancang sedemikian hingga seluruh debit pengambilan dapat digunakan untuk menggelontor atau membilas sedimen di depan pintu pembilas.

Persyaratan Kecepatan Aliran di Sekitar Pintu :

Berdasar pada persyaratan umum, kecepatan aliran di sekitar pintu dirancang sekurang-kurangnya sebesar 1,20 m/detik

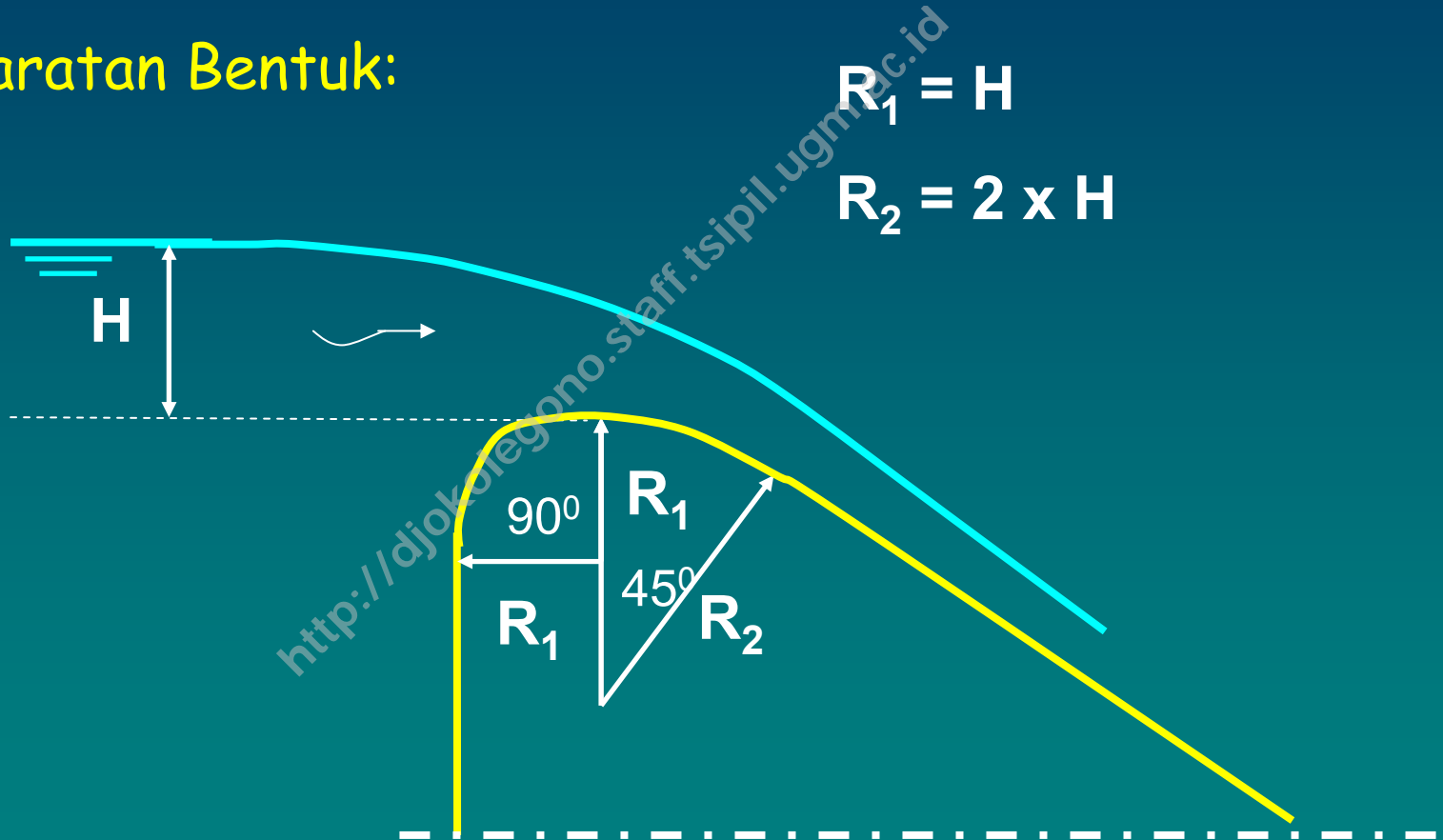
BENDUNG

Persyaratan Umum (Elevasi dan Bentuk Mercu)

1. Elevasi mercu bendung harus dirancang sedemikian untuk tujuan membelokkan sejumlah air ketempat lain yang lebih rendah dengan memperhatikan berbagai kehilangan tinggi.
2. Bentuk mercu harus dirancang sedemikian hingga bendung dapat berfungsi sebagai peluap, dimana pada kondisi banjir rencana mampu melewati seluruh debit tersebut kearah hilir dengan aman, tanpa menimbulkan luapan di sebelah hulu bendung.

PERSYARATAN HIDRAULIKA BENDUNG

Persyaratan Bentuk:



PERSYARATAN HIDRAULIKA BENDUNG

Peluapan menurut Rumus Bunchu:

$$Q = mbd \sqrt{gd}$$

Q = debit banjir rancangan
(m³/detik)

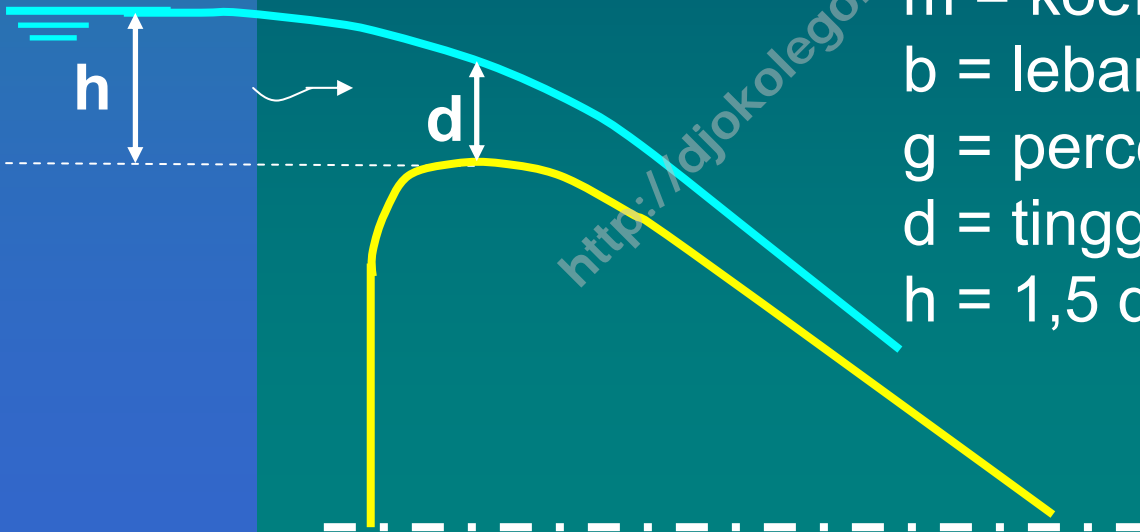
m = koefisien peluapan = 1,33

b = lebar bendung (m)

g = percepatan (m/detik²)

d = tinggi air di atas ambang (m)

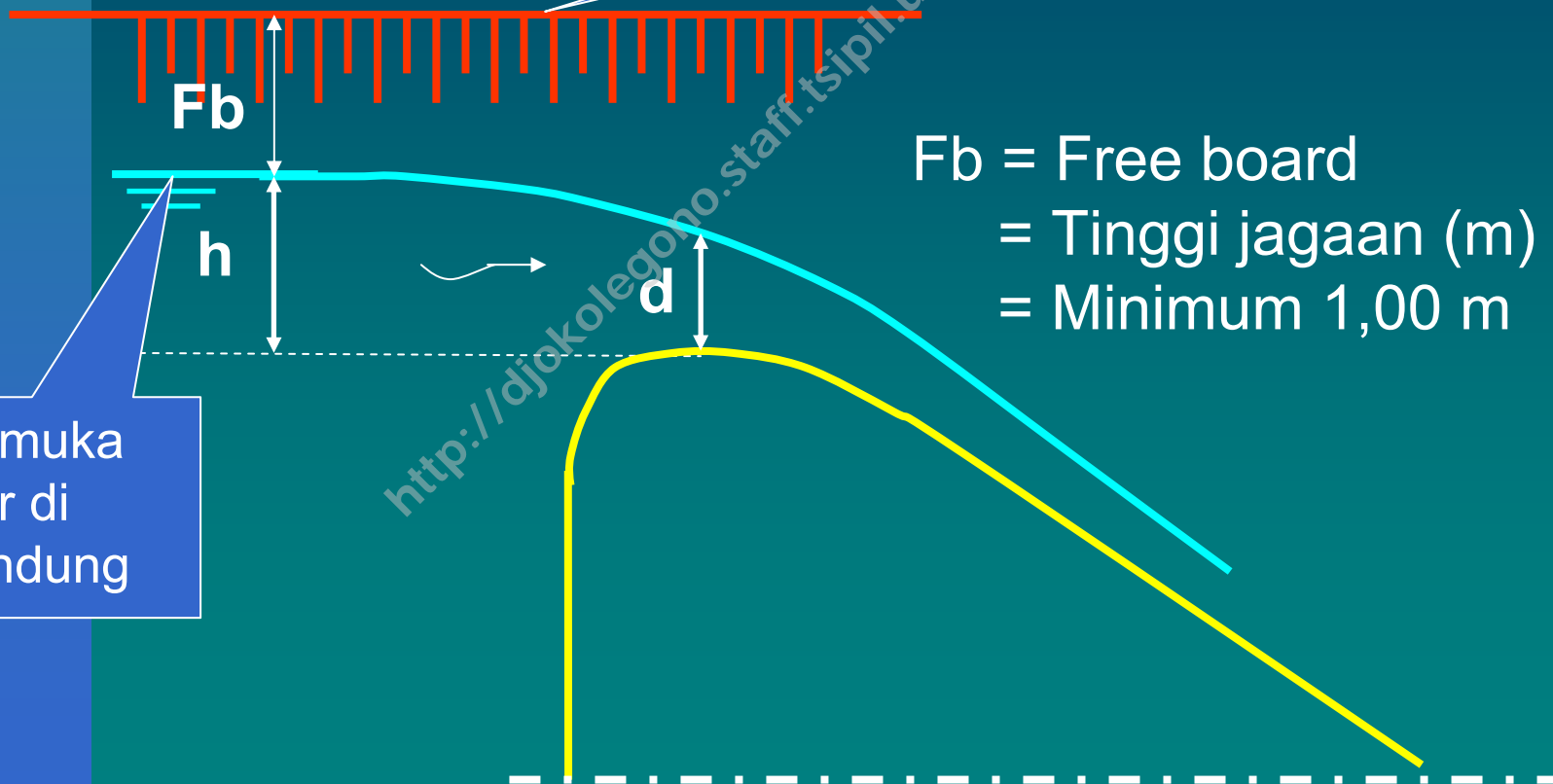
h = 1,5 d (m)



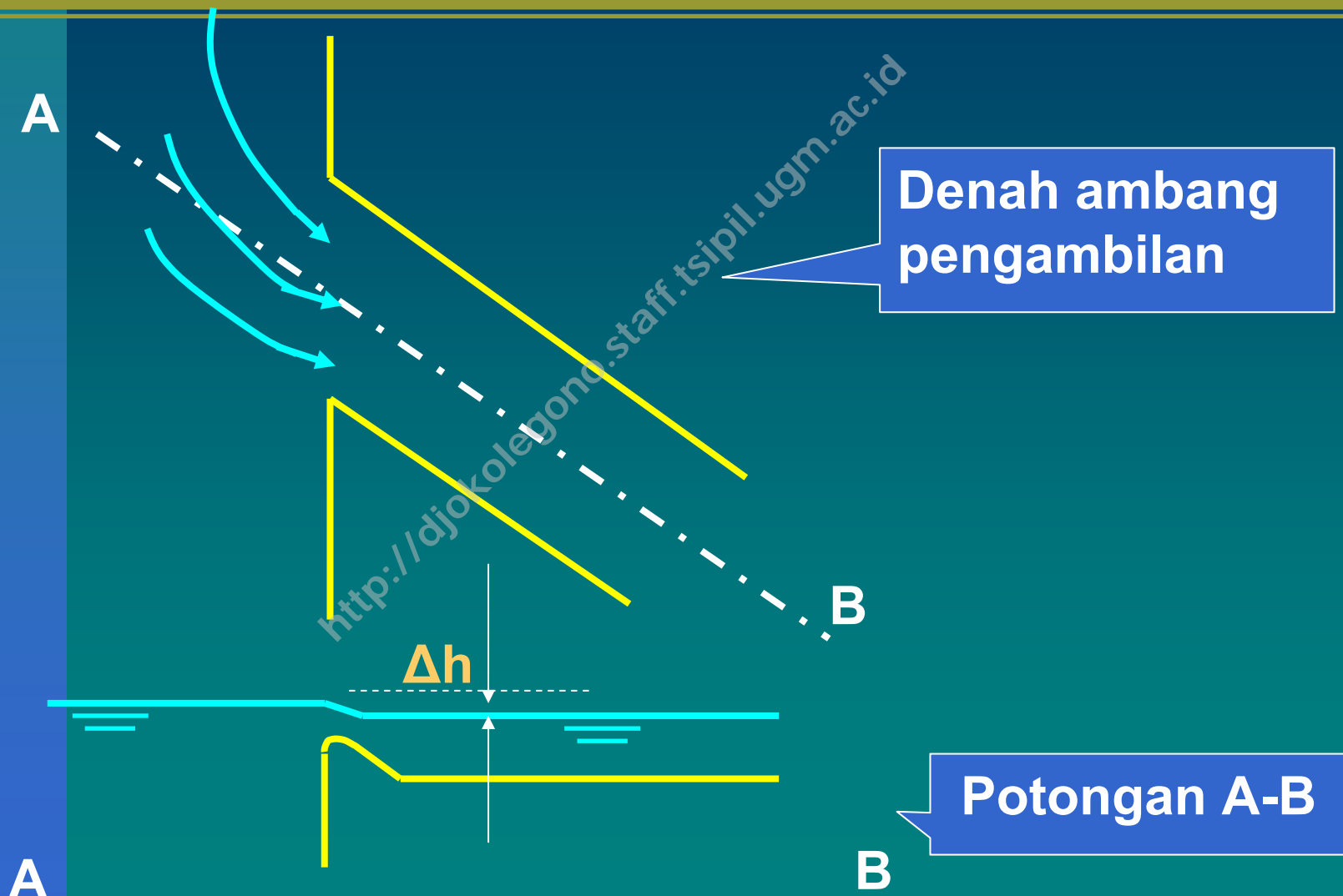
PERSYARATAN HIDRAULIKA BENDUNG

Elevasi muka tanah di sekitarnya atau tanggul

Peluapan menurut Rumus Bunchu:



PERSYARATAN HIDRAULIKA AMBANG PENGAMBILAN



PERSYARATAN HIDRAULIKA AMBANG PENGAMBILAN

Kehilangan tinggi di ambang pengambilan:

$$\Delta h = \frac{v^2}{2g}$$

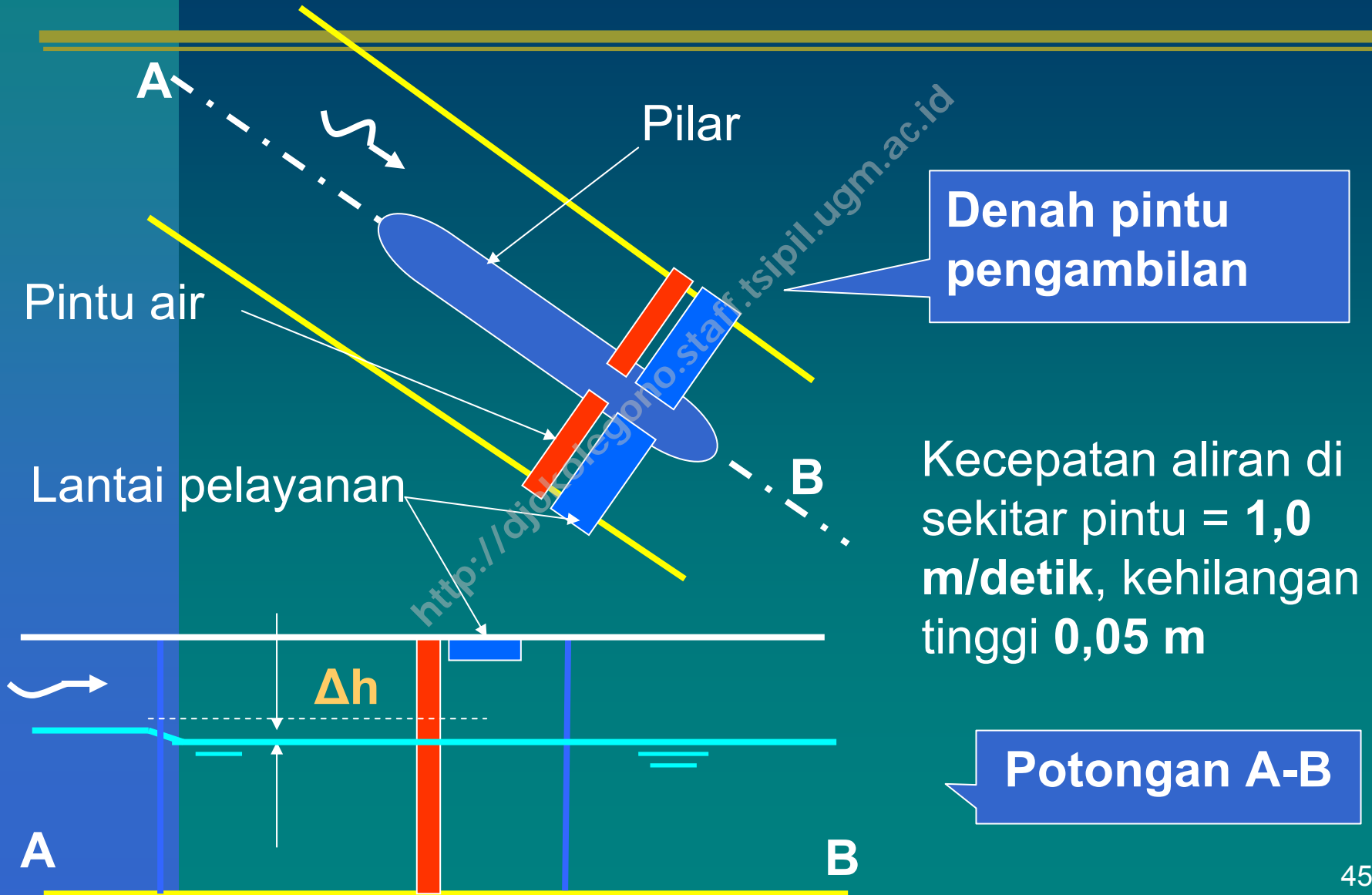
Δh = kehilangan tinggi (m)

v = kecepatan aliran (m/detik)

g = percepatan (m/detik²)

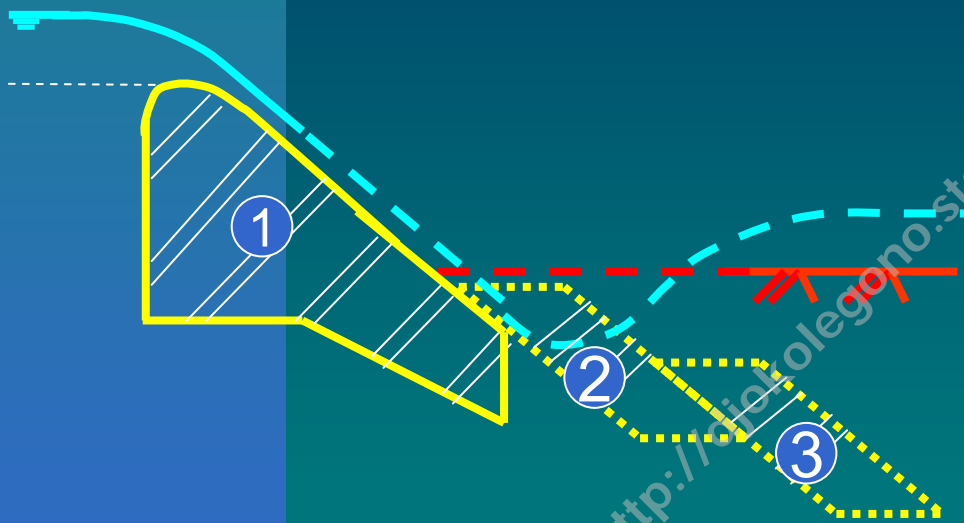
Untuk kecepatan aliran di atas ambang sebesar **0,80 m/detik** kehilangan tinggi adalah sebesar **0,03 m**

PERSYARATAN HIDRAULIKA PINTU PENGAMBILAN



JENIS BENDUNG TETAP

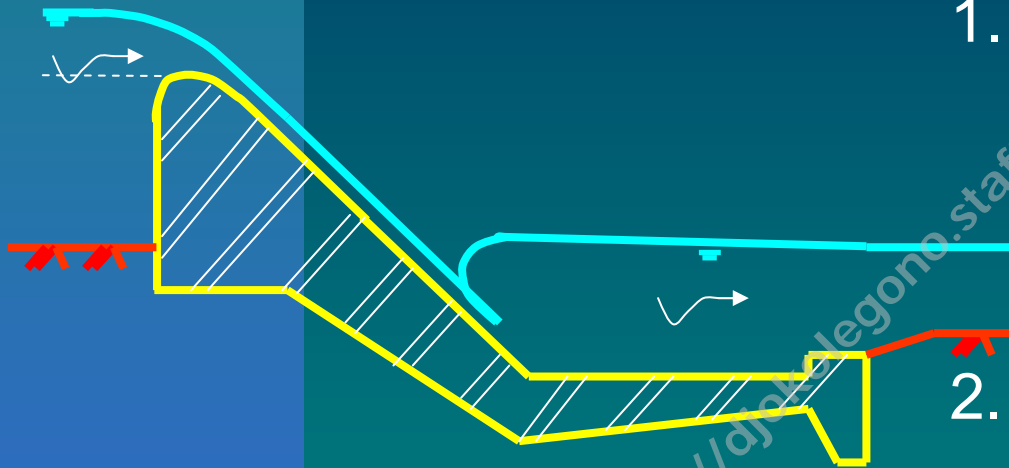
Bendung tanpa lantai rendah:



1. Arus air jatuh pada ruang penerjunan, dengan energi yang cukup besar sehingga dapat menggerus tanah di sebelah hilir bendung.
2. Diperbaiki secara bertahap sehingga diperoleh kondisi yang paling stabil.

JENIS BENDUNG TETAP

Bendung dengan lantai rendah:



1. Arus air jatuh pada ruang penerjunan, dengan energi yang cukup besar sehingga dapat merusak lantai bawah.
2. Energi air yang jatuh harus dapat dipatahkan, oleh kolam dengan kedalaman minimum yang sesuai (sesuai dengan debit banjir rencana).
3. Perlu didukung dengan uji model hidraulik.

PARAMETER/BAGIAN BENDUNG

Elevasi muka banjir di hulu bendung

Elevasi muka tanah asli di sekitar lokasi bendung atau tanggul

Elevasi mercu bendung

Elevasi muka banjir di hilir bendung

Elevasi dasar sungai di hulu bendung

Elevasi lantai hilir bendung

Elevasi dasar sungai di hilir bendung

DIMENSI HIDRAULIK BENDUNG

Desain hidraulik menurut
Vlughter-Sitompul (empiris):

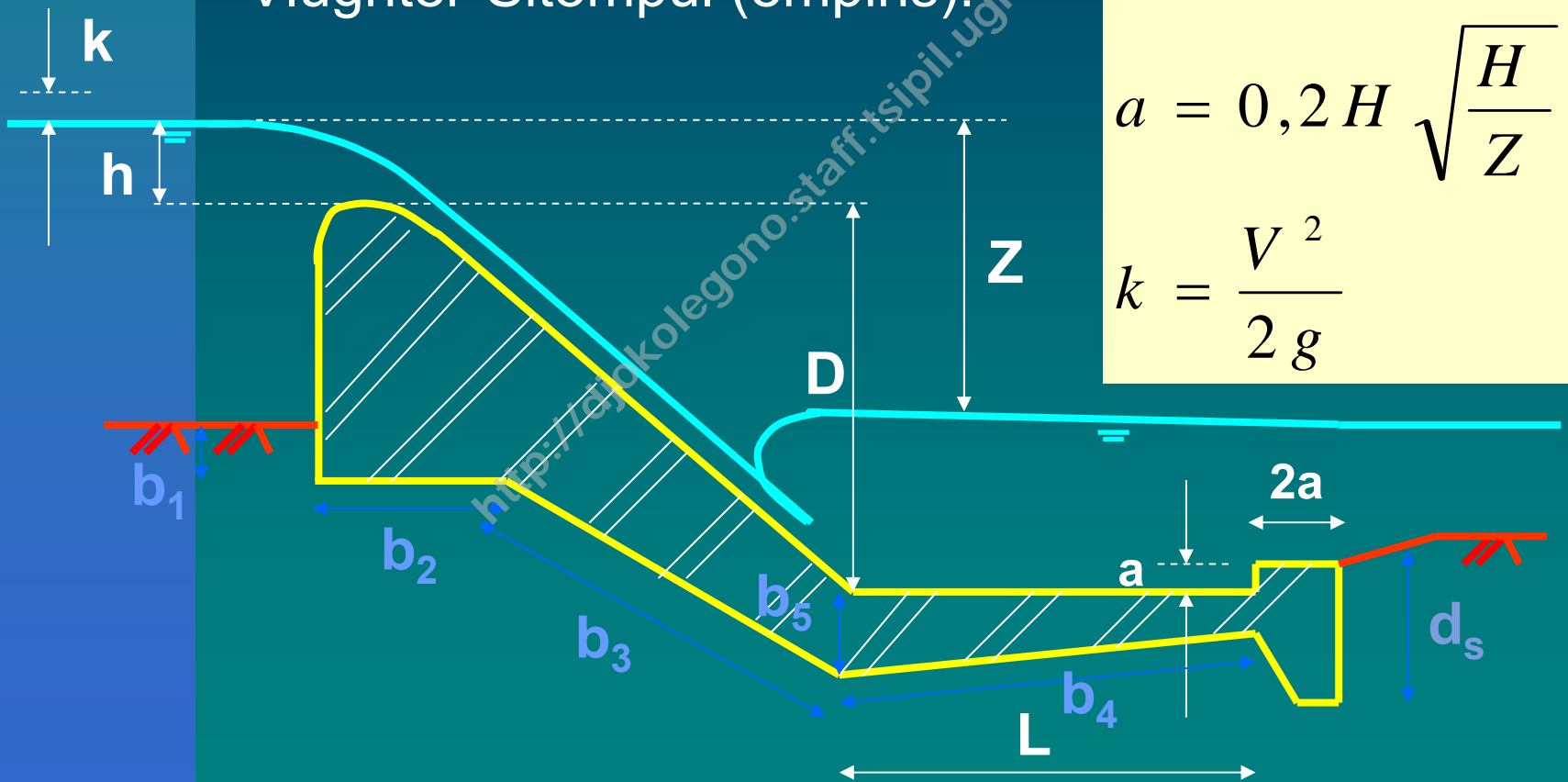
$$H = h + k$$

$$D = H + 1,1Z$$

$$L = D$$

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

$$k = \frac{V^2}{2g}$$



(Contoh)

Ketentuan:

| | | |
|--|--|--------|
| Lebar sungai (m) | | 19 |
| Kemiringan memanjang | | 0.0009 |
| Koefisien Manning | | 0.036 |
| Elevasi dasar sungai di lokasi bendung (m) | | 62 |
| Elevasi sawah (m) | | 58 |
| Kehilangan tinggi dari sawah (m) | | 7.5 |
| Debit banjir (m ³ /detik) | | 70.00 |
| Elevasi dasar sungai di sebelah hilir lokasi bendung (m) | | 60.00 |
| Elevasi muka tanah di sekitar lokasi bendung (m) | | 69.50 |
| HITUNG DAN GAMBARKAN PARAMETER HIDRAULIK BENDUNG | | |

Ketentuan (lanjutan):

| | |
|---|------|
| Debit untuk pemenuhan kebutuhan irigasi dan non-irigasi (m ³ /detik) | 3.07 |
| Tinggi ambang pengambilan dari dasar sungai (m) | 2.00 |
| Lebar pilar di pintu pengambilan (apabila diperlukan, m) | 0.80 |
| Lebar pilar di pintu pembilas (m) | 2.00 |
| Kecepatan pembilasan (m/detik) | 1.50 |
| Kecepatan di ambang pengambilan (m/detik) | 0.80 |
| Kecepatan di pintu pengambilan (m/detik) | 1.00 |
| Tinggi jagaan (m) | 1.00 |

**BERIKAN ANALISIS HIDRAULIK DAN
PENGAMBARANNYA !!!!!**

Prosedur analisis hidraulika bendung dan bagian-bagiannya

1. Pintu Pengambilan

Untuk menetapkan elevasi muka air dan dimensi pintu saluran pengambilan

2. Ambang Pengambilan

Untuk menetapkan dimensi ambang pengambilan

3. Pintu Pembilas

Untuk menetapkan dimensi pintu pembilas

4. Bendung

Untuk menetapkan dimensi bendung

Hasil Analisis

Pintu Pengambilan:

| | |
|--|-------|
| Tinggi ambang (m) | 2.00 |
| Elevasi dasar saluran (m) | 64.00 |
| Elevasi muka air di dekat sebelah hilir | 65.50 |
| Tinggi air di dekat sebelah hilir pintu | 1.5 |
| Lebar pintu air pengambilan yang | 2.50 |
| Lebar saluran pada bagian pintu air (m): | 3.30 |
| Elevasi muka air di dekat sebelah hilir | 65.55 |

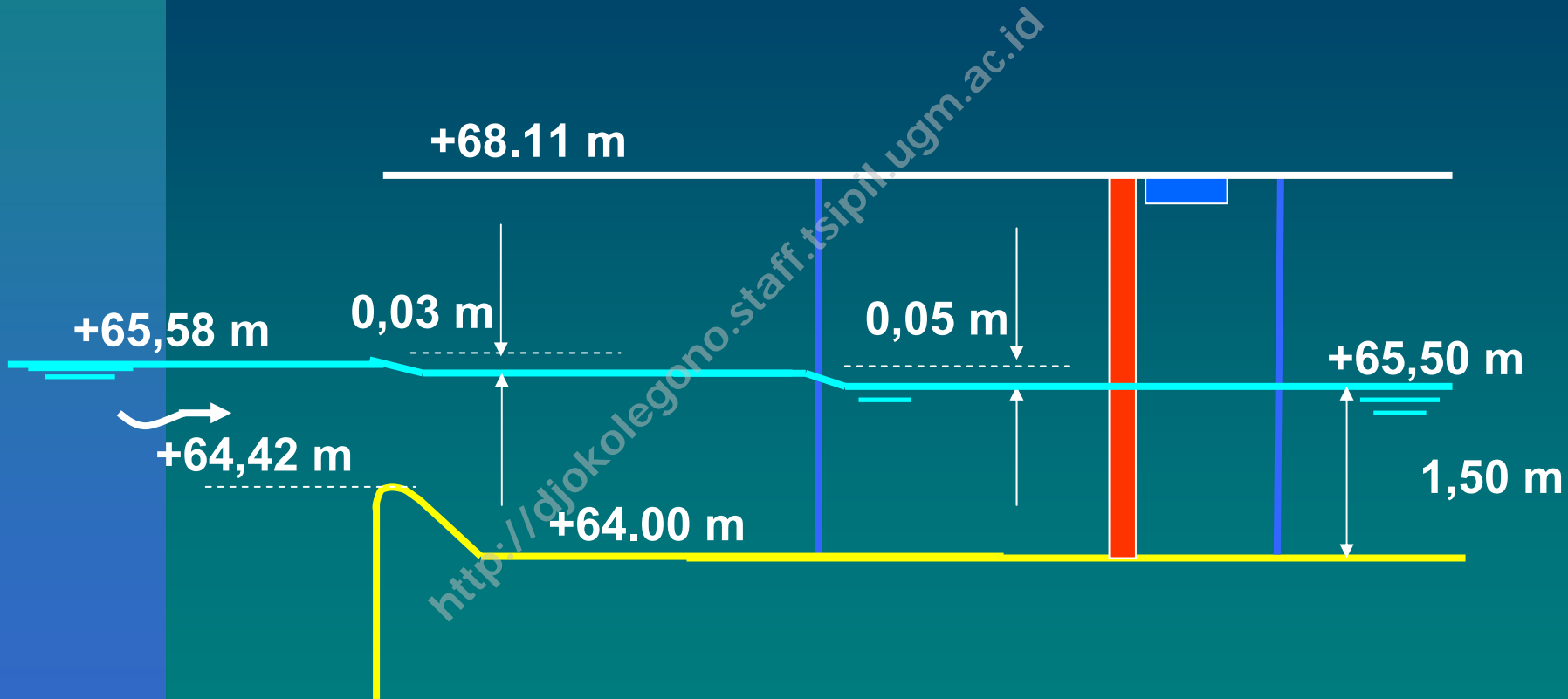
Ambang Pengambilan:

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Lebar ambang pengambilan - asumsi | 4.67 |
| Tinggi air di ambang pengambilan (m): | 1.13 |
| Elevasi dasar ambang pengambilan (m): | 64.42 |

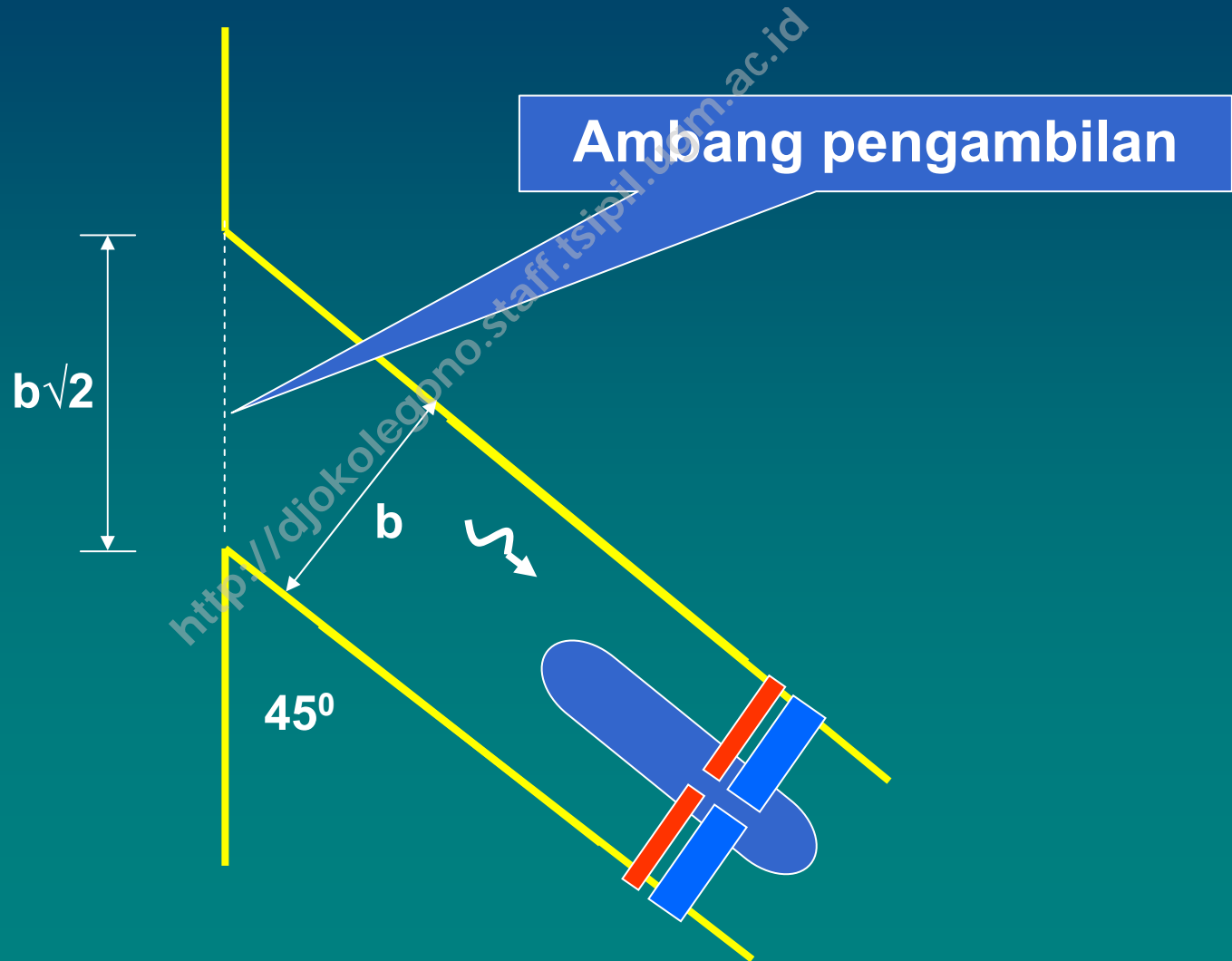
Pintu Pembilas:

| | |
|-------------------------------------|-------|
| Elevasi dasar pintu pembilas (m): | 62.00 |
| Elevasi muka air sungai normal (m): | 65.58 |
| Kecepatan pembilasan (m/detik): | 1.50 |
| Lebar pintu pembilas (m): | 0.70 |

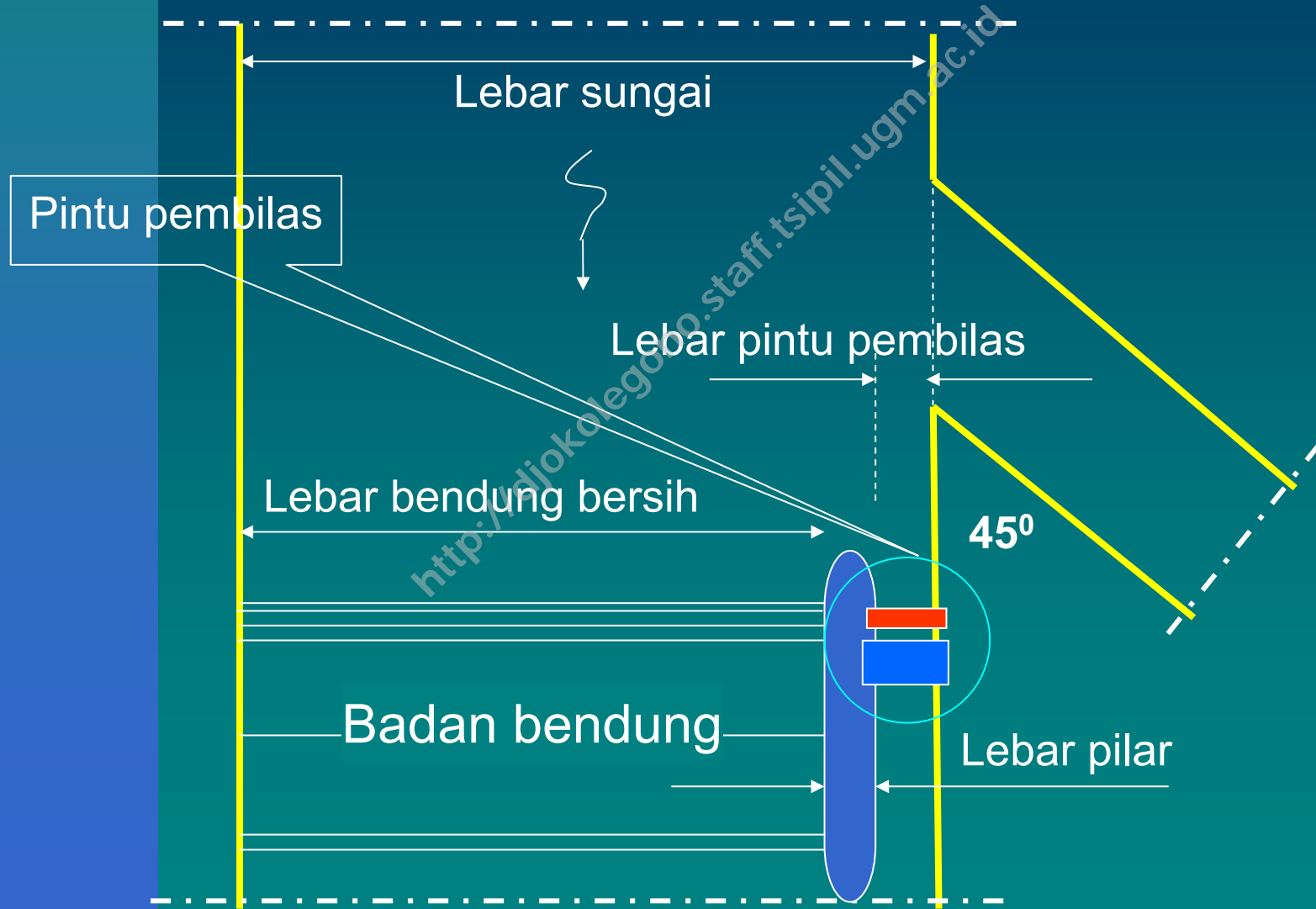
Analisis hidraulik pada pintu pengambilan, pintu pembilas, dan ambang pengambilan



Analisis hidraulik pada pintu pengambilan, pintu pembilas, dan ambang pengambilan



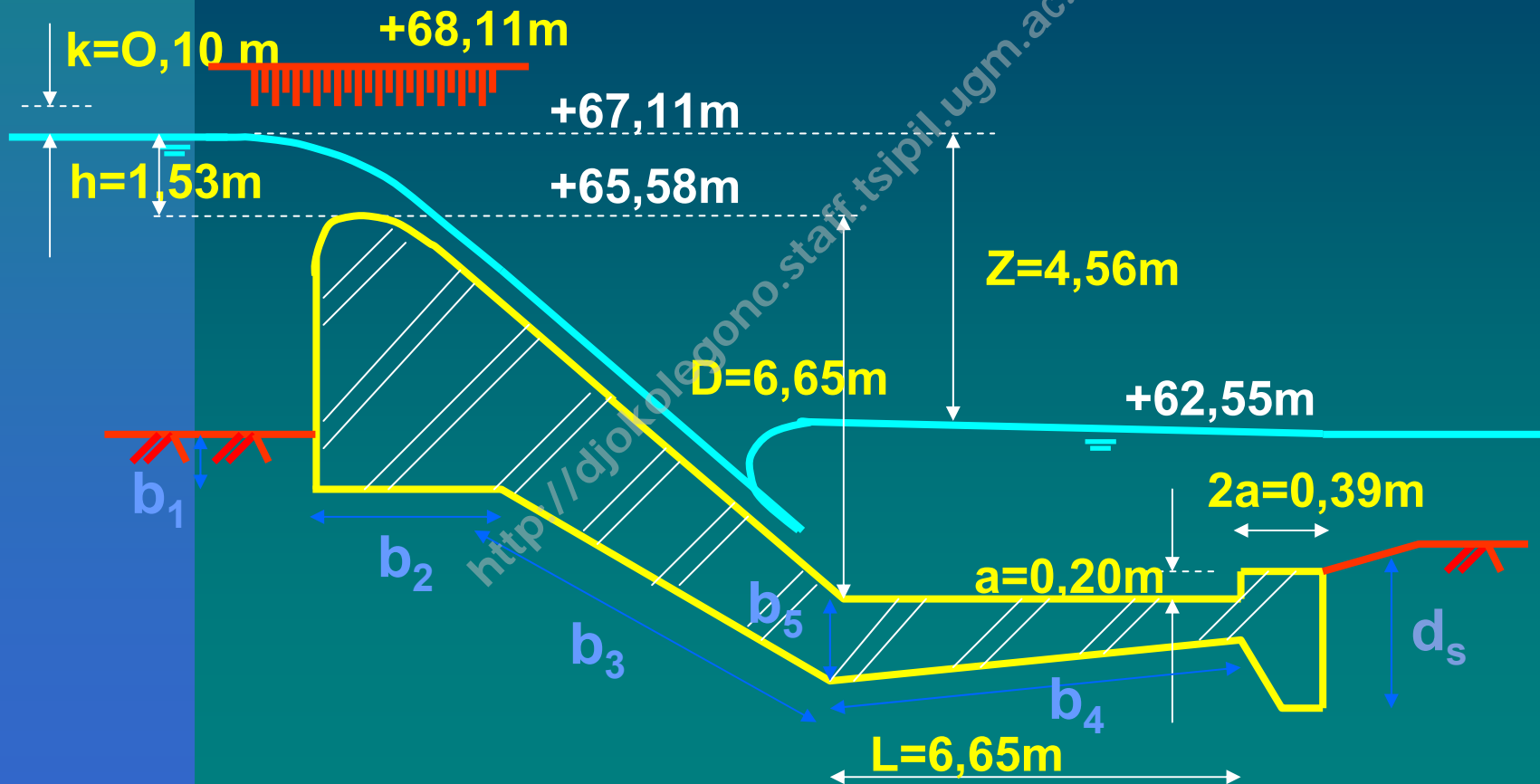
Analisis hidraulik pada pintu pengambilan, pintu pembilas, dan ambang pengambilan



Hasil Analisis

| | | | |
|---|------|--|-------|
| <u>Bendung:</u> | | | |
| Koefisien peluapan : | | | 1.33 |
| Lebar pilar bendung (m): | | | 2.00 |
| Lebar efektif bendung (m): | | | 16.30 |
| Elevasi mercu bendung (m): | | | 65.58 |
| Tinggi air di atas mercu (m): | | | 1.02 |
| h (m): | | | 1.53 |
| k (m): | | | 0.10 |
| H (m): | | | 1.63 |
| Kedalaman air di hilir bendung (m): | | | 2.55 |
| Luas tampang di sungai hilir (m ²): | | | 48.45 |
| V (m/detik) : | | | 1.27 |
| Elevasi muka air hilir bendung (m): | | | 62.55 |
| Elevasi muka air hulu bendung (m): | | | 67.11 |
| Z (m) : | 4.56 | | |
| D (m): | 6.65 | | |
| L (m): | 6.65 | | |
| a (m): | 0.20 | | |
| 2a (m): | 0.39 | | |
| Elevasi pilar, tembok tepi, dll (m): | | | 68.11 |
| (Tidak perlu tanggul) | | | |

Penggambaran Hasil Analisis (tampang memanjang bendung)

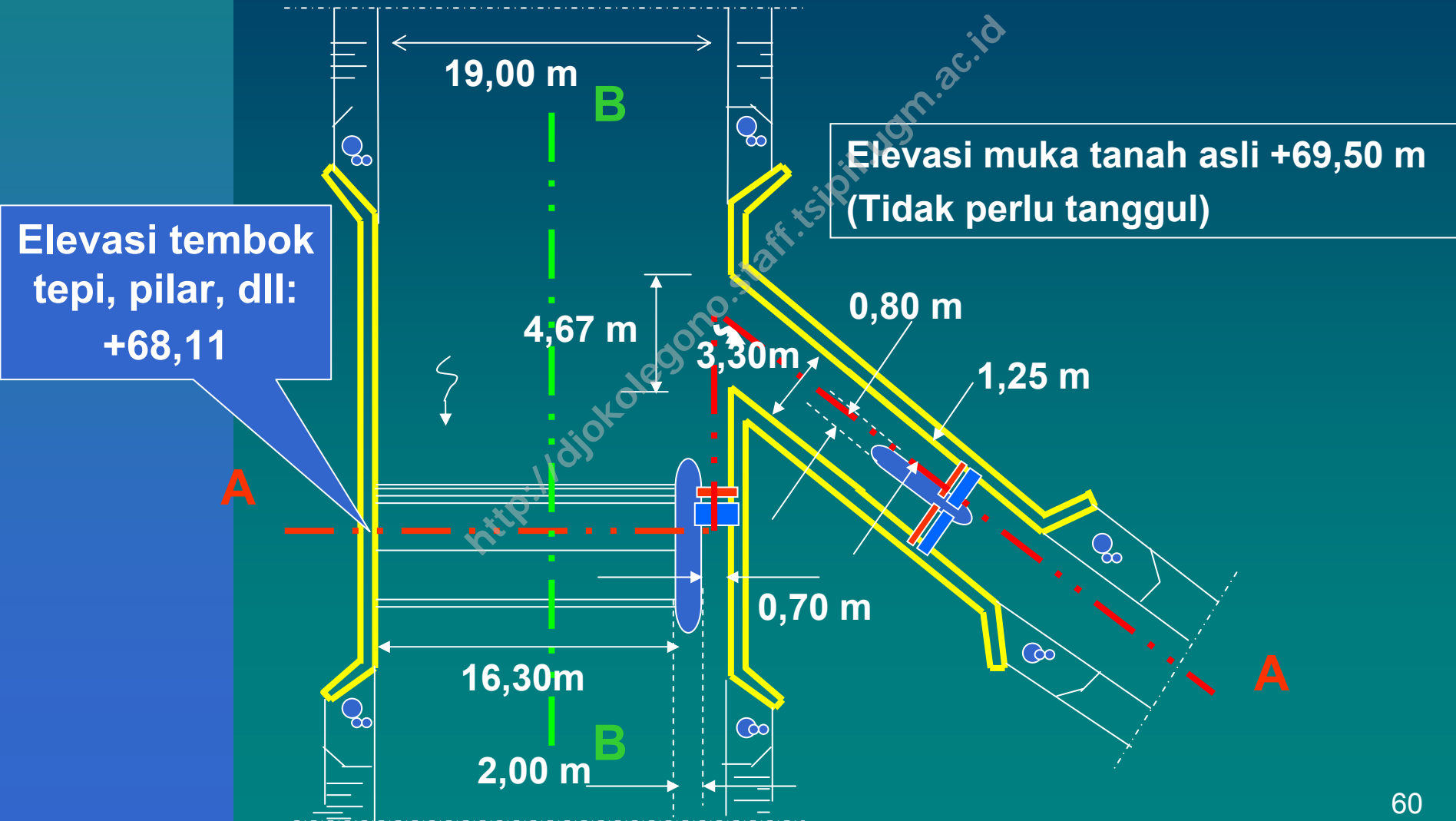


Analisis hidraulik pada pintu pengambilan, pintu pembilas, dan ambang pengambilan

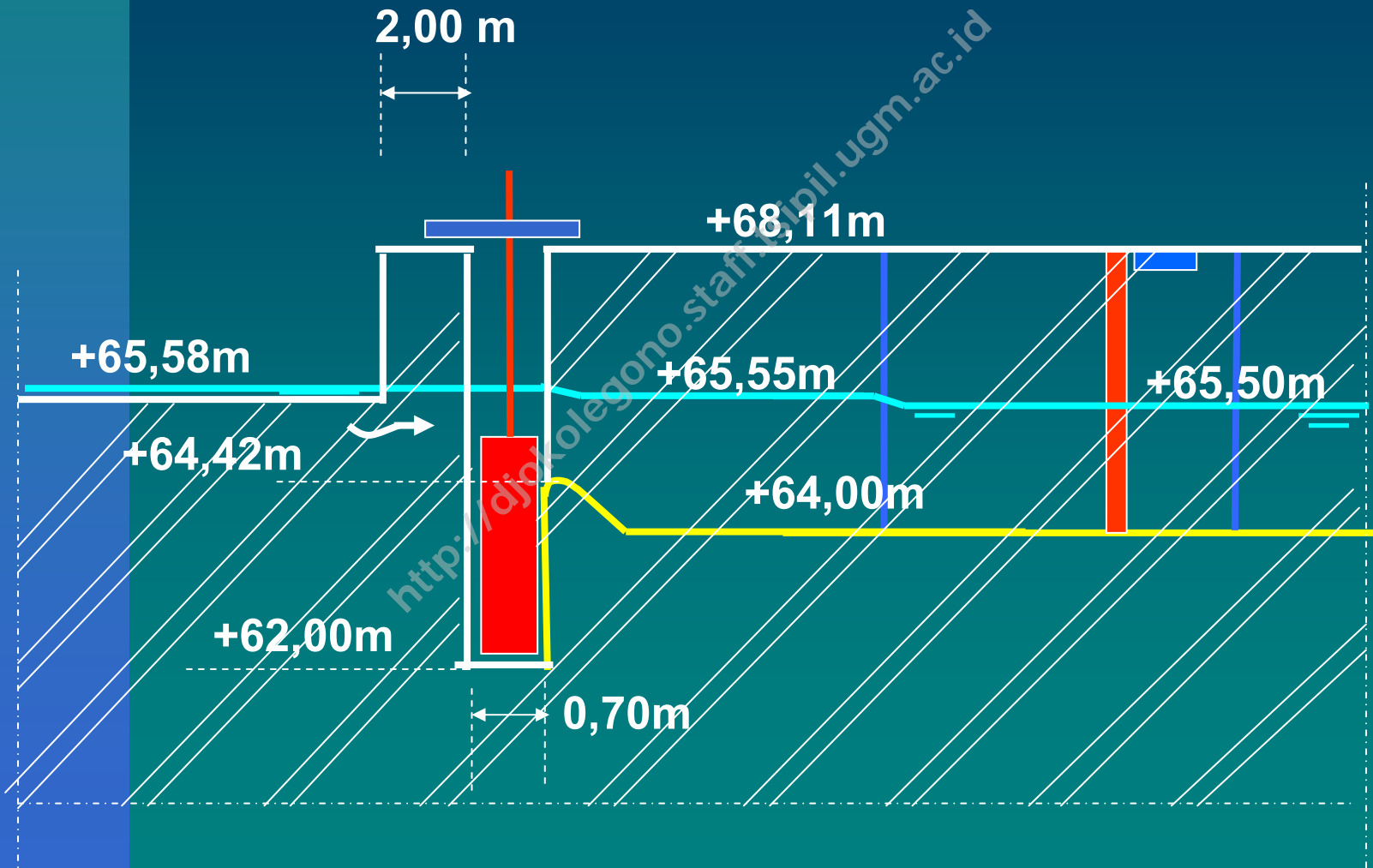
Setiap perubahan aliran akan mengalami kontraksi karena adanya penyempitan, sehingga terdapat koefisien-koefisien debit.

- Melalui pintu pengambilan : 0,90
- Melalui ambang pengambilan : 0,80
- Melalui pintu pembilas : 0,90

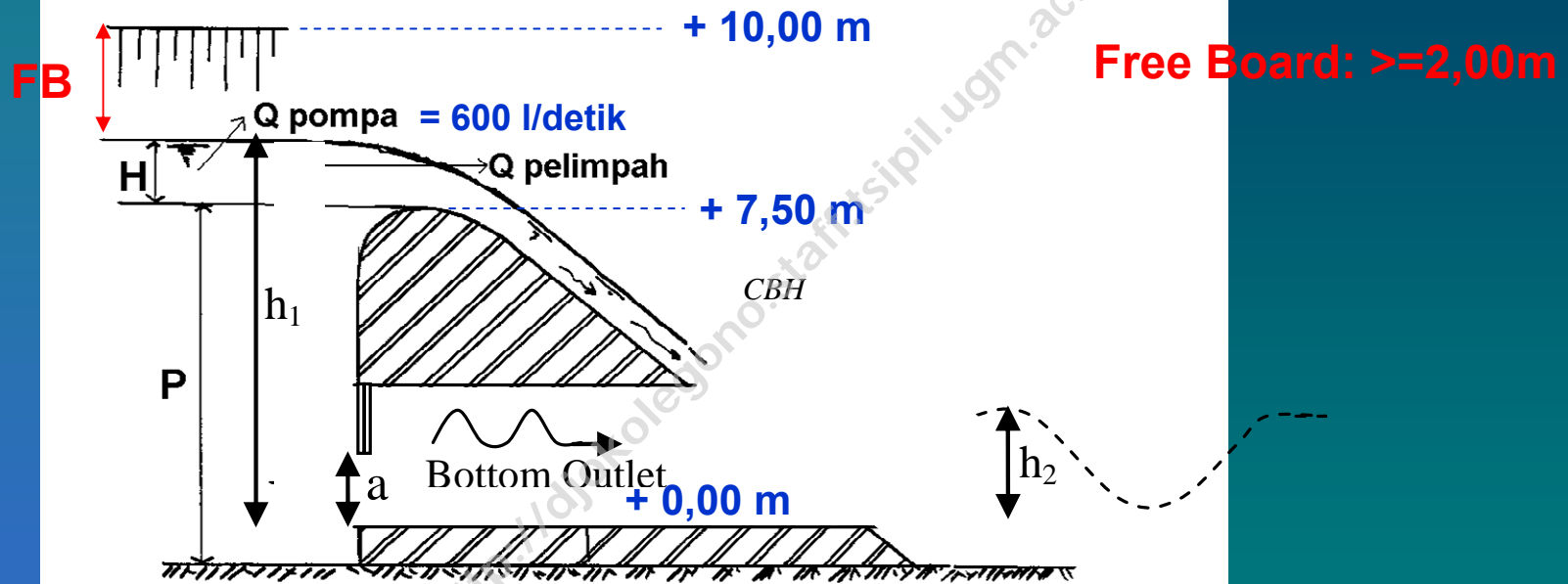
Penggambaran Akhir (Denah)



Penggambaran Akhir (Potongan A - A)



Pola Aliran Masuk dan Keluar di Sekitar Bendung

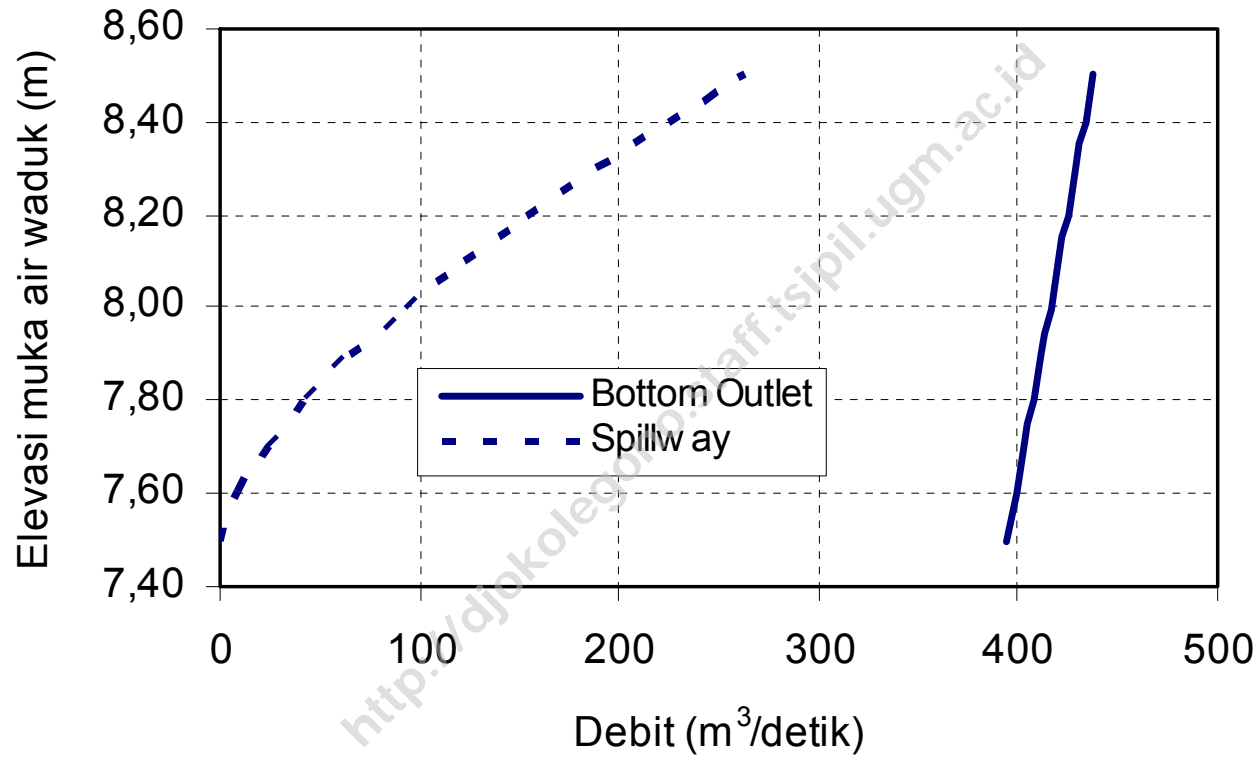


$$Q_{\text{bottom outlet}} = \mu B a \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

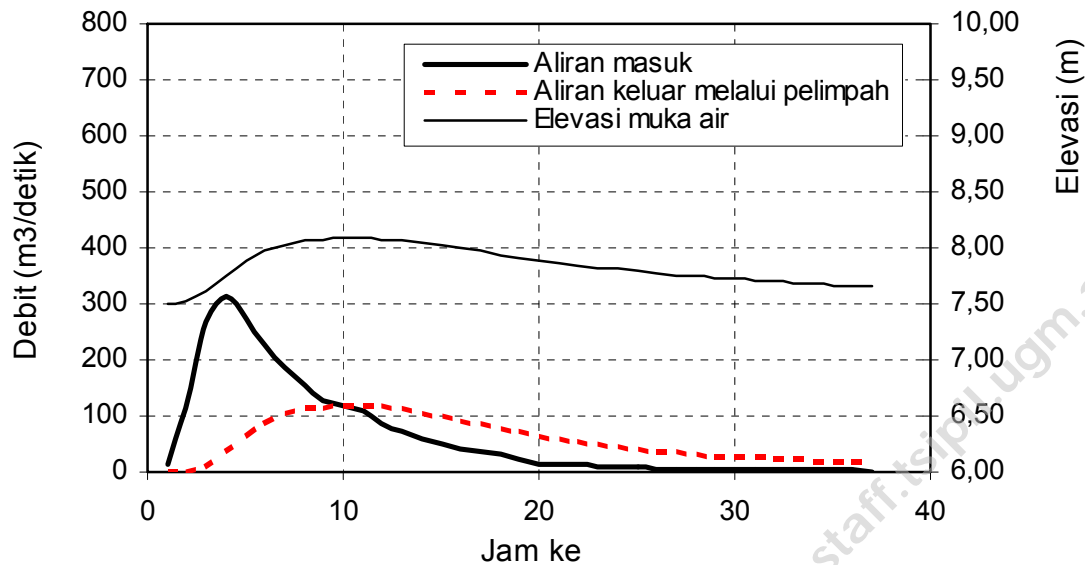
$$\mu = ??$$

$$Q_{\text{pelimpah}} = CBH^{(3/2)}$$

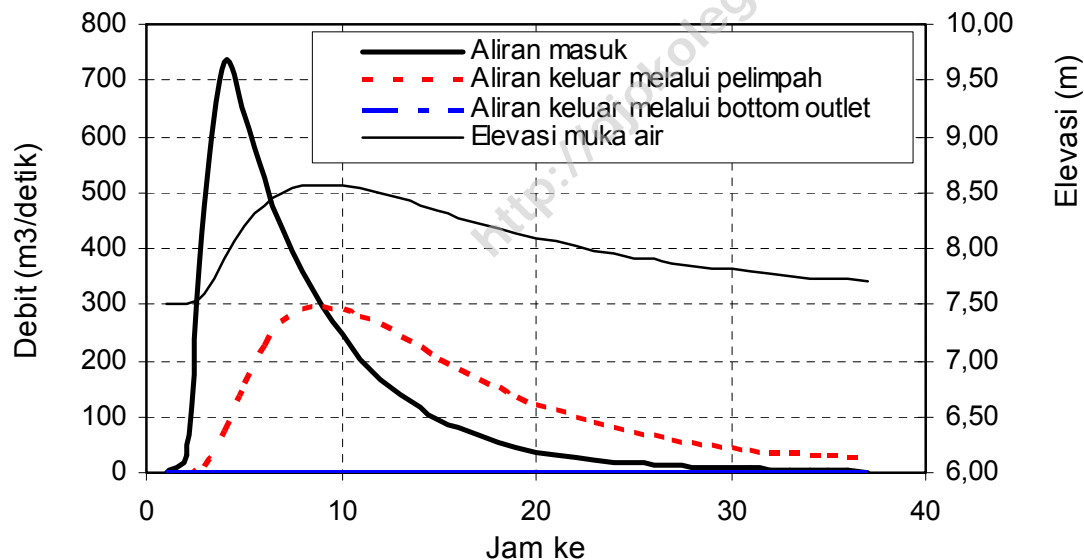
$$C = ??$$



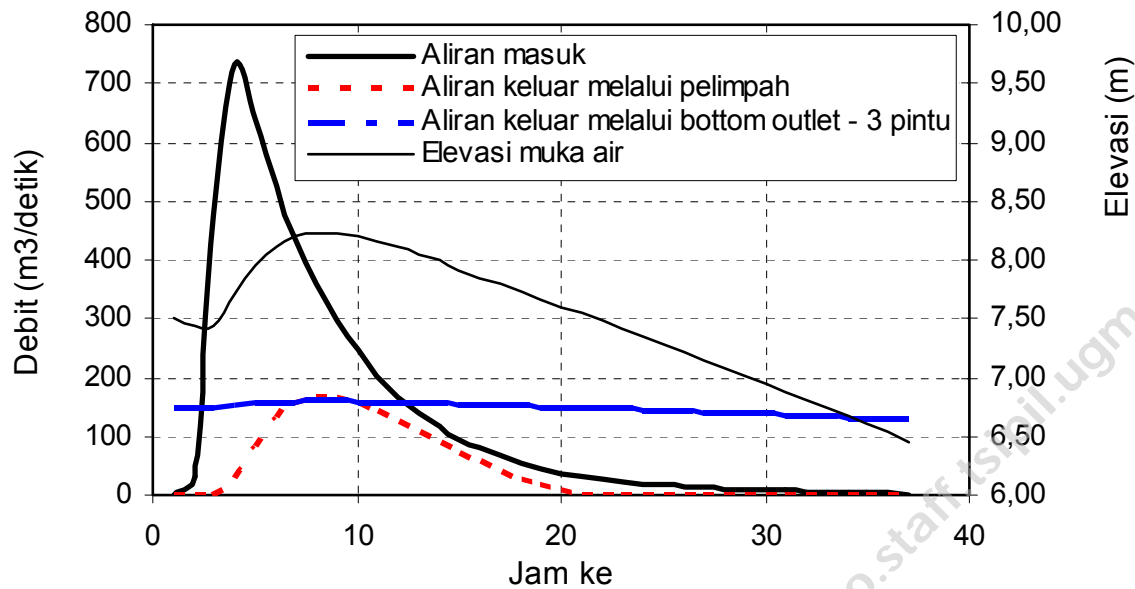
Kapasitas hidraulik bangunan pelimpah dan *bottom outlet*



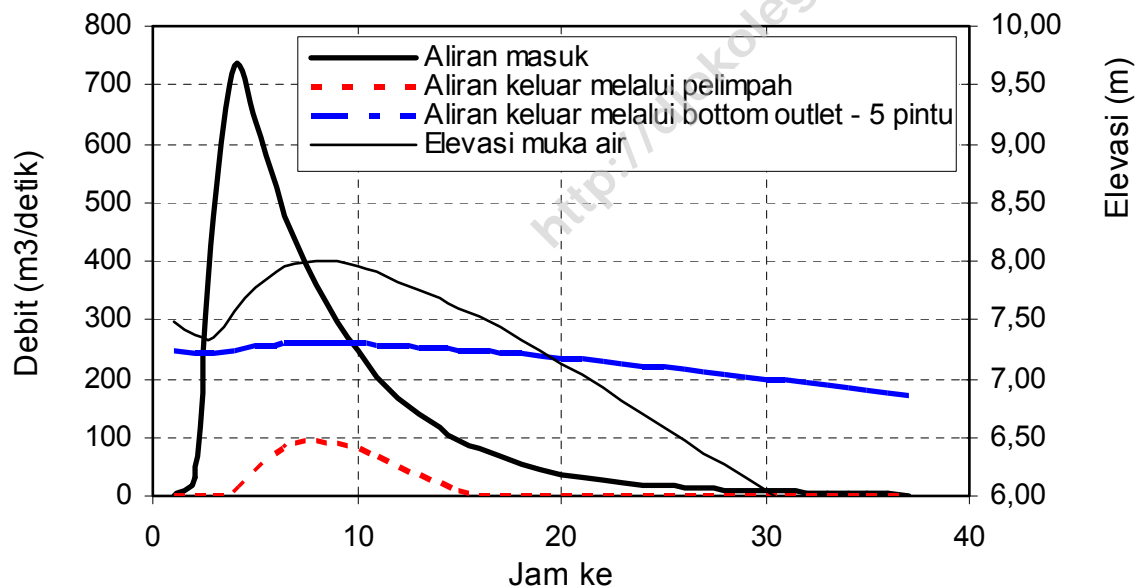
Penelusuran banjir melalui pelimpah pada Q100th



Penelusuran banjir melalui pelimpah pada QPMF

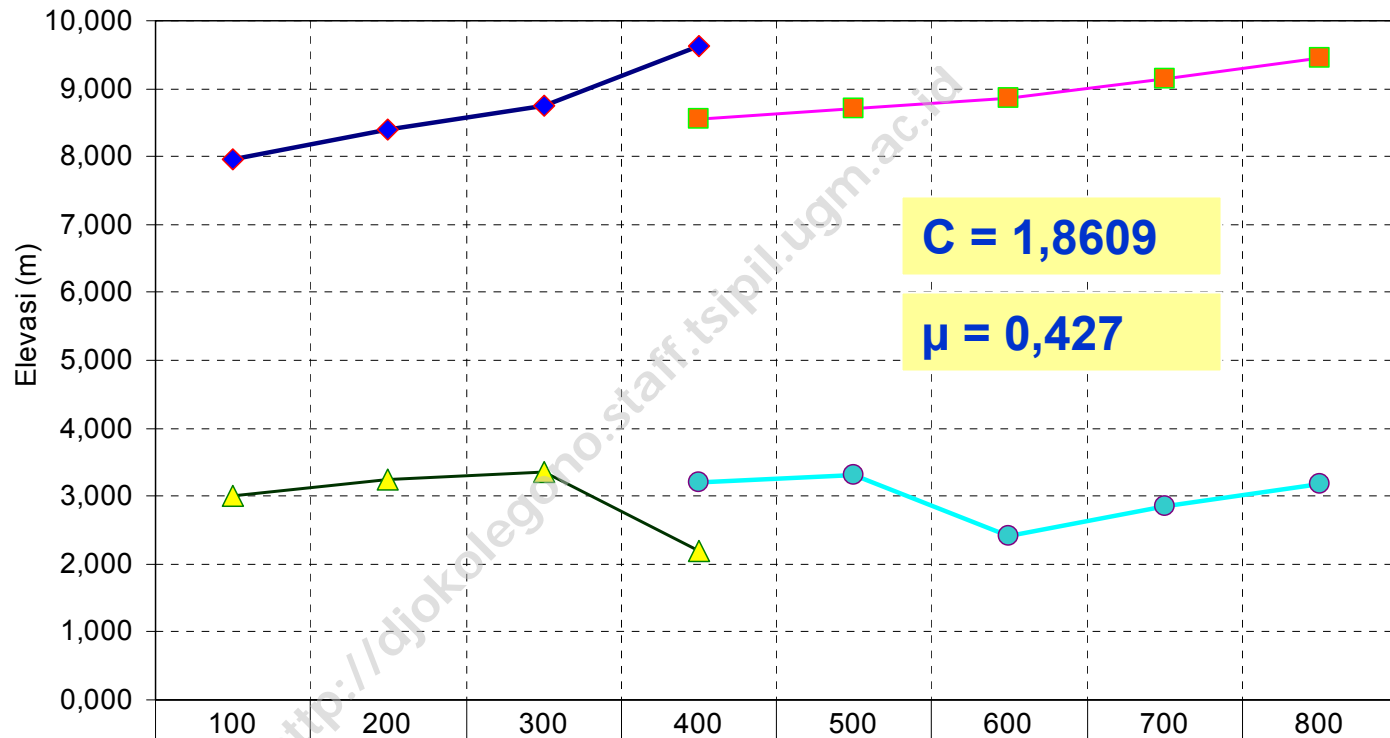


Penelusuran banjir melalui pelimpah dan *bottom outlet* 3 pintu pada QPMF



Penelusuran banjir melalui pelimpah dan *bottom outlet* 5 pintu pada QPMF

Grafik Hubungan Elevasi Muka Air dan Debit



| | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Level Air Hulu (BO ditutup) | 7,964 | 8,396 | 8,758 | 9,630 | | | | |
| Level Air Hulu (BO dibuka) | | | | 8,542 | 8,700 | 8,850 | 9,147 | 9,453 |
| Level Air Hilir (BO ditutup) | 3,007 | 3,238 | 3,346 | 2,193 | | | | |
| Level Air Hilir (BO dibuka) | | | | 3,200 | 3,305 | 2,407 | 2,857 | 3,180 |

Debit (m³/detik)