

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bentuk dan Dimensi Bangunan *Groundsill*

Bentuk dan dimensi bendung utama beserta kelengkapannya harus memenuhi ketentuan-ketentuan SK SNI T – 19 – 1991 – 03, sebagai berikut :

A. Panjang Bendung Penahan Seluruhnya :

1. Bentuk bendung penahan ke arah lebar sungai disesuaikan dengan bentuk penampang melintang sungai dan sifat tanah dasarnya.
2. Panjang bendung penahan harus dapat menutup seluruh lebar sungai dengan baik.
3. Bagian pangkal bendung penahan harus didesain agar bangunan aman terhadap bahaya gerusan dan erosi.

B. Bendung Utama (Tubuh *Groundsill*)

1. Peluap :
 - a. Peluap harus dibuat berbentuk trapezium tunggal.
 - b. Lebar peluap harus lebih kecil dari pada lebar sungai.
 - c. Tinggi peluap ditentukan berdasarkan debit desain dan tinggi jagaan. Tinggi jagaan sesuai dengan (Tabel 2.1)
 - d. Perbandingan antara lebar dan tinggi peluap ditentukan agar dapat terbentuk alur aliran yang stabil dan terkendali, dan harus dipertimbangkan pula gerusan lokal pada waktu debit desain.

Tabel 2.1Tinggi Jagaan Pada Peluap

| Debit desain (m ³ /detik) | 50 | 50-100 | 100-200 | 200-500 | 500-2000 |
|--------------------------------------|-----|--------|---------|---------|----------|
| Tinggi Jagaan (meter) | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 |

2. Mercu :
 - a. Mercu harus berbentuk ambang lebar, dan sudutnya tidak dibulatkan.
 - b. Lebar mercu ditentukan berdasarkan (Tabel 2.2)

Tabel 2.2 Penentuan Lebar Mercu

| Lebar mercu : b | 1,5 – 2 meter | 3-4 meter |
|------------------------|--|-----------------------------|
| Sedimen | Pasir dan kerikil atau kerikil dan batu-batu kecil | Batu-batu besar |
| Sifat hidraulik aliran | Gerakan mandiri (lepas) | Gerakan massa (debris flow) |

3. Sayap :

- a. Kemiringan sayap ke arah tebing minimum sama dengan kemiringan dasar sungai di hulu bendung penahan, dan maksimum 10%.
- b. Panjang sayap sebelah kiri dan kanan boleh tidak sama, dan ditentukan berdasarkan letak sumbu aliran.
- c. Lebar sayap harus sama mulai dari pangkal sampai ujungnya.
- d. Sisi hulu sayap harus dibuat tegak.
- e. Sisi hilir sayap boleh tegak atau miring, dan dibuat sama dengan kemiringan sisi hilir main dam.
- f. Lebar sayap bagian atas maksimum sama dengan lebar mercu, minimum ditentukan berdasarkan gaya-gaya akibat benturan.

4. Tubuh :

- a. Kemiringan bagian hilir ditentukan agar aliran tidak menyusur permukaan bagian hilirnya, perbandingan tegak dan datar 1:0,2, maksimum 1 : 0 (tegak).
- b. Kemiringan bagian hulu dari bendung utama dam harus ditentukan berdasarkan syarat stabilitas bangunan.
- c. Tinggi bendung penahan :
 - i. Tinggi efektif bendung penahan ditentukan agar pengendapan di bagian hulu tidak mengganggu bangunan lain di sungai.
 - ii. Tinggi efektif itu ditentukan juga berdasarkan pada kapasitas tampung rencana.
 - iii. Tinggi total bendung penahan ditentukan dengan memperhatikan

penentuan lokasi bendung penahan.

iv. Dengan memperhitungkan tinggi sayap pada tebing sungai, tinggi bendung penahan harus dibuat agar bagian atas sayap lebih rendah dari pada tebing sungai.

d. Lebar dasar bendung utama harus ditentukan berdasarkan pada analisa dan perhitungan stabilitas, serta daya dukung tanah dasar.

C. Bendung Pembantu (*Endsill*)

Bentuk mercu dan kemiringan hilir bendung pembantu sama dengan bentuk bendung utama.

Dimensi bendung pembantu disesuaikan dengan gaya-gaya yang bekerja.

Tinggi bendung pembantu ditentukan berdasarkan persamaan empiris :

$$H_2 = (1/3 \text{ s/d } 1/4) \times H$$

Keterangan :

H_2 = Tinggi bendung pembantu

H = Tinggi total bendung utama

D. Kolam Olak

1. Bentuk kolam olak harus dibuat berdasarkan gaya-gaya yang diakibatkan oleh terjunan.
2. Lebar kolam olak ditentukan sesuai dengan lebar, tinggi, dan kemiringan dinding peluap.

2.1.1 Rumus Rumus Perencanaan *Groundsill*

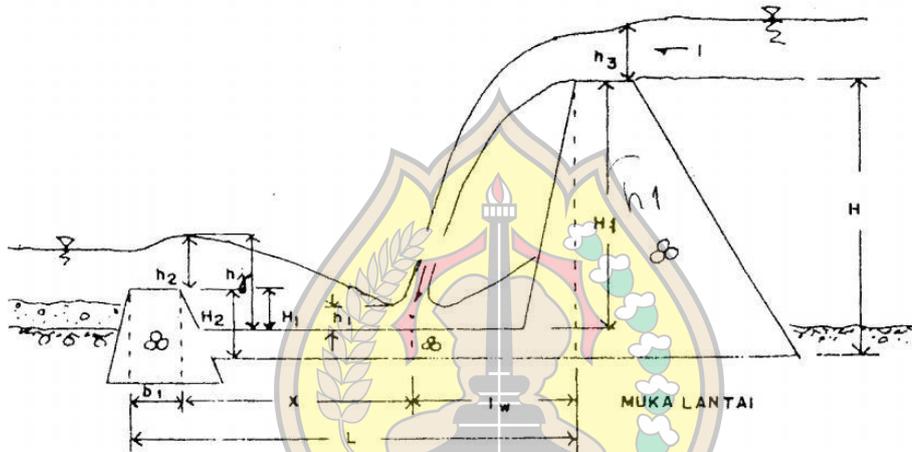
Rumus yang digunakan untuk perencanaan teknik bendung penahan sebagai berikut :

1. Rumus untuk Menetapkan Dimensi Peluap :

$$Q = \frac{2}{15} \cdot C \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (3 \cdot B_1 + 2 \cdot B_2) \cdot H_3^{3/2}$$

Keterangan : (*Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung*)

- Q = Debit desain (m³ / detik).
- C = Koefisien peluapan (0,60 – 0,66).
- g = Percepatan gravitasi (m / det² ~ 9,8).
- B1 = Lebar peluap pada mercu bendung penahan.
- B2 = Lebar muka air tertinggi (m).
- H3 = Tinggi air peluapan (m).



Gambar 2.1

Bagian Peluap Bangunan Penahan Sedimen

2. Rumus untuk Menentukan Kemiringan Tubuh Bendung Utama :

- a) Kemiringan bagian hulu (untuk tinggi bendung penahan <15 meter) :

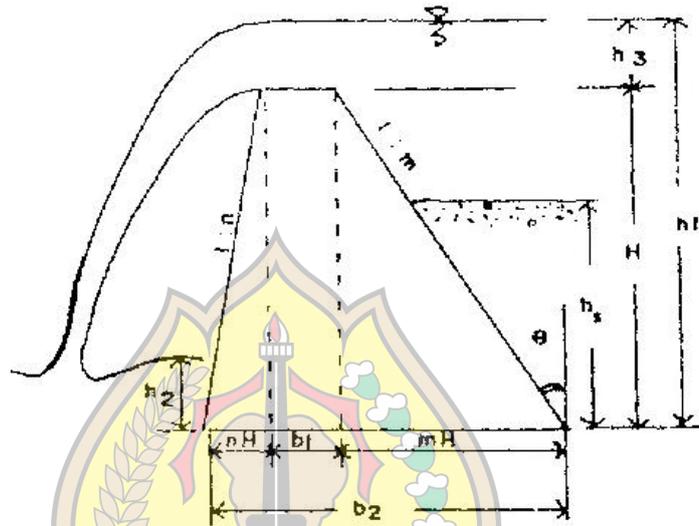
$$[(1 + \alpha)m^2] + [2(n + \beta) + n(4\alpha + \gamma) + (2 \cdot \alpha \cdot \beta)m \cdot (1 + 3\alpha) + \alpha\beta(4n + \beta) + \gamma(3n\beta + \beta^2 + n^2)] = 0$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung)

Keterangan :

- m = Kemiringan tubuh bendung utama di bagian hulu.
- n = Kemiringan tubuh bendung utama di bagian hilir.

- α = Rasio tinggi peluapan dan tinggi bendung penahan.
- β = Rasio panjang dasar peluap dan tinggi bendung penahan.
- γ = Rasio γ_c dan γ_o .
- γ_o = Berat volume aliran (besarnya kira-kira 1,0 – 1,2 ton / m³).



Gambar 2.2

Notasi pada Bangunan Utama

Keterangan :

- H = Tinggi total bendung utama.
- H_1 = Tinggi efektif bendung utama.
- h_1 = Tinggi air dari dasar.
- h_2 = Tinggi air bagian hilir.
- h_3 = Tinggi peluapan.
- b_1 = Lebar mercu bendung utama.
- b_2 = Lebar dasar bendung utama.
- h_s = Tinggi sedimen.
- m = Kemiringan bagian hulu.
- n = Kemiringan bagian hilir.

b) Kemiringan bagian hulu (untuk tinggi bendung penahan >15 meter) :

$$[(1 + \alpha - \omega)(1 - \mu) + \delta(2\epsilon^2 - \epsilon^2)]m^2 + [2(n + \beta)\{1 + \delta\epsilon^2 - \mu(1 + \alpha - \omega) - \omega\} + n(4a + \gamma) + (2 \cdot \alpha \cdot \beta)m - (1 + 3\alpha) - \mu(1 + \alpha - \omega)(n + \beta)^2 - \delta \cdot C_s \cdot \epsilon^2 + \alpha\beta(4n + \beta) + \gamma(3n\beta + \beta^2 + n^2) - \omega(\beta + n)^2] = 0$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung)

Keterangan :

δ = Rasio dari γ_s dan γ_w .

γ_s = Berat volume sedimen dalam air.

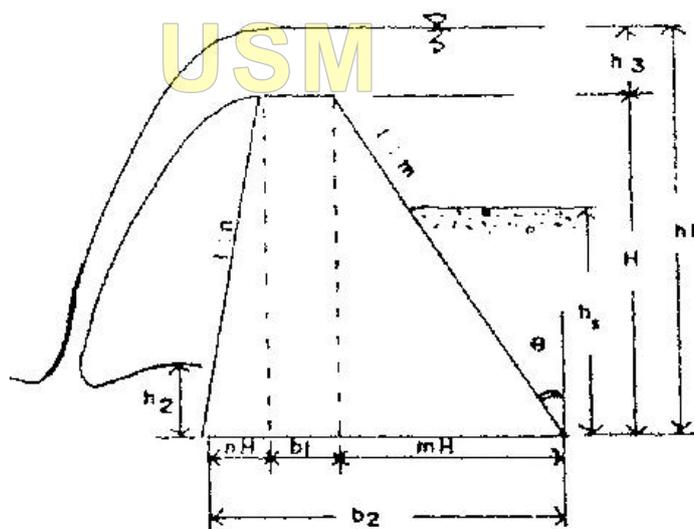
γ_w = Berat volume air (1,0 ton / m³).

μ = Koefisien uplift.

ϵ = Rasio dari h_s dan H.

w = Rasio dari h_2 dan H.

C_s = Koefisien tanah endapan, besarnya antara 0,3 – 0,6 sesuai dengan sudut geser dalam.



Gambar 2.3

Notasi pada Bangunan Utama

Keterangan :

H = Tinggi total bendung utama.

H1 = Tinggi efektif bendung utama.

h1 = Tinggi air dari dasar.

h2 = Tinggi air bagian hilir.

h3 = Tinggi peluapan.

b1 = Lebar mercu bendung utama.

b2 = Lebar dasar bendung utama.

hs = Tinggi sedimen.

m = Kemiringan bagian hulu.

n = Kemiringan bagian hilir.

3. Rumus untuk Menghitung Stabilitas :

a) Rumus Penggulingan :

$$Sf_{guling} = \frac{\epsilon M_{va}}{\epsilon M_{ha}}$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung)

Keterangan :

A = Titik penggulingan depan.

$\epsilon M_V A$ = Jumlah momen yang menahan guling.

$\epsilon M_H A$ = Jumlah momen yang menggulingkan.

Sf_{guling} = Angka keamanan terhadap guling.

b) Rumus untuk Menentukan Tekanan Dinamik Air Pada Saat Gempa

(Rumus Zanglar) :

$$Px = Cd \cdot \gamma_w \cdot K \cdot ho$$

$$C_d = \frac{C_m}{2} \left[\frac{hx}{ho} \left(2 - \frac{hx}{ho} \right) + \sqrt{\frac{hx}{ho} \left(2 - \frac{hx}{ho} \right)} \right]$$

$$P_d = \eta \cdot \frac{C_m}{2} \cdot \gamma_w \cdot K \cdot ho^2 \cdot \sec \theta$$

$$hd = \lambda \cdot hx$$

Keterangan :

X = Titik tempat permukaan sedimentasi.

P_x = Tekanan air dinamik pada titik X.

P_d = Tekanan air dinamik seluruhnya dari muka air sampai ke dalaman titik X.

γ_w = Berat volume air.

K = Koefisien seismic.

h_o = Kedalaman air dari permukaan sampai pondasi.

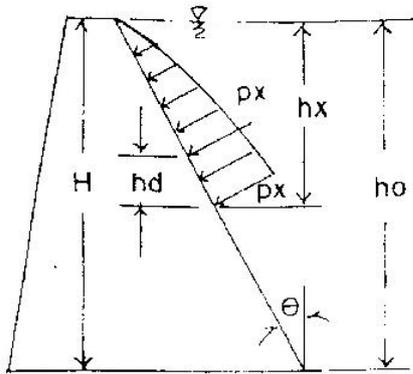
h_x = Kedalaman air dari permukaan sampai titik X.

C_m = Koefisien yang dicari dari grafik pada Gambar b Lampiran B.

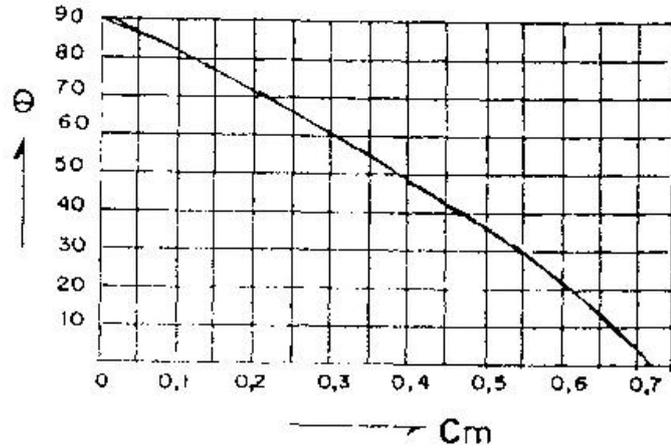
H_d = Jarak titik tangkap P_d ke titik X.

η, λ = Koefisien yang dicari dari grafik pada Gambar c Lampiran B.

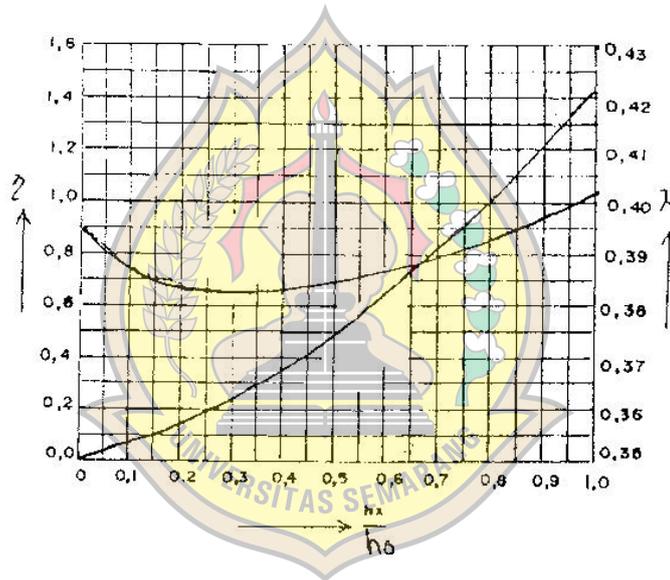
C_d = Koefisien tekanan air dinamik.



Gambar a. Gambar Notasi



Gambar b. Grafik θ dan C_m



Gambar c. Grafik hubungan λ η dan $\frac{hx}{ho}$

Gambar 2.4

Grafik-grafik untuk Menentukan Tekanan Dinamis pada Waktu Gempa Bumi

c) Tekanan pada Tanah Pondasi :

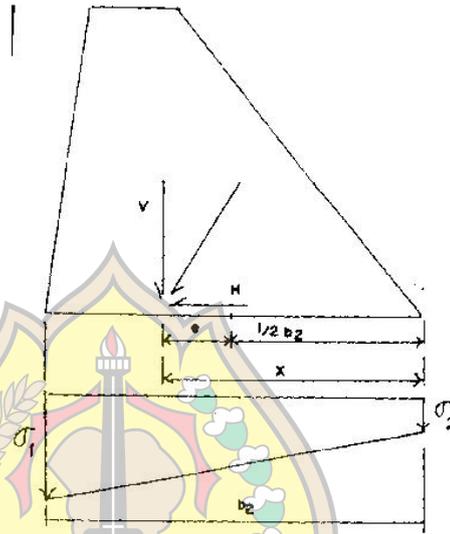
$$\sigma_{1,2} = \frac{\varepsilon V}{b_2} \left[1 + \frac{6 \cdot e}{b_2} \right]$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung)

Keterangan :

σ_1 = Tekanan tanah normal maksimum (ton / m²).

- σ_2 = Tekanan tanah normal minimum (ton / m²).
- ΣV = Jumlah gaya vertikal yang bekerja (ton).
- b_2 = Lebar dasar pondasi bendung utama.
- e = Eksentrisitas resultan gaya yang bekerja.



Gambar 2.5

Tekanan Pada Tanah Dasar

d) Keamanan Terhadap Geser :

$$Sf_{geser} = \frac{f \cdot \Sigma V + \tau_o \cdot b_2}{\Sigma H}$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung)

Keterangan :

Sf_{geser} = Angka keamanan terhadap geser yang disesuaikan dengan Tabel 2.3

ΣV = Jumlah gaya vertikal seluruhnya (ton).

ΣH = Jumlah gaya horizontal seluruhnya (ton).

f = Koefisien geser antara pondasi dengan tanah dasar, yang disesuaikan dengan Tabel 2.5

τ_o = Tegangan geser bendung utama pada tanah dasar (ton / m² / meter).

Tabel 2.3 Angka Keamanan Terhadap Geser Yang Disarankan

| Jenis tanah dasar | Angka keamanan Sf | Tinggi bendung |
|---------------------|-------------------|----------------|
| Batuan cukup kompak | 4 | - |
| Pondasi apung | 1,2 | < 15 m |
| Pondasi apung | 1,5 | > 15 m |

Tabel 2.4 Beberapa Harga Koefisien Geser Tanah Dasar

| Jenis Tanah Dasar Pondasi | | Daya Dukung Tanah (t/m ²) | Koefisien Geser f | Catatan | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--|-------------|
| | | | | Pengujian Desak Unconfined (t/m ²) | Nilai N SPT |
| Batuan Dasar (Base Rock) | Keras dengan sedikit retakan | 100 | 0,7 | > 1.000 | - |
| | Keras dengan banyak retakan | 60 | 0,7 | > 1.000 | - |
| | Lunak atau "mudstone" | 30 | 0,7 | > 100 | - |
| Lapisan Kerikil (Gravel Layer) | Padat dan kompak | 60 | 0,6 | - | - |
| | Kurang padat/tidak kompak | 30 | 0,6 | - | - |
| Lapisan Pasir (Sandy Layer) | Padat dan kompak | 30 | 0,6 | - | 30 ~ 50 |
| | Kurang padat/kurang kompak | 20 | 0,5 | - | 15 ~ 30 |
| Lapisan Lempung | Sangat keras | 20 | 0,5 | 20 ~ 40 | 15 ~ 30 |
| | Keras | 10 | 0,45 | 10 ~ 20 | 8 ~ 15 |
| | Kurang keras | 5 | - | 5 ~ 10 | 3 ~ 8 |

e) B_2 = lebar dasar pondasi bendung utama (meter). Masalah Rembesan dan Erosi Butuh :

$$Q = k \cdot A \cdot i$$

Keterangan :

Q = Debit rembesan (cm³/detik).

k = Koefisien permeabilitas tanah (cm/detik).

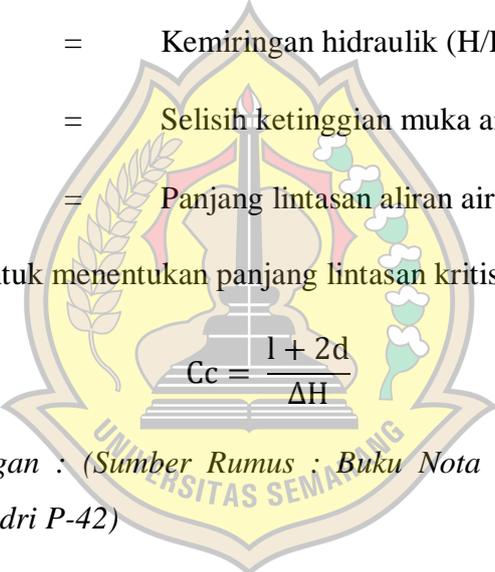
A = Luas penampang tanah (cm²).

i = Kemiringan hidraulik (H/L)

ΔH = Selisih ketinggian muka air (meter).

L = Panjang lintasan aliran air tanah (meter).

Rumus untuk menentukan panjang lintasan kritis :


$$C_c = \frac{l + 2d}{\Delta H}$$

Keterangan : (Sumber Rumus : Buku Nota Desain Konservasi S.Putih DAS. Bodri P-42)

l = Panjang lintasan arah horizontal (m).

d = Panjang lintasan arah vertikal (m).

ΔH = Selisih ketinggian muka air (m).

C_c = Koefisien rembesan yang disesuaikan dengan Tabel 2.5

$$C_w = \frac{\frac{l}{3} + 2d}{\Delta H}$$

Keterangan :

C_w = Koefisien rembesan disesuaikan dengan Tabel 2.5

Tabel 2.5 Nilai Cc Dan Cw Untuk Menentukan Panjang Lintasan Kritis

| Material tanah dasar | Cc | Cw |
|---------------------------------|-------|-----|
| Lumpur atau pasir sangat halus | 18 | 8,5 |
| Pasir halus | 15 | 7,0 |
| Pasir | - | 6,0 |
| Pasir kasar | 12 | 5,0 |
| Kerikil halus | - | 4,0 |
| Kerikil | - | 3,5 |
| Campuran pasir dan kerikil | 9,0 | - |
| Kerikil kasar tercampur kerakal | 4 – 6 | 3,0 |
| Kerakal dan batu-batu besar | - | 2,5 |

4. Rumus untuk Menentukan Lebar Kolam Olak :

a) Persamaan Hidraulik :

$$L = Iw + x + b_2$$

$$Iw = V_0 \left[\frac{2 \left(H_1 + \frac{1}{2} h_3 \right)^{1/2}}{g} \right]$$

$$V_0 = \frac{q_0}{h_3}$$

$$x = \beta \cdot h_j$$

$$h_j = \frac{h_1}{2} \left[\sqrt{1 + 8 \cdot F_1^2} - 1 \right]$$

$$h_1 = \frac{q_1}{v_1}$$

$$V_1 = \sqrt{2 \cdot g \cdot (H_1 + h_3)}$$

$$V_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot h_1}}$$

$$H_2 = h_j - h_z$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan bendung)

Keterangan :

lw = Jarak terjunan (dalam meter).

x = Panjang olakan (meter).

b^2 = Lebar mercu bendung utama.

q_0 = Debit per meter pada peluap ($m^3/det/meter$).

h_3 = Tinggi air di atas mercu bendung utama (meter).

H_1 = Tinggi bendung utama dari lantai kolam olak (meter).

β = Koefisien besarnya antara 4,5 – 5,0.

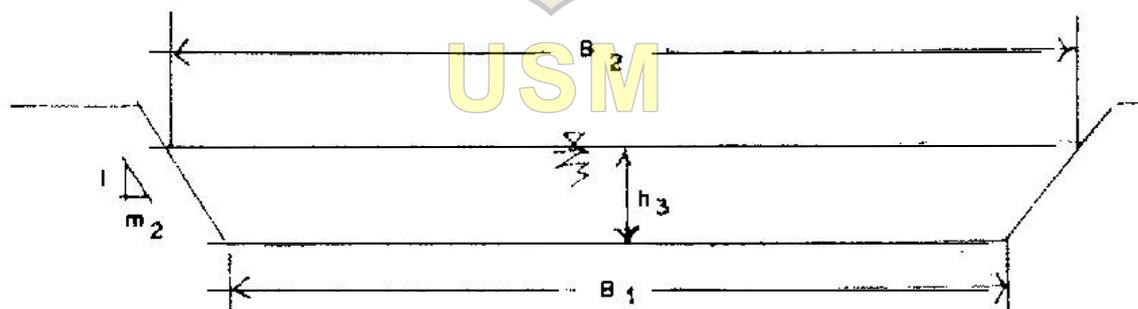
h_j = Tinggi muka air dari lantai kolam olak ada bendung pembantu (meter).

h_1 = Tinggi air pada titik jatuh terjunan (meter).

q_1 = Debit aliran tiap meter lebar pada titik jatuh terjunan ($m^3/detik/meter$).

V_1 = Kecepatan jatuh pada terjunan (m/detik).

F_1 = Angka Froude aliran pada titik terjunan.



Gambar 2.6

Notasi pada Bangunan Utama, Kolam Olak dan Bendung

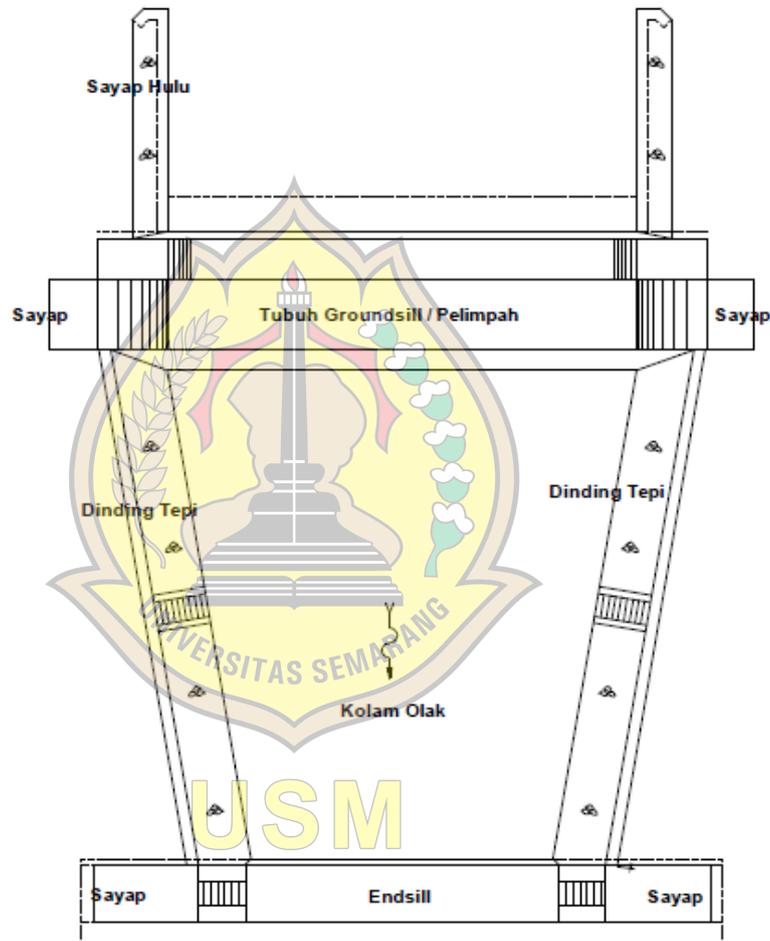
b) Rumus Empiris :

$$L = (1,5 \text{ s/d } 2,0) \times (H_1 + h_3)$$

Keterangan :

L = Jarak bendung utama dan bendung pembantu.

H₁ = Tinggi bendung utama dari lantai kolam olak.



Gambar 2.7

Panjang dan Lebar Kolam Olak

5. Rumus untuk Menentukan Tebal Lantai Kolam Olak :

a) Untuk kolam olak tanpa ambang :

$$t = 0,2 (0,6 H_1 + 3 \cdot h_3 - 1,0)$$

b) Untuk mercu bendung utama yang membentuk kolam olak :

Keterangan :

t = Tebal lantai kolam olak (meter).

H_1 = Tinggi bendung penahan dari permukaan lantai kolam olak (meter).

H_3 = Tinggi muka air di atas mercu (meter).

TABEL – TABEL KRITERIAL PERENCANAAN BANGUNAN *GROUNDSILL*

Tabel 2.6 Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Bendung Penahan Sedimen

| Tinggi bendung | Pada debit normal | Pada debit banjir |
|----------------|----------------------------|--------------------------|
| < 15 meter | - | 1. Berat sendiri |
| | | 2. Tekanan air static |
| ≥ 15 meter | 1. Berat sendiri | 1. Berat sendiri |
| | 2. Tekanan air statik | 2. Tekanan air statik |
| | 3. Tekanan tanah / sedimen | 3. Tekanan tanah sedimen |
| | 4. Tekanan air ke atas | 4. Tekanan air ke atas |
| | 5. Tekanan air dinamik | |
| | 6. Gaya inersia | |

Tabel 2.7 Contoh Gaya-gaya Yang Bekerja Pada Bendung *Grounsill* Tinggi < 15 Meter
(Keadaan Biasa dan Banjir)

| Beban | Notasi | Gaya | V | H | Lengan | Mo men |
|--------------------|--------|--|---|---|-------------------------------------|-----------|
| Berat sendiri | W | | | | | |
| | W1 | $\frac{1}{2} \gamma_c m \cdot H^2$ | + | | $\frac{2}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | W2 | $\gamma_c \cdot b_1 \cdot H$ | + | | $mH + \frac{1}{2} b_1$ | + |
| | W3 | $\frac{1}{2} \gamma_c \cdot n \cdot H^2$ | + | | $mH + b_1 + \frac{1}{3} nH$ | + |
| Tekanan air statik | P | | | | | |
| | PV1 | $\frac{1}{2} \gamma_w m \cdot H^2$ | + | | $\frac{1}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | PV2 | $\gamma_w \cdot m \cdot h_3 \cdot H$ | + | | $\frac{1}{2} \cdot m \cdot H$ | + |
| | PV3 | $\gamma_w \cdot b_1 \cdot h_3$ | + | | $m \cdot H + \frac{1}{2} \cdot b_1$ | + |
| | Ph1 | $\frac{1}{2} \gamma_w H^2$ | | + | $\frac{1}{3} \cdot H$ | + |
| | Ph2 | $\gamma_w \cdot h_3 \cdot H$ | | + | $\frac{1}{2} \cdot H$ | + |

Keterangan :

- γ_c = berat volume tubuh groundsil
- m = kemiringan bagian hulu bendung utama
- H = tingi bendung utama
- b1 = lebar mercu bendung utama
- n = kemiringan bagian hilir bendung utama
- γ_w = berat volume air
- b2 = lebar dasar bendung utama
- h3 = tingi muka air di atas mercu

Catatan : lengan momen diperhitungkan terhadap titik penggulingan depan

Tabel 2.8 Contoh Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Bendung *Groundsill* Tinggi ≥ 15 Meter (Keadan Biasa)

| Beban | Notasi | Gaya | V | H | Lengan | Momen |
|---------------------------|----------|---|---|---|---|-------|
| Berat sendiri | W | | | | | |
| | W1 | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_c \cdot m \cdot H^2$ | + | | $\frac{2}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | W2 | $\gamma_c \cdot b_1 \cdot H$ | + | | mH | + |
| | W3 | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_c \cdot n \cdot H^2$ | + | | $+ \frac{1}{2} b_1$ $mH + b_1$ $+ \frac{1}{3} nH$ | + |
| Tekanan air statik | P | | | | - | |
| | P_v | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot m \cdot H^2$ | + | | $\frac{1}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | P_h | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot H^2$ | | + | $\frac{1}{3} \cdot H$ | + |
| Tekanan tanah/sedimen | P_s | | | | | |
| | P_{sv} | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot m \cdot h_s^2$ | + | | $\frac{1}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | P_{sh} | $\frac{1}{2} \gamma \cdot C_s \cdot \gamma_s \cdot h_s$ | | + | $\frac{1}{3} \cdot h_s$ | + |
| Gaya ke atas | U | | | | | |
| | U_1 | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot \mu \cdot b_2 \cdot (H - h_2)$ | - | | $\frac{1}{3} \cdot b_2$ | - |
| | U_2 | $\gamma_w \cdot b_2 \cdot h_2$ | - | | $\frac{1}{2} \cdot b_2$ | - |
| Gaya inersia karena gempa | I | | | | | |
| | I_1 | $\frac{1}{2} \cdot K \cdot \gamma_c \cdot m \cdot H^2$ | | | $\frac{1}{3} \cdot H$ | + |
| | I_2 | $K \cdot \gamma_c \cdot b_2 \cdot H$ | | | $\frac{1}{2} \cdot H$ | + |
| | I_3 | $\frac{1}{2} \cdot K \cdot \gamma_c \cdot n \cdot H$ | | | $\frac{1}{3} \cdot H$ | + |
| Tekanan air dinamik | P_d | | | | | |
| | P_{dv} | $\frac{1}{2} \cdot \eta \cdot C_m \cdot K \cdot \gamma_w \cdot m \cdot H^2$ | + | | $\lambda \cdot m \cdot H$ | + |
| | P_{dh} | $\frac{1}{2} \cdot \eta \cdot C_m \cdot K \cdot \gamma_w \cdot H^2$ | | | $\lambda \cdot m$ | + |

Keterangan :

γ_c = berat volume *groundsill*

m = kemiringan bagian hulu bendung utama (*main dam*)

H = tinggi total bendung utama

b1 = lebar mercu bendung utama;

n = kemiringan bagian hilir bendung utama

γ_w = berat volume air

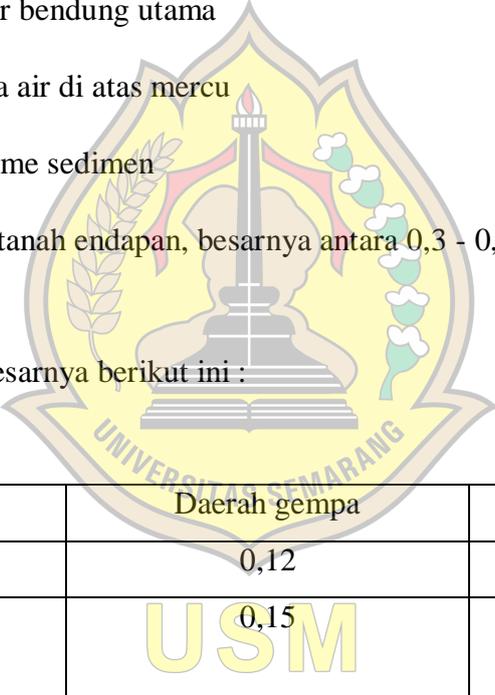
b2 = lebar dasar bendung utama

h3 = tingi muka air di atas mercu

γ_s = berat volume sedimen

Cs = koefisien tanah endapan, besarnya antara 0,3 - 0,6 sesuai dengan sudut geser dalam

K = koefisien seismik, besarnya berikut ini :



| | Daerah gempa | Bukan gempa |
|------------------------------------|--------------|-------------|
| Daerah batuan biasa | 0,12 | 0,10 |
| Daerah retakan daerah kurang padat | 0,15 | 0,12 |

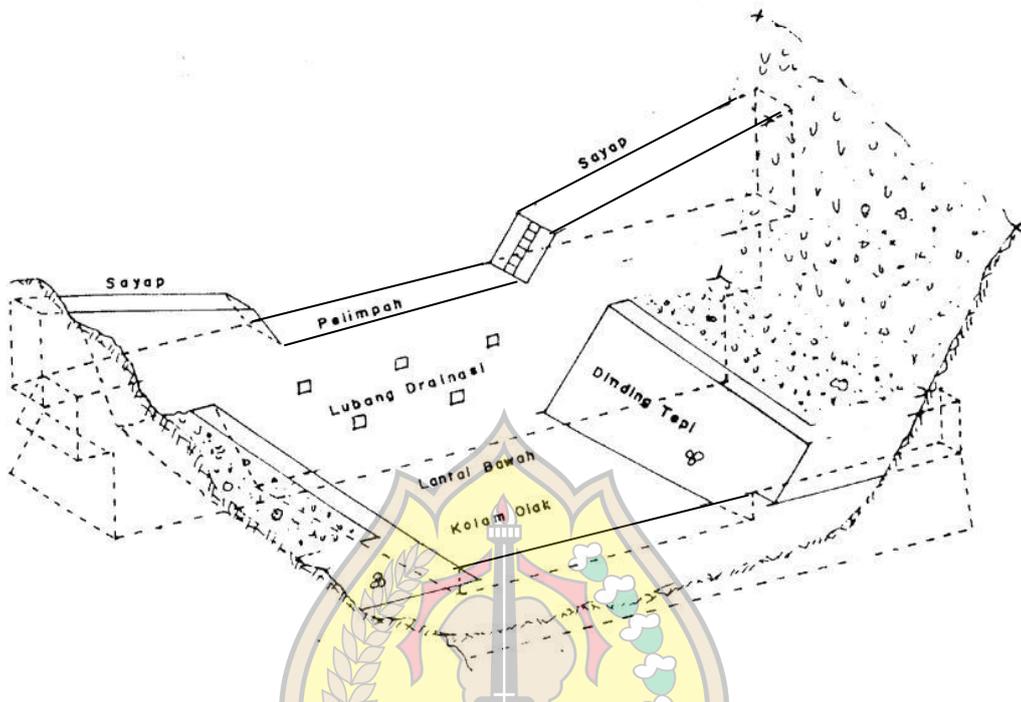
μ = koefisien tekanan air ke atas, besarnya 0,3 – 1,0 dalam praktek diambil 0,33

C_m = koefisien tekanan air dinamik pada saat gempa bumi.

Tabel 2.9 Contoh Gaya-Gaya Yang Bekerja Pada Bendung *Groundsill* Tinggi ≥ 15 Meter (Keadan Banjir)

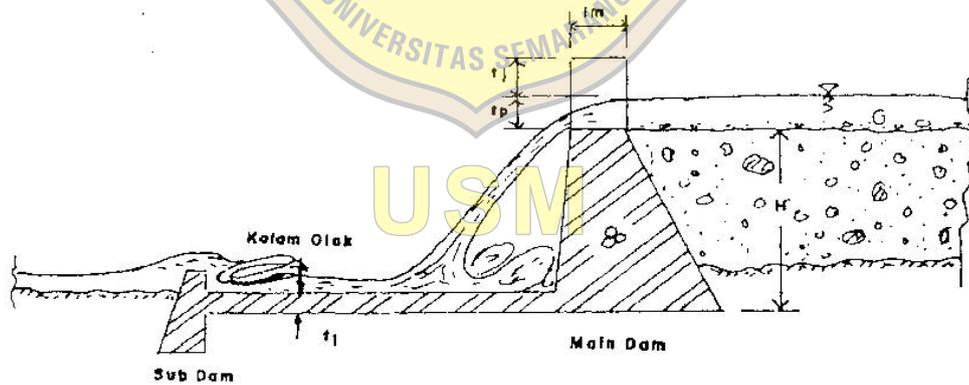
| Beban | Notasi | Gaya | V | H | Lengan | Momen |
|-----------------------|----------|--|---|---|----------------------------------|-------|
| Berat sendiri | W | | | | | |
| | W1 | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_c \cdot m \cdot H^2$ | + | | $\frac{2}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | W2 | $\gamma_c \cdot b_1 \cdot H$ | + | | $mH + \frac{1}{2} b_1$ | + |
| | W3 | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_c \cdot n \cdot H^2$ | + | | $mH + b_1$ $+ \frac{1}{3} nH$ | + |
| Tekanan air statik | P | | | | - | |
| | P_{v1} | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot m \cdot H^2$ | + | | $\frac{1}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | P_{v2} | $\frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$ | + | | $\frac{1}{2} \cdot m \cdot H$ | + |
| | P_{v3} | $\gamma_w \cdot b_1 \cdot h_3$ | + | | $mH + \frac{1}{2} b_1$ | + |
| | P_{h1} | $\frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$ | | + | $\frac{1}{3} \cdot H$ | + |
| | P_{h2} | $\gamma_w \cdot h_3 \cdot H$ | | + | $\frac{1}{2} \cdot H$ | + |
| Tekanan tanah/sedimen | P_s | | | | | |
| | P_{sv} | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot m \cdot h_s^2$ | + | | $\frac{1}{3} \cdot m \cdot H$ | + |
| | P_{sh} | $\frac{1}{2} \gamma \cdot C_s \cdot \gamma_s \cdot h_s^2$ | | + | $\frac{1}{3} \cdot h_s$ | + |
| Gaya ke atas | U | | | | | |
| | U_1 | $\frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot \mu \cdot b_2 \cdot (H + h_3 - h_2)$ | - | | $\frac{1}{3} \cdot b_2$ | - |
| | U_2 | $\gamma_w \cdot b_2 \cdot h_2$ | - | | $\frac{1}{2} \cdot b_2$ | - |

GAMBAR-GAMBAR KRITERIAL PERENCANAAN BANGUNAN *Groundsill*



Gambar 2.8

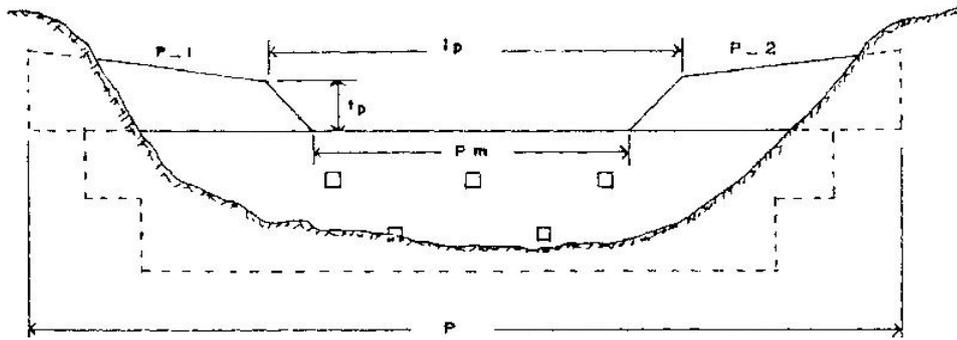
Gambar Potongan Melintang Bangunan *Groundsill*



Gambar 2.9

Gambar Potongan Memanjang Bangunan *Groundsill*

- l_m = Lebar mercu.
- t_j = Tinggi jagaan.
- t_p = Tinggi peluap rencana.
- t_1 = Tebal lantai kolam olak.



Gambar 2.10

Potongan Melintang Bangunan *Groundsill*

- p = Panjang bendung penahan.
- $p-1$ dan $p-2$ = Panjang sayap bendung penahan.
- l_p = Lebar peluap.
- p_m = Panjang mercu bendung penahan.
- t_p = Tinggi peluap (= tinggi peluap h_3 + tinggi jagaan).

2.1.2 Menghitung kedalaman Gerusan di Hilir Bendung

1. Rumus *Schoklitsch* :

$$T = 4,75 \cdot \Delta H^{0,20} \cdot q^{0,57} \cdot dt^{-0,32}$$

$$q = \frac{Q}{B_e} \text{ (debit per meter panjang)}$$

dimana :

- T = Kedalaman gerusan.
- ΔH = Beda tinggi hulu hilir bendung.
- dt = Butiran yang lolos saringan.

2. Rumus *Lacey* :

$$R = 0,47 (Q/F)^{1/3}$$

$$F = 1,76 (DM)^{0,50}$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan Bendung)

dimana :

DM = Diameter rata-rata material dasar sungai yang diasumsikan kerikil $\phi = 10$ mm.

R = Kedalaman gerusan.

F = Faktor lumpur *Lacey*.

Q = Debit (m³ / dt).

3. Veronese (1937)

$$T = 1,90z^{0,225} \times q^{0,54}$$

dimana :

T = Kedalaman gerusan.

z = Tinggi mercu pelimpah.

q = Perbandingan Qrenc dengan lebar pelimpah.

4. Zimmerman

$$T = 2,89 \times \left(q^{0,82} / D_{0,85} \right)^{0,23}$$

dimana :

T = Kedalaman gerusan.

D_{0,85} = Diameter rata-rata yang masuk saringan 85%.

q = Perbandingan Qrenc dengan lebar pelimpah.

5. Prof. Wu

$$T = 1,18z^{0,225} \times q^{0,54}$$

dimana :

T = Kedalaman gerusan.

z = Tinggi mercu pelimpah.

q = Perbandingan Qrenc dengan lebar pelimpah.

6. Ir. Schrau Vendjik

$$\begin{aligned} \text{Jika} &= 2 < z/Hcr < 15 \text{ -----} > T = 3Hcr + 0,1z \\ & 0,5 < z/Hcr < 2 \text{ -----} > T = 3,4Hcr + 0,4z \\ Hcr &= \{ (Qrcn / Beff)^2 / q \}^{1/3} \end{aligned}$$

2.1.3 Stabilitas Bangunan

Desain stabilitas banyak ditentukan oleh factor-faktor menyangkut hidrolika, mekanika bahan dan terutama aspek geoteknik / mekanik. Nilai-nilai tersebut, selanjutnya dijadikan acuan taksiran dalam analisa struktur. Untuk kemudian dilakukan tinjauan stabilitas, meliputi stabilitas terhadap bahaya rembesan atau piping untuk menentukan total panjang lantai serta stabilitas terhadap gaya geser / gelincir, penggulingan dan keruntuhan daya dukung tanah. Selain itu juga patut diperhitungkan adalah gaya akibat gempa.

2.1.4 Stabilitas Terhadap Rembesan (*Piping*)

Bahaya *piping* dan tekanan ke atas atau *uplift* yang bekerja di dasar pondasi di antisipasi dengan pemberian konstruksi apron pada hulu dan hilirnya. *Piping* berpotensi memicu terjadinya erosi bawah tanah. Panjang kontruksi lantai secara keseluruhan akan mengontrol kecepatan dan debit air yang lewat di dasar bangunan tampungan air. Pengontrolan kecepatan air lewat dasar bangunan tampungan air tersebut umumnya dilakukan dengan melengkapi kontruksi lantai depan / hulu atau dengan dinding halang atau lebih dikenal dengan sebutan *cut-off* (biasanya berupa *sheet pile*) yang fungsinya mengontrol rembesan di bawah pondasi serta sekaligus membatasi *uplift* sehingga stabilitas struktur terjamin.

Besarnya debit rembesan dapat dihitung dengan *flownet* dan tekanan rembesan pada dasar pondasi diperoleh dengan metode pendekatan. Metode yang paling umum digunakan adalah *Metode Lane (1935)*.Keamanan struktur terhadap bahaya *piping* dapat dianalisa dengan *Metode Lane*.

Rumus perhitungan rembesan dengan *metode Lane* adalah :

$$Cw = \frac{\Sigma Lv + \Sigma 1/3Hv}{Hw}$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan Bendung)

dimana :

C_w = Angka rembesan *Lane* (lihat table).

ΣL_v = Jumlah panjang vertikal (m).

ΣH_v = Jumlah panjang horizontal (m).

H_w = Beda tinggi muka air (m).

Tabel 2.10 Harga Minimum Angka Rembesan *Lane* (C) :

| Jenis Tanah | Angka Rembesan |
|----------------------------------|----------------|
| Pasir sangat halus atau lanau | 8,50 |
| Pasir halus | 7,00 |
| Pasir sedang | 6,00 |
| Pasir kasar | 5,00 |
| Kerikil halus | 4,00 |
| Kerikil sedang | 3,50 |
| Kerikil kasar termasuk berangkal | 3,00 |
| Bongkah dengan sedikit berangkal | 2,50 |
| Lempung lunak | 3,00 |
| Lempung sedang | 2,00 |
| Lempung keras | 1,80 |
| Lempung sangat keras | 1,60 |

Nilai C, atau biasanya disebut *Weighted Creep Ratio (WCR)* merupakan perbandingan total panjang jalur rembesan di sepanjang bidang kontak pondasi dengan beda tinggi muka air antara kedua sisi bangunan. Di sepanjang jalur perkolasi ini, kemiringan yang lebih curam dari 45° dianggap horizontal dan kurang dari 45° dianggap vertikal dengan aturan jalur vertikal memiliki daya tahan terhadap aliran 3 kali lebih kuat daripada jalur horizontal.

Dari hasil analisa stabilitas bangunan tampungan air terhadap bahaya rembesan terbukti bahwa desain hidrolis tubuh bangunan tampungan air yang terdiri dari pondasi bangunan, kolam olakan dan lantai hilir akan didapat nilai C.

Perhitungan Stabilitas Kontruksi Tubuh Bangunan *Groundsill*

Stabilitas kontruksi tubuh bangunan tumpungan air dihitung pada 2 (dua) kondisi yaitu :

- a. Kondisi selama debit sungai kecil (muka air normal).
- b. Kondisi selama debit sungai besar (muka air banjir).

Gaya – gaya yang bekerja pada bangunan tumpungan air adalah :

- Tekanan air (ton/m^2) → gaya W.
- Tekanan tanah (ton/m^2) → gaya P.
- Tekanan mati bangunan tumpungan air (ton) → gaya G.

2.1.5 Stabilitas Terhadap Guling dan Gelincir

Sebagaimana bangunan sungai yang lainnya seperti bendung / bendungan atau bangunan sejenis yang melintang sungai, dimana permasalahan stabilitasnya dititik beratkan dan ditinjau terhadap pondasi dan kondisi hidrolisnya.

Dalam analisis stabilitas bangunan tumpungan air, yang patut mendapatkan perhatian secara detail adalah masalah pondasi. Bangunan tumpungan air itu sendiri sebenarnya sudah memiliki struktur yang berat berupa pasangan beton siklop di selimut beton bertulang. Namun karena bangunan ini dibangun pada palung sungai, dimana dapat terjadi kondisi yang ekstrim, yaitu perubahan dari debit normal dan tiba-tiba terjadi aliran debit besar. Maka sangat diperlukan perhitungan stabilitas keamanan bangunan tumpungan air terhadap gaya guling dan gelincir.

Dalam perhitungan struktur kondisi yang ditinjau adalah dalam keadaan kritis, yaitu saat bangunan tumpungan air berada pada saat sungai dengan debit normal dan pada saat kondisi debit air yang besar (debit yang digunakan untuk perhitungan hidrolika sungai menggunakan rencana kala ulang 50 tahunan sedangkan untuk struktur bangunan utama dari tumpungan air menggunakan rencana kala ulang 100 tahunan) serta adanya kemungkinan gempa baik pada saat normal maupun debit besar.

2.1.6 Stabilitas Terhadap Gaya Guling

Beda tekanan antara bagian hulu dan hilir akibat debit air yang mengalir mengakibatkan gaya lateral yang memungkinkan akan terjadi upaya menggulingkan pondasi. Momen yang menggulingkan ini terutama akan diantisipasi oleh momen akibat berat sendiri pondasi bangunan tampungan air dan sebagian lainnya akan dipikul oleh tekanan momen akibat selisih antara tanah pasif dan tanah aktif.

Dari hasil perhitungan stabilitas terhadap gaya guling ini diperoleh analisa bahwa stabilitas terhadap gaya guling menjadi faktor batas optimal dimana harus ditinjau nilai eksentrisitas pada bangunan tampungan air.

Rumus stabilitas terhadap guling adalah :

$$F_s = \frac{(R_v \times v)}{(R_h - h)}$$

$$v = \frac{M_v}{R_v}$$

$$h = \frac{M_h}{R_h}$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan Bendung)

dimana :

R_v = Gaya – gaya vertikal.

R_h = Gaya – gaya horizontal.

M_v = Momen akibat gaya vertikal (ton m).

M_h = Momen akibat gaya horizontal (ton m).

v = Jarak resultante gaya vertikal terhadap titik tinjau guling (m).

h = Jarak resultante gaya horizontal terhadap titik tinjau guling (m).

F_s = Angka keamanan (tanpa gempa = 1,50 ; dengan gempa = 1,25)

Eksentrisitas gaya – gaya yang bekerja pada kontruksi bangunan tampungan air seperti pada bangunan melintang sungai lainnya adalah sebagai berikut :

$$e = \frac{L}{2} - \frac{M_o}{R_v}$$

$e < L/6 \rightarrow$ resultante gaya terletak didalam kern.

$e > L/6 \rightarrow$ resultante gaya terletak diluar kern.

dimana :

L = Panjang telapak pondasi bangunan tampungan air (m).

M_o = Resultant momen gaya vertikal dan gaya horizontal (ton m).

R_v = Gaya – gaya vertikal (ton).

E = Eksentrisitas gaya.

2.1.7 Stabilitas Terhadap Gaya Geser

Analisa dari stabilitas terhadap gaya geser ialah nilai rasio perbandingan antara besarnya gaya horizontal yang terjadi pada struktur tubuh bangunan tampungan air terhadap gaya perlawanan yang diperoleh pondasi. Nilai minimum perbandingan gaya horizontal yan terjadi pada struktur tubuh bangunan tampungan air terhadap gaya perlawanan yang diperoleh pondasi yang diijinkan ialah 1,50.

$$S = f \times \frac{R_v}{R_h} > 1,50$$

USM

dimana :

R_v = Gaya – gaya vertikal (ton).

R_h = Gaya – gaya horizontal (ton).

f = Faktor gesekan alas.

S = Angka keamanan (tanpa gempa = 1,50 ; dengan gempa = 1,25).

2.1.8 Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah Pondasi

Dalam perencanaan suatu bangunan air (tampungan air), harus diperhatikan tanah tempat bangunan tersebut akan dibangun. Daya dukung tanah terhadap suatu bangunan sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah setempat, yang harus diketahui kapasitas daya dukung tanah. Melalui penyelidikan geoteknik tanah setempat akan didapat koefisien kapasitas daya dukung. Tekanan tanah yang terjadi akibat gaya-gaya dan beban bangunan tampungan air dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{Rv}{L} \times \left(1 \pm \frac{6e}{L}\right)$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan Bendung)

dimana :

- σ = Tekanan tanah yang terjadi (ton/m^2).
- Rv = Gaya – gaya vertikal (ton).
- L = Panjang telapak pondasi check dam.
- e = Eksentrisitas (m).

Daya dukung tanah pondasi (diasumsikan pondasi lajur) di bawah bangunan tampungan air dihitung dengan rumus *Terzaghi* (1943) sebagai berikut :

$$q_{ult} = C \cdot Nc + \gamma b \cdot D \cdot Nq + \gamma b \cdot (B/2) \cdot Ny$$

$$q_{all} = q_{ult}/Fs$$

(Sumber Rumus : Buku Perencanaan Sabo DAM dan Bendung)

dimana :

- q_{ult} = Daya dukung tanah ultimate (kg/m^2).
- q_{all} = Daya dukung tanah yang diijinkan (kg/m^2).
- γb = Berat jenis tanah (ton/m^2).
- D = Kedalaman pondasi (m).

N_c, N_q, N_γ = Fungsi yang tergantung dari sudut geser dalam dan tanah menurut Terzaghi.

B = Lebar telapak pondasi (m).

F_s = Faktor keamanan = 3.

Tabel 2.11 Terzaghi

| D | Keruntuhan geser umum | | | Keruntuhan geser local | | |
|----|-----------------------|--------|------------|------------------------|--------|-------------|
| | N_c | N_q | N_γ | N_c' | N_q' | N_γ' |
| 0 | 5,70 | 1,00 | 0,00 | 5,70 | 1,00 | 0,00 |
| 0 | 5,70 | 1,00 | 0,00 | 5,70 | 1,00 | 0,00 |
| 5 | 7,30 | 1,60 | 0,50 | 6,70 | 1,40 | 0,20 |
| 15 | 12,90 | 4,40 | 2,50 | 9,70 | 2,70 | 0,90 |
| 20 | 17,70 | 7,40 | 5,00 | 11,80 | 3,90 | 1,70 |
| 25 | 25,10 | 12,70 | 9,70 | 14,80 | 5,60 | 3,20 |
| 30 | 37,20 | 22,50 | 19,70 | 19,00 | 8,30 | 5,70 |
| 34 | 52,60 | 36,50 | 35,00 | 23,70 | 11,70 | 9,00 |
| 35 | 57,80 | 41,40 | 42,40 | 25,20 | 12,60 | 10,10 |
| 40 | 95,70 | 81,30 | 100,40 | 34,90 | 20,50 | 18,80 |
| 45 | 172,30 | 173,30 | 297,50 | 51,20 | 35,10 | 37,70 |
| 48 | 258,30 | 287,90 | 780,10 | 66,80 | 50,50 | 60,40 |
| 50 | 347,60 | 415,10 | 1153,20 | 81,30 | 65,60 | 87,10 |

(Sumber : Buku Mekanika Tanah)

2.2 Kondisi Hidrologi

Dalam suatu perencanaan rekayasa teknik sipil, hidrologi salah satu parameter yang amat penting, hal ini terkait dengan penetapan debit banjir rencana (Q_b) dengan kurun waktu tertentu.

Oleh karena itu diperlukan data hujan harian dan debit sungai harian maksimum untuk menghitung volume aliran di Daerah Aliran Sungai, Serta debit banjir rencana terkait dengan perhitungan hidrolika, dimensi dan bangun utama.

Perhitungan hidrologi adalah untuk menetapkan debit banjir rencana dengan memperhitungkan Curah hujan efektif, untuk itu dipergunakan beberapa stasiun curah hujan yang berpengaruh terhadap kejadian banjir di Sungai Pedes.

2.2.1 Perhitungan Hidrologi

1. Analisa Data Hujan

Data Hujan sangat diperlukan dalam setiap analisa hidrologi, terutama untuk menghitung Debit banjir rancangan baik secara empiris maupun model matematik. Besarnya curah hujan rata-rata daerah pengamatan dihitung dengan *Metode Polygon Thiessen*. Metode ini dianggap baik karena mempertimbangkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan.

Curah hujan daerah pengamatan dapat dihitung dengan persamaan

$$R = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + R_3 \cdot A_3 + \dots + R_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$R = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + R_3 \cdot A_3 + \dots + R_n \cdot A_n}{A_{\text{total}}}$$

(Sumber Rumus: Buku Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1)

dimana :

R = Curah hujan daerah pengamatan.

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan.

n = Bagian titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

Analisa penentuan Luas DAS berdasarkan peta Topografi RBI Skala 1:25.000, Peta DAS Sungai Pedes disajikan pada gambar 3.1, di bawah ini.

(DAS S.Gung Sumber : Peta Digital)

2. Metode Perhitungan Analisis

Hujan rancangan merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kala ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis frekuensi curah hujan.

Analisis frekuensi sesungguhnya merupakan prakiraan (*forecasting*) dalam arti probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk hujan rancangan yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang terjadi. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan agihan kemungkinan teori *probability distribution* dan yang biasa digunakan adalah Agihan Normal, Agihan Log Normal, Agihan Gumbel dan Agihan Log Pearson type III.

Secara sistematis perhitungan hujan rancangan ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut :

1. Penentuan Parameter Statistik
2. Pemilihan Jenis Sebaran
3. Uji Kebenaran Sebaran
4. Perhitungan Hujan Rancangan

3. Analisa Debit Banjir Rancangan

a. Distribusi Hujan

Pengolahan Curah hujan rancangan menjadi debit banjir rancangan diperlukan curah hujan jam-jaman, terutama bila menggunakan cara perhitungan Hidrograf Satuan. Pada umumnya data hujan yang tersedia adalah data hujan harian (data yang tercatat secara akumulatif selama 24 jam). Apabila tersedia data pencatatan hujan otomatis (*Automatic Rainfall Recorder, ABR*) maka pola distribusi hujan jam-jaman dapat

dibuat dengan menggunakan metode kurva massa untuk setiap kejadian hujan lebat dengan menggunakan waktu kejadian.

b. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan suatu variable yang didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan jatuh di daerah tersebut. Adapun kondisi daerah pengaliran dan karakteristik yang dimaksud adalah :

- a) Keadaan hujan
- b) Luas dan bentuk daerah aliran
- c) Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- d) Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- e) Kebasahan tanah
- f) Suhu udara dan angin serta evaporasi dan tata guna tanah

Koefisien pengaliran seperti yang disajikan pada table berikut, di dasarkan dengan suatu pertimbangan bahwa koefisien tersebut sangat tergantung pada faktor-faktor fisik. Kemudian Dr. Kawami menyusun sebuah rumus yang mengemukakan bahwa untuk sungai-sungai tertentu, koefisien itu tidak tetap, tetapi berbeda beda tergantung dari curah hujan.

$$F = 1 - R'/R = 1 - f'$$

(Sumber Rumus : Buku Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1)

dimana :

| | | |
|----|---|----------------------------|
| F | = | Koefisien pengaliran. |
| f' | = | Laju kehilangan = s / Rst. |
| Rt | = | Jumlah curah hujan (mm). |
| R' | = | Kehilangan curah hujan |
| S | = | Tetapan |

Berdasarkan jabaran rumus di atas, maka tetapan koefisien pengaliran dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2.12 Angka Koefisien Pengaliran Daerah Aliran Sungai

| Kondisi DAS | Angka Pengaliran |
|--|------------------|
| Pegunungan curam | 0.75 – 0.90 |
| Pegunungan tersier | 0.70 – 0.80 |
| Tanah relief berat dan berhutan kayu | 0.50 – 0.75 |
| Dataran pertanian | 0.45 – 0.60 |
| Dataran sawah irigasi | 0.70 – 0.80 |
| Sungai di pegunungan | 0.75 – 0.85 |
| Sungai di dataran rendah | 0.45 – 0.75 |
| Sungai besar yang sebagian alirannya berada di daerah dataran rendah | 0.50 – 0.75 |

Tabel 2.13 Rumus Koefisien Limpasan

| Daerah | Kondisi Sungai | Curah Hujan | Koefisien Pengaliran |
|--------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Hulu | | | $f = 1 - (15,7 / Rt^{3/4})$ |
| Tengah | Sungai biasa | | $f = 1 - (5,65 / Rt^{3/4})$ |
| Tengah | Sungai di zone lava | | $f = 1 - (7,20 / Rt^{3/4})$ |
| Tengah | | $Rt > 200 \text{ mm}$ | $f = 1 - (3,14 / Rt^{3/4})$ |
| Hilir | | $Rt < 200 \text{ mm}$ | $f = 1 - (6,60 / Rt^{3/4})$ |

c. Analisis Metode *Gama I*

Satuan hidrograf sintetik *Gama I* dibentuk oleh tiga komponen dasar yaitu waktu naik (TR), debit puncak (Qp) dan waktu dasar (TB) dengan uraian sebagai berikut :

Waktu Naik

$$TR = 0,43 \left(\frac{L}{100SF} \right)^3 + 1,0665 \text{ SIM} + 1,2775$$

(Sumber Rumus : Buku Hidrograf Satuan Sintetik *Gama I*)

dimana :

TR = Waktu naik (jam).

L = Panjang sungai (km).

SF = Faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah panjang sungai tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat.

SIM = Faktor simetri ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas relative DAS sebelah hulu (RUA).

WF = Faktor lebar adalah perbandingan antara lebar DAS yang diukur dari titik di sungai yang berjarak $\frac{3}{4}$ L dan lebar DAS yang diukur dari titik yang berjarak $\frac{1}{4}$ L dari titik tempat pengukuran.

Debit Puncak

$$Qp = 0,1836 A^{0,5886} JN^{0,2381} TR^{-0,4008}$$

dengan,

TR = Waktu naik (jam)

JN = Jumlah pertemuan sungai

Waktu Dasar

$$TB = 27,4132 TR^{0,1457} S - 0,0956 SN^{0,7344} RUA^{0,2574}$$

dengan,

TB = Waktu dasar (jam)

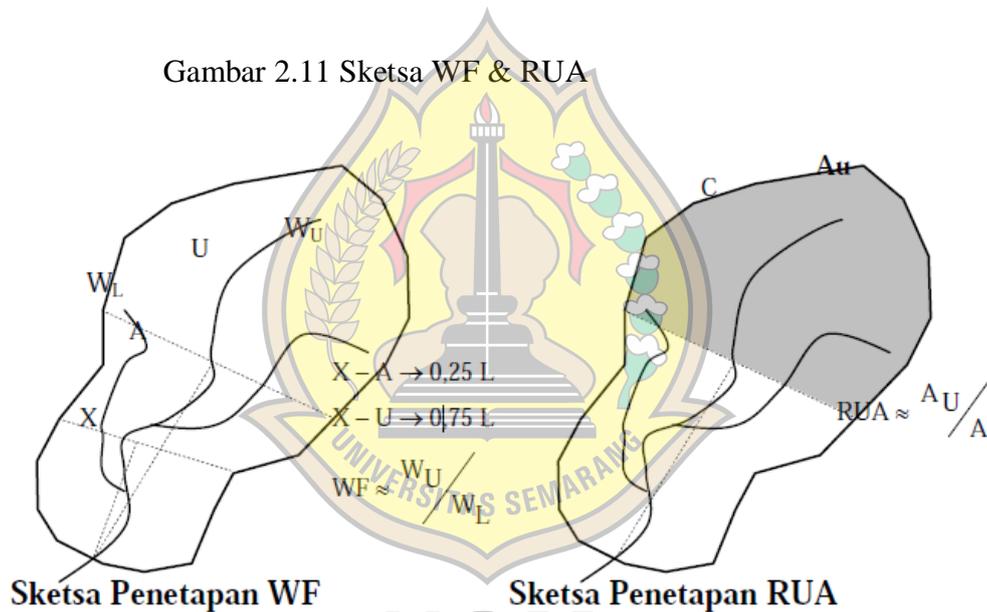
S = Landai sungai rata-rata

SN = Frekuensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai-sungai tingkat 1 dengan jumlah sungai semua tingkat

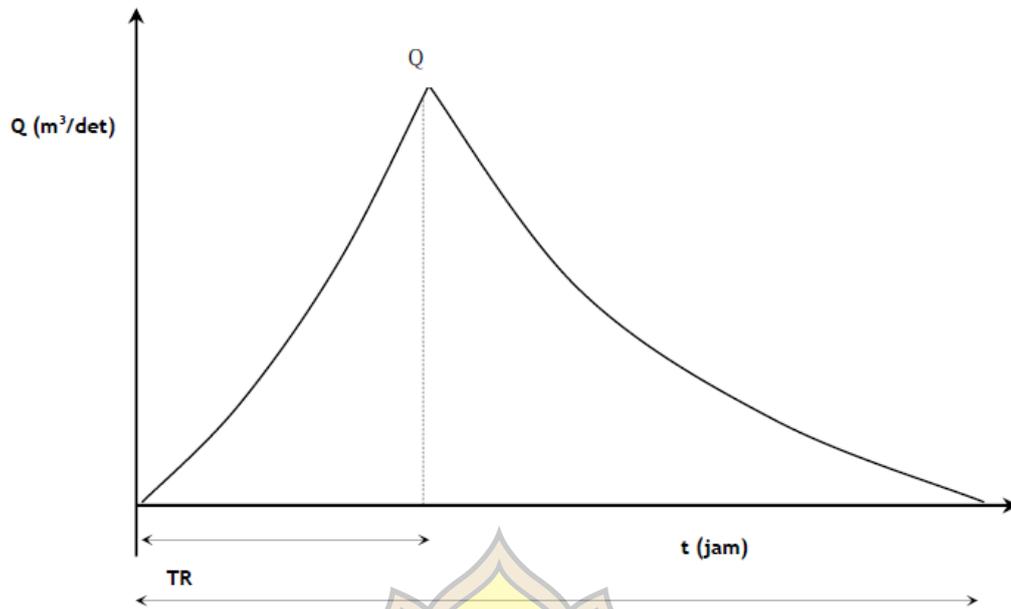
TR = Waktu naik (jam)

RUA = Luas DAS sebelah hulu (km²)

Gambar 2.11 Sketsa WF & RUA



(Sumber Rumus : Buku Hidrograf Satuan Sintetik Gama 1)



Gambar 2.12 Hidrograf Satuan Metode Gama I

Hujan efektif didapat dengan cara metode ϕ indeks yang dipengaruhi fungsi luas DAS dan frekuensi sumber SN dirumuskan sebagai berikut.

$$\phi = 10,4903 - 3,589 \cdot 10^{-6} A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} (A/SN)^4$$

dengan,

ϕ = Indeks ϕ (mm/jam)

A = Luas DAS (km²)

SN = Frekuensi sumber

Aliran dasar dapat didekati sebagai fungsi luas DAS dan kerapatan jaringan sungai yang dirumuskan sebagai berikut :

$$QB = 0,5751 A^{0,6444A} D^{0,9430}$$

dengan,

QB = Aliran dasar (m³/det)

A = Luas DAS (km²)

D = Kerapatan jaringan sungai (km/km²)

Waktu konsentrasi atau lama hujan terusat dirumuskan sebagai berikut :

$$t = 0,1 L^{0,9} i^{-0,3}$$

dengan,

t = Waktu konsentrasi / lama hujan terpusat (jam)

L = Panjang sungai (km)

i = Kemiringan sungai rata-rata

d. Analis Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintetik metode *DR.Nakayasu*, metode ini memerlukan beberapa karakteristik parameter daerah alirannya sebagai berikut :

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time of peak*)
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*)
- Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograph*)
- Luas daerah tangkapan air
- Panjang alur sungai utama terpanjang (*length of longest hanel*)
- Koefisien pengaliran

Rumus dari hidrograf satuan Nakayasu adalah :

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_0}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})}$$

Dengan :

Q_p = Debit puncak banjir (m³/det)

R_0 = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit , dari puncak sampai 0% dari debit puncak

A = Luas daerah tangkapan sampai *outlet*

C = Koefisien pengaliran

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus sebagai berikut :

$$T_p = t_g + 0,8t_r$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g$$

t_g adalah time lag yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak (jam). t_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

- Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km :

$$T_g = 0,4 + 0,058 L$$

- Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km :

$$T_g = 0,21 L^{0,7}$$

di mana :

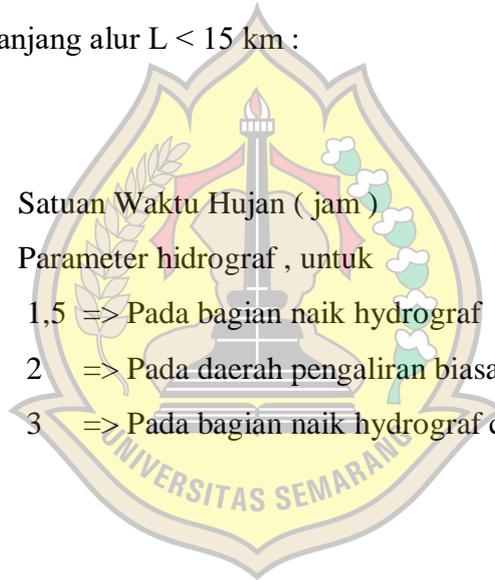
T_r = Satuan Waktu Hujan (jam)

α = Parameter hidrograf , untuk

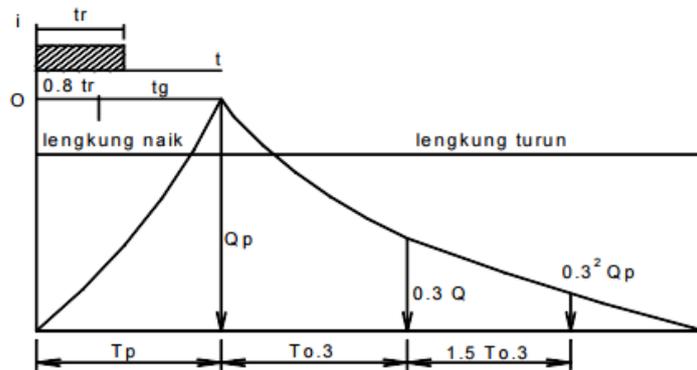
$\alpha = 1,5$ => Pada bagian naik hidrograf lambat , dan turun cepat

$\alpha = 2$ => Pada daerah pengaliran biasa

$\alpha = 3$ => Pada bagian naik hidrograf cepat ,turun lambat



USM



Gambar.2.13. Skematisasi Unit Hidrograf Nakayasu

1. Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_p = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} Q_p$$

di mana :

$Q_{(t)}$ = Limpasan sebelum mencari debit puncak (m^3)

t = Waktu (jam)

2. Pada kurva turun (*decreasing limb*)

a. Selang nilai : $0 \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0.3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right)}$$

b. Selang nilai : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}}$$

c. Selang nilai : $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q(t) = Qp \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+1,5T_{0,3})}{2,0T_{0,3}}}$$

Rumus tersebut di atas merupakan rumus empiris , maka penerapannya terhadap suatu daerah aliran harus didahului dengan suatu pemilihan parameter-parameter yang sesuai yaitu T_p dan α , dan pola distribusi hujan agar didapatkan suatu pola hidrograf yang sesuai dengan hidrograf banjir yang diamati.

Hidrograf banjir dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_k = \sum_{i=1}^n U_i \cdot P_{n-(i-1)}$$

di mana :

Q_k = Debit Banjir pada jam ke - k

U_i = Ordinat hidrograf satuan ($i=1,2,\dots,n$)

B_f = Aliran dasar (*base flow*)

Hasil perhitungan debit banjir pada rencana bangunan adalah sebagai berikut :



2.2.2 Curah Hujan

1. Pengertian Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi *evaporasi* , *run off* dan *infiltrasi*. Jadi jumlah hujan yang diukur , sebenarnya adalah tebalnya atau tingginya permukaan air hujan yang menutup suatu daerah luasan di permukaan tanah / bumi. Satuan curah hujan yang umum dipakai BMKG adalah millimeter (mm). Curah hujan 1 (satu) millimeter , artinya pada luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) millimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml.

2. Kerapatan Stasiun Curah Hujan

Secara teoritis , semakin tinggi kerapatan jaringan , data yang diperoleh semakin baik dan mewakili , tetapi pada prakteknya akan membutuhkan biaya dan waktu yang besar . Kerapatan jaringan dinyatakan dalam satu stasiun tiap luasan tertentu, misalnya 1 stasiun 200 km. Dalam merencanakan jaringan , terdapat dua hal yang penting yang perlu dipertimbangkan , yaitu jumlah dan lokasi stasiun yang akan dipasang . Kerapatan jaringan adalah jumlah stasiun yang tiap satuan luas di dalam WS. Semakin besar variasi hujan semakin banyak jumlah stasiun yang diperlukan , seperti misalnya di daerah pegunungan. Badan Meteorologi Dunia (*WMO*) memberikan sarannya mengenai kerapatan minimum jaringan stasiun hujan adalah satu stasiun , digunakan untuk melayani daerah seluas 100 – 250 km² bagi daerah yang mempunyai topografi pegunungan di daerah tropis dan satu stasiun untuk melayani daerah seluas 600 – 900 km² untuk daerah dataran .

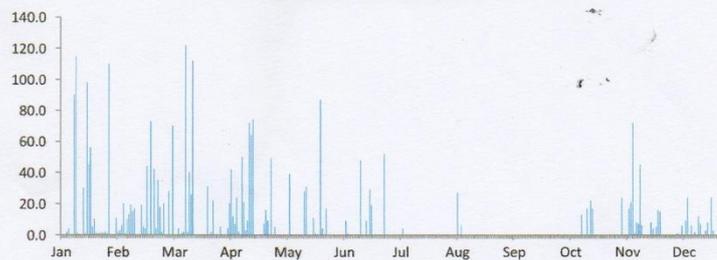


3. Lampiran Curah Hujan Harian (mm) Stasiun Parankidang , Kalibakung , Danawarih dan Cawitali

Tabel 2.14. Curah hujan Harian Stasiun Parankidang Tahun 2014

| DATA CURAH HUJAN HARIAN | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|-------|-------|--------------------|----------------|----------------------|-------------------|------|-----|---------------|-------|-------|
| Nama Pos | : Bd. PARAKANKIDANG | | | | Provinsi | : Jawa Tengah | | | | | | |
| Nomor Pos | : PK 48a | | | | Kota/Kabupaten | : Tegal | | | | | | |
| Jenis Alat | : Manual | | | | Kecamatan | : Margasari | | | | | | |
| Koordinat | : 7° 2' 39" LS-109° 5' 57" BT | | | | Desa/Kampung | : Jembayat | | | | | | |
| Elevasi | : 138 M | | | | Pengelola | : DPU Kab. Tegal | | | | | | |
| SWS - DAS | : K Pemali | | | | Didirikan | : Dinas PU Pengairan | | | | | | |
| Tahun Pendirian | : - | | | | Tahun | : 2014 | | | | | | |
| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 0.0 | 2.0 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 6.0 | 70.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 2.0 | 20.0 | 0.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 1.0 |
| 5 | 4.0 | 1.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 6 | 0.0 | 10.0 | 4.0 | 7.0 | 39.0 | 9.0 | 0.0 | 27.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 24.0 | 0.0 | 1.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 |
| 8 | 90.0 | 19.0 | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 |
| 9 | 115.0 | 15.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 | 9.0 |
| 10 | 1.0 | 17.0 | 122.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 72.0 | 24.0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 21.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 12 | 0.0 | 0.0 | 40.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 6.0 |
| 13 | 30.0 | 0.0 | 26.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 7.0 | 0.0 |
| 14 | 1.0 | 19.0 | 112.0 | 72.0 | 28.0 | 48.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 45.0 | 2.0 |
| 15 | 98.0 | 5.0 | 0.0 | 64.0 | 31.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 |
| 16 | 45.0 | 4.0 | 0.0 | 74.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 12.0 |
| 17 | 56.0 | 44.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 |
| 18 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 |
| 19 | 10.0 | 73.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 29.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 0.0 |
| 20 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 19.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 3.0 |
| 21 | 1.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 8.0 |
| 22 | 1.0 | 4.0 | 31.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | 2.0 | 35.0 | 0.0 | 16.0 | 87.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 24.0 |
| 24 | 1.0 | 18.0 | 2.0 | 9.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 3.0 |
| 25 | 2.0 | 2.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 |
| 26 | 1.0 | 20.0 | 0.0 | 49.0 | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | 110.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 52.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 31 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Hujan Maks | 115.0 | 73.0 | 122.0 | 74.0 | 87.0 | 52.0 | 4.0 | 27.0 | 0.0 | 22.0 | 72.0 | 24.0 |
| Jml. Curah Hujan | 587.0 | 372.0 | 467.0 | 490.0 | 248.0 | 167.0 | 4.0 | 33.0 | 0.0 | 69.0 | 249.0 | 117.0 |
| Jml. Hari Hujan | 21 | 21 | 14 | 19 | 8 | 7 | 1 | 2 | 0 | 4 | 14 | 14 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 341.0 | 130.0 | 407.0 | 330.0 | 98.0 | 58.0 | 4.0 | 33.0 | 0.0 | 13.0 | 201.0 | 49.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 246.0 | 242.0 | 60.0 | 160.0 | 120.0 | 109.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 56.0 | 48.0 | 68.0 |
| Tahunan | Hujan Maksimum | | | Jumlah Curah Hujan | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrim | | |
| | 122.0 | | | 2773.0 | | | 125 | | | 320 | | |

GRAFIK HUJAN (mm)



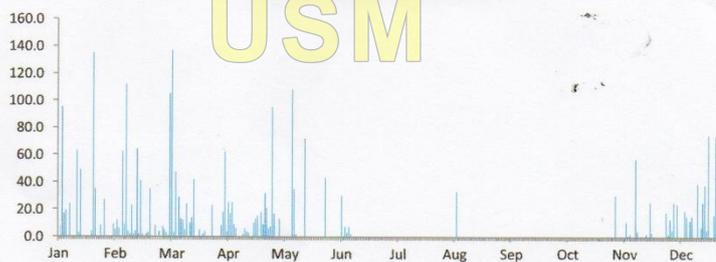
Tabel 2.15. Curah Hujan Harian Stasiun Parankidang Tahun 2015

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Nama Pos : Bd. PARAKANKIDANG Provinsi : Jawa Tengah
 Nomor Pos : PK 48a Kota/Kabupaten : Tegal
 Jenis Alat : Manual Kecamatan : Margasari
 Koordinat : 7° 39' LS-109° 5' 57" BT Desa/Kampung : Jembayat
 Elevasi : 138 M Pengeloa : DPU Kab. Tegal
 SWS - DAS : K Pemali Didirikan : Dinas PU Pengairan
 Tahun Pendirian : - Tahun : 2015

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-------|--------------------|-------|-------|-------------------|-----|------|---------------|-----|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agst | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 0.0 | 5.0 | 3.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 2 | 7.0 | 12.0 | 1.0 | 62.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 13.0 |
| 3 | 95.0 | 6.0 | 105.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 |
| 4 | 17.0 | 0.0 | 137.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.0 |
| 5 | 19.0 | 62.0 | 3.0 | 17.0 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 0.0 | 9.0 | 47.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 |
| 7 | 24.0 | 112.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 33.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 0.0 | 4.0 | 29.0 | 6.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 2.0 | 13.0 | 0.0 | 108.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 10 | 0.0 | 23.0 | 12.0 | 0.0 | 35.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 19.0 |
| 11 | 63.0 | 2.0 | 5.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 |
| 12 | 3.0 | 4.0 | 24.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 49.0 | 64.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 57.0 | 12.0 |
| 14 | 0.0 | 2.0 | 10.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 15.0 |
| 15 | 0.0 | 41.0 | 14.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 0.0 | 2.0 | 42.0 | 0.0 | 72.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 |
| 18 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 19 | 4.0 | 3.0 | 5.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 7.0 |
| 20 | 135.0 | 35.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.0 |
| 21 | 35.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.0 | 38.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 5.0 |
| 23 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 75.0 |
| 24 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 21.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 26 | 27.0 | 0.0 | 23.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 |
| 27 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 7.0 | 43.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 74.0 |
| 28 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 95.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 33.0 |
| 31 | 9.0 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| Hujan Maks | 135.0 | 112.0 | 137.0 | 95.0 | 108.0 | 30.0 | 0.0 | 33.0 | 0.0 | 0.0 | 57.0 | 75.0 |
| Jml. Curah Hujan | 495.0 | 414.0 | 487.0 | 424.0 | 273.0 | 49.0 | 0.0 | 33.0 | 0.0 | 0.0 | 153.0 | 445.0 |
| Jml. Hari Hujan | 14 | 22 | 19 | 23 | 6 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 10 | 19 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 277.0 | 348.0 | 403.0 | 181.0 | 158.0 | 49.0 | 0.0 | 33.0 | 0.0 | 0.0 | 105.0 | 130.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 218.0 | 66.0 | 84.0 | 243.0 | 115.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 48.0 | 315.0 |
| Tahunan | Hujan Maksimum | | Jumlah Curah Hujan | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrim | | | |
| | 137.0 | | 2773.0 | | | 119 | | | 320 | | | |

GRAFIK HUJAN (mm)



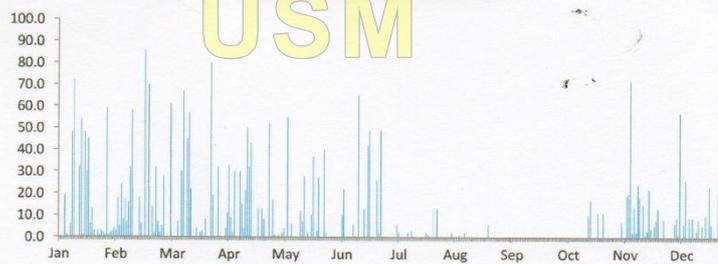
Tabel 2.16. Curah hujan Harian Stasiun Kalibakung Tahun 2014

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Nama Pos : KALIBAKUNG Provinsi : Jawa Tengah
 Nomor Pos : PK 50 Kota/Kabupaten : Tegal
 Jenis Alat : Manual Kecamatan : Balapulang
 Koordinat : 7° 5' 47" LS-109° 5' 29" BT Desa/Kampung : Kalibakung
 Elevasi : 250 M Pengelola : DPU Kab. Tegal
 SWS - DAS : K Gung Didirikan : Dinas PU Pengairan
 Tahun Pendirian : - Tahun : 2014

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------------------|------|-----|---------------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 5.0 | 61.0 | 11.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 19.0 | 24.0 | 0.0 | 33.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 |
| 5 | 1.0 | 8.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 10.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 9.0 |
| 6 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 2.0 | 55.0 | 22.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 7 | 6.0 | 7.0 | 7.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 57.0 |
| 8 | 48.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 |
| 9 | 72.0 | 32.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 6.0 |
| 10 | 0.0 | 58.0 | 67.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 72.0 | 26.0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 6.0 | 2.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 |
| 12 | 32.0 | 0.0 | 45.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.0 | 9.0 |
| 13 | 54.0 | 0.0 | 57.0 | 21.0 | 12.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 |
| 14 | 1.0 | 18.0 | 22.0 | 50.0 | 7.0 | 65.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.0 | 9.0 |
| 15 | 48.0 | 6.0 | 0.0 | 32.0 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 |
| 16 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 43.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 17 | 45.0 | 86.0 | 4.0 | 0.0 | 2.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 8.0 |
| 18 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 1.0 | 0.0 |
| 19 | 15.0 | 70.0 | 2.0 | 0.0 | 10.0 | 42.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 3.0 | 5.0 |
| 20 | 3.0 | 0.0 | 3.0 | 13.0 | 37.0 | 49.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.0 | 0.0 |
| 21 | 0.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 10.0 |
| 22 | 3.0 | 2.0 | 8.0 | 13.0 | 3.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 23 | 1.0 | 32.0 | 0.0 | 8.0 | 27.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 5.0 | 23.0 |
| 24 | 3.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 6.0 |
| 25 | 2.0 | 2.0 | 80.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 |
| 26 | 1.0 | 5.0 | 19.0 | 52.0 | 40.0 | 49.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | 59.0 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 20.0 |
| 29 | 2.0 | 32.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 30 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 31 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| Hujan Maks | 72.0 | 86.0 | 80.0 | 52.0 | 55.0 | 65.0 | 13.0 | 6.0 | 0.0 | 17.0 | 72.0 | 57.0 |
| Jml. Curah Hujan | 457.0 | 458.0 | 437.0 | 388.0 | 236.0 | 284.0 | 42.0 | 11.0 | 0.0 | 49.0 | 257.0 | 203.0 |
| Jml. Hari Hujan | 24 | 21 | 14 | 19 | 15 | 10 | 9 | 4 | 0 | 4 | 18 | 18 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 281.0 | 212.0 | 289.0 | 241.0 | 115.0 | 103.0 | 13.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 178.0 | 123.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 176.0 | 246.0 | 148.0 | 147.0 | 121.0 | 181.0 | 29.0 | 6.0 | 0.0 | 49.0 | 79.0 | 80.0 |
| Tabunan | Hujan Maksimum | | Jumlah Curah Hujan | | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrim | | |
| | 86.0 | | 2822.0 | | | | 155 | | | 253 | | |

GRAFIK HUJAN (mm)



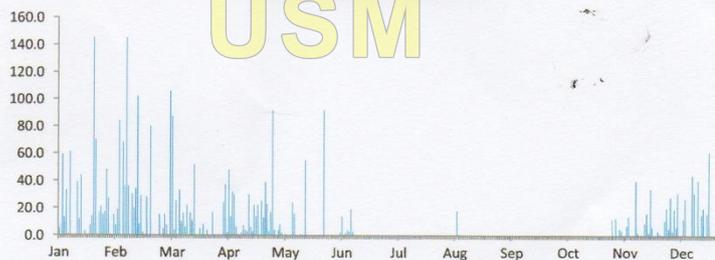
Tabel 2.17. Curah Hujan Harian Stasiun Kalibakung Tahun 2015

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Nama Pos : **KALIBAKUNG** Provinsi : Jawa Tengah
 Nomor Pos : PK 50 Kota/Kabupaten : Tegal
 Jenis Alat : Manual Kecamatan : Balapulang
 Koordinat : 7° 5' 47" LS-109° 5' 29" BT Desa/Kampung : Kalibakung
 Elevasi : 250 M Pengelola : DPU Kab. Tegal
 SWS - DAS : K Gung Didirikan : Dinas PU Pengairan
 Tahun Pendirian : - Tahun : 2015

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-------|--------------------|-------|-------|------|-------------------|------|-----|------|---------------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 5.0 | 7.0 | 7.0 | 24.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 |
| 2 | 8.0 | 19.0 | 0.0 | 37.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 28.0 |
| 3 | 59.0 | 84.0 | 106.0 | 2.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 4 | 13.0 | 0.0 | 87.0 | 48.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 19.0 |
| 5 | 33.0 | 68.0 | 4.0 | 14.0 | 1.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 6.0 |
| 6 | 1.0 | 36.0 | 25.0 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 31.0 |
| 7 | 61.0 | 145.0 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 0.0 | 36.0 | 33.0 | 6.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 1.0 | 24.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.0 | 12.0 |
| 10 | 0.0 | 30.0 | 16.0 | 0.0 | 16.0 | 19.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27.0 |
| 11 | 39.0 | 20.0 | 6.0 | 2.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 12.0 | 34.0 | 22.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 44.0 | 102.0 | 0.0 | 4.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 |
| 14 | 0.0 | 8.0 | 16.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 44.0 |
| 15 | 3.0 | 29.0 | 11.0 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 31.0 |
| 16 | 1.0 | 2.0 | 52.0 | 6.0 | 55.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 40.0 |
| 18 | 7.0 | 28.0 | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 1.0 |
| 19 | 14.0 | 0.0 | 5.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 15.0 |
| 20 | 145.0 | 80.0 | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 20.0 |
| 21 | 70.0 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 34.0 | 0.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 16.0 |
| 23 | 17.0 | 0.0 | 4.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 61.0 |
| 24 | 21.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 15.0 | 15.0 | 0.0 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 |
| 26 | 17.0 | 0.0 | 17.0 | 3.0 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 27 | 48.0 | 5.0 | 0.0 | 17.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 28 | 27.0 | 15.0 | 0.0 | 92.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.0 |
| 29 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 36.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 | 80.0 |
| 31 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 18.0 |
| Hujan Maks | 145.0 | 145.0 | 106.0 | 92.0 | 92.0 | 19.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 12.0 | 40.0 | 80.0 |
| Jml. Curah Hujan | 676.0 | 763.0 | 429.0 | 523.0 | 203.0 | 47.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 12.0 | 188.0 | 513.0 |
| Jml. Hari Hujan | 24 | 19 | 17 | 27 | 9 | 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 17 | 21 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 278.0 | 618.0 | 343.0 | 240.0 | 56.0 | 47.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 85.0 | 206.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 398.0 | 145.0 | 86.0 | 283.0 | 147.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 103.0 | 307.0 |
| Tahunan | Hujan Maksimum | | Jumlah Curah Hujan | | | | Jumlah Hari Hujan | | | | Hujan Ekstrim | |
| | 145.0 | | 3372.0 | | | | 143 | | | | 253 | |

GRAFIK HUJAN (mm)



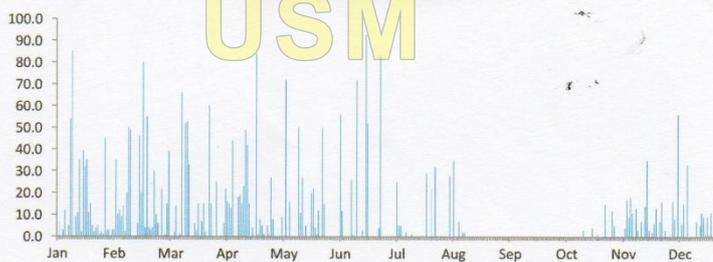
Tabel 2.18. Curah Hujan Harian Stasiun Danawarih Tahun 2014

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Nama Pos : DANAWARIH Provinsi : Jawa Tengah
 Nomor Pos : PK 50a Kota/Kabupaten : Tegal
 Jenis Alat : Manual Kecamatan : Balapulang
 Koordinat : 7 4' 48" LS-109 7' 57" BT Desa/Kampung : Danawarih
 Elevasi : 234 M Pengelola : DPU Kab. Tegal
 SWS - DAS : K Gung Didirikan : Dinas PU Pengairan
 Tahun Pendirian : - Tahun : 2014

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-------|--------------------|-------|-------|-------------------|-------|------|---------------|------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 0.0 | 3.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 |
| 2 | 7.0 | 35.0 | 15.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 10.0 | 39.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 3.0 | 12.0 | 0.0 | 16.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 |
| 5 | 12.0 | 9.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 56.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 |
| 6 | 0.0 | 14.0 | 2.0 | 13.0 | 72.0 | 12.0 | 25.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 5.0 | 2.0 | 14.0 | 44.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 56.0 |
| 8 | 54.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 16.0 | 0.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 |
| 9 | 85.0 | 50.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 | 6.0 |
| 10 | 0.0 | 49.0 | 66.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 15.0 |
| 11 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 26.0 | 2.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 |
| 12 | 11.0 | 0.0 | 52.0 | 15.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 33.0 |
| 13 | 35.0 | 0.0 | 53.0 | 23.0 | 50.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 2.0 | 6.0 | 33.0 | 49.0 | 14.0 | 72.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 |
| 15 | 39.0 | 46.0 | 0.0 | 42.0 | 27.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 |
| 16 | 32.0 | 20.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 |
| 17 | 35.0 | 80.0 | 6.0 | 0.0 | 5.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 7.0 |
| 18 | 11.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 19 | 15.0 | 55.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 93.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.0 | 5.0 |
| 20 | 5.0 | 4.0 | 0.0 | 84.0 | 20.0 | 52.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 35.0 | 11.0 |
| 21 | 2.0 | 3.0 | 7.0 | 1.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 3.0 | 9.0 |
| 22 | 4.0 | 4.0 | 15.0 | 8.0 | 4.0 | 0.0 | 29.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 23 | 5.0 | 30.0 | 2.0 | 5.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 9.0 |
| 24 | 1.0 | 10.0 | 0.0 | 1.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 6.0 | 1.0 | 0.0 |
| 25 | 2.0 | 6.0 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 11.0 |
| 26 | 1.0 | 0.0 | 15.0 | 5.0 | 50.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | 45.0 | 22.0 | 0.0 | 1.0 | 15.0 | 83.0 | 32.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 |
| 28 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 27.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 16.0 | 5.0 | 0.0 |
| 29 | 3.0 | 0.0 | 25.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 2.0 | 0.0 |
| 31 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 1.0 |
| Hujan Maks | 85.0 | 80.0 | 66.0 | 84.0 | 72.0 | 93.0 | 32.0 | 35.0 | 0.0 | 15.0 | 35.0 | 56.0 |
| Jml. Curah Hujan | 429.0 | 494.0 | 424.0 | 441.0 | 314.0 | 402.0 | 421.0 | 74.0 | 0.0 | 23.0 | 198.0 | 196.0 |
| Jml. Hari Hujan | 26 | 23 | 19 | 23 | 14 | 10 | 8 | 5 | 0 | 4 | 19 | 17 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 262.0 | 256.0 | 276.0 | 282.0 | 185.0 | 167.0 | 38.0 | 74.0 | 0.0 | 0.0 | 92.0 | 134.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 167.0 | 238.0 | 148.0 | 159.0 | 129.0 | 235.0 | 83.0 | 0.0 | 0.0 | 23.0 | 106.0 | 62.0 |
| Tabunan | Hujan Maksimum | | Jumlah Curah Hujan | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrim | | | |
| | 93.0 | | 3116.0 | | | 168 | | | 246 | | | |

GRAFIK HUJAN (mm)

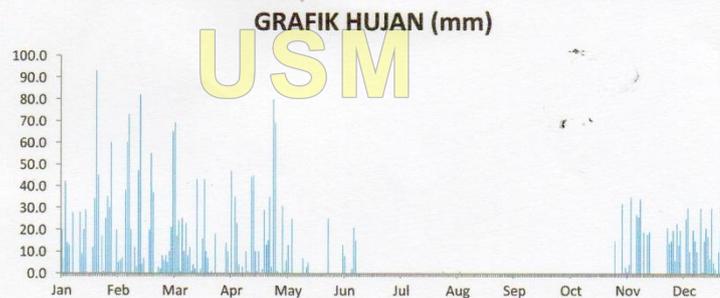


Tabel 2.19. Curah Hujan Harian Stasiun Danawarih Tahun 2015

DATA CURAH HUJAN HARIAN

| | | | |
|-----------------|--------------------------|----------------|----------------------|
| Nama Pos | : DANAWARIH | Provinsi | : Jawa Tengah |
| Nomor Pos | : PK 50a | Kota/Kabupaten | : Tegal |
| Jenis Alat | : Manual | Kecamatan | : Balapulang |
| Koordinat | : 7° 48' LS-109 7 57" BT | Desa/Kampung | : Danawarih |
| Elevasi | : 234 M | Pengelola | : DPU Kab. Tegal |
| SWS - DAS | : K Gung | Didirikan | : Dinas PU Pengairan |
| Tahun Pendirian | : - | Tahun | : 2015 |

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|-------|-------|---------------------------|-------|------|--------------------------|-----|-----|----------------------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 20.0 | 5.0 | 10.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 |
| 2 | 7.0 | 6.0 | 21.0 | 10.0 | 31.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 |
| 3 | 42.0 | 7.0 | 65.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 |
| 4 | 14.0 | 0.0 | 69.0 | 47.0 | 6.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 32.0 | 23.0 |
| 5 | 13.0 | 38.0 | 17.0 | 0.0 | 13.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 |
| 6 | 0.0 | 60.0 | 24.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 20.0 |
| 7 | 28.0 | 73.0 | 1.0 | 23.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 8 | 0.0 | 20.0 | 25.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 35.0 | 25.0 |
| 10 | 0.0 | 12.0 | 23.0 | 3.0 | 0.0 | 21.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 |
| 11 | 28.0 | 3.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 |
| 12 | 9.0 | 47.0 | 12.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27.0 | 0.0 |
| 13 | 20.0 | 82.0 | 1.0 | 1.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26.0 | 20.0 |
| 14 | 29.0 | 4.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 34.0 | 15.0 |
| 15 | 0.0 | 7.0 | 2.0 | 44.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 |
| 16 | 0.0 | 0.0 | 43.0 | 45.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 |
| 18 | 12.0 | 20.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.0 | 1.0 |
| 19 | 34.0 | 55.0 | 16.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 15.0 |
| 20 | 93.0 | 37.0 | 43.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 |
| 21 | 45.0 | 0.0 | 10.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 17.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 29.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 |
| 23 | 17.0 | 3.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 |
| 24 | 1.0 | 2.0 | 1.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 |
| 25 | 25.0 | 8.0 | 0.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 26 | 35.0 | 6.0 | 18.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 27 | 30.0 | 8.0 | 0.0 | 80.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 |
| 28 | 60.0 | 5.0 | 0.0 | 69.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.0 | 31.0 |
| 30 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.0 | 48.0 |
| 31 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 19.0 |
| Hujan Maks | 93.0 | 82.0 | 69.0 | 80.0 | 31.0 | 21.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 15.0 | 35.0 | 48.0 |
| Jml. Curah Hujan | 583.0 | 508.0 | 432.0 | 504.0 | 116.0 | 59.0 | 1.0 | 1.0 | 0.0 | 15.0 | 253.0 | 463.0 |
| Jml. Hari Hujan | 22 | 22 | 23 | 23 | 9 | 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 13 | 26 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 210.0 | 364.0 | 292.0 | 191.0 | 86.0 | 59.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 162.0 | 207.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 373.0 | 144.0 | 140.0 | 313.0 | 30.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 91.0 | 256.0 |
| Tahunan | Hujan Maksimum | | | Jumlah Curah Hujan | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrim | | |
| | 93.0 | | | 2935.0 | | | 146 | | | 246 | | |



Tabel 2.20. Curah Hujan Harian Stasiun Cawitali Tahun 2014

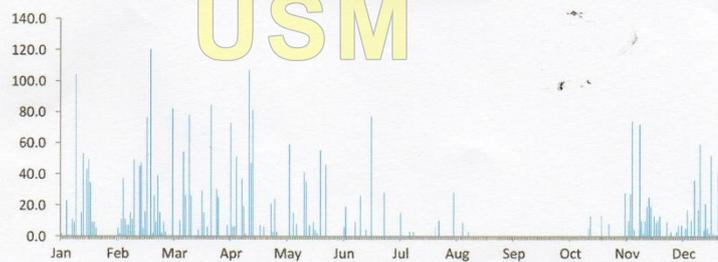
DATA CURAH HUJAN HARIAN

Nama Pos : CAWITALI
 Nomor Pos : PK 53
 Jenis Alat : Manual
 Koordinat : 7° 37' LS-109° 5' 34" BT
 Elevasi : 320 M
 SWS - DAS : K Pemali
 Tahun Pendirian : -

Provinsi : Jawa Tengah
 Kota/Kabupaten : Tegal
 Kecamatan : Bumijawa
 Desa/Kampung : Cawitali
 Pengelola : DPU Kab. Tegal
 Didirikan : Dinas PU Pengairan
 Tahun : 2014

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------------------|------|-----|---------------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 2.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 2 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 0.0 | 11.0 | 82.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 23.0 | 37.0 | 0.0 | 73.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 |
| 5 | 1.0 | 11.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 |
| 6 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 6.0 | 59.0 | 19.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.0 | 0.0 |
| 7 | 11.0 | 7.0 | 10.0 | 51.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 |
| 8 | 9.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 |
| 9 | 104.0 | 11.0 | 54.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 27.0 | 5.0 |
| 10 | 0.0 | 49.0 | 26.0 | 37.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 74.0 | 17.0 |
| 11 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 |
| 12 | 15.0 | 0.0 | 78.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 |
| 13 | 53.0 | 45.0 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 0.0 | 47.0 | 0.0 | 107.0 | 41.0 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 72.0 | 36.0 |
| 15 | 43.0 | 5.0 | 0.0 | 47.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 |
| 16 | 49.0 | 16.0 | 0.0 | 81.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 17.0 |
| 17 | 34.0 | 76.0 | 4.0 | 0.0 | 7.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 | 10.0 | 59.0 |
| 18 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 19.0 | 0.0 |
| 19 | 9.0 | 120.0 | 29.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.0 | 4.0 |
| 20 | 5.0 | 2.0 | 15.0 | 7.0 | 4.0 | 77.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 21.0 |
| 21 | 0.0 | 26.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.0 |
| 22 | 0.0 | 9.0 | 6.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 2.0 |
| 23 | 0.0 | 39.0 | 0.0 | 0.0 | 55.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 52.0 |
| 24 | 0.0 | 15.0 | 84.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 10.0 | 2.0 |
| 25 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 1.0 |
| 26 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 21.0 | 46.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 |
| 27 | 0.0 | 3.0 | 30.0 | 3.0 | 0.0 | 28.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.0 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 25.0 | 24.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 |
| 29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 2.0 |
| 30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 31 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| Hujan Maks | 104.0 | 120.0 | 84.0 | 107.0 | 59.0 | 77.0 | 15.0 | 28.0 | 0.0 | 13.0 | 74.0 | 59.0 |
| Jml. Curah Hujan | 367.0 | 569.0 | 469.0 | 500.0 | 281.0 | 169.0 | 37.0 | 40.0 | 0.0 | 39.0 | 354.0 | 298.0 |
| Jml. Hari Hujan | 14 | 24 | 13 | 17 | 11 | 7 | 5 | 3 | 0 | 4 | 17 | 21 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 261.0 | 252.0 | 276.0 | 355.0 | 158.0 | 60.0 | 21.0 | 40.0 | 0.0 | 0.0 | 225.0 | 88.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 14 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 106.0 | 317.0 | 193.0 | 145.0 | 123.0 | 109.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 129.0 | 210.0 |
| Tahunan | Hujan Maksimum | | | Jumlah Curah Hujan | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrim | | |
| | 120.0 | | | 3123.0 | | | 136 | | | 256 | | |

GRAFIK HUJAN (mm)

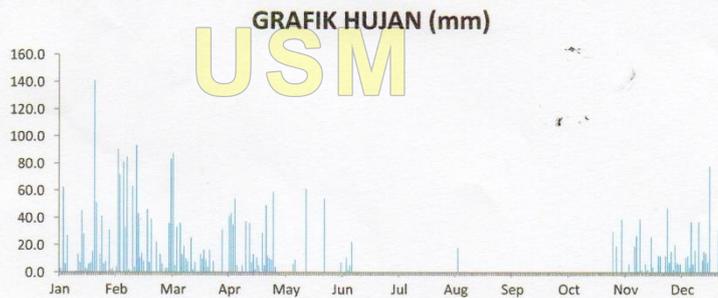


Tabel 2.21. Curah Hujan Harian Stasiun Cawitali Tahun 2015

DATA CURAH HUJAN HARIAN

| | |
|---|---|
| Nama Pos : CAWITALI Nomor Pos : PK 53 Jenis Alat : Manual Koordinat : 7° 37' LS-109° 5' 34" BT Elevasi : 320 M SWS - DAS : K Pemali Tahun Pendirian : - | Provinsi : Jawa Tengah Kota/Kabupaten : Tegal Kecamatan : Bumijawa Desa/Kampung : Cawitali Pengelola : DPU Kab. Tegal Didirikan : Dinas PU Pengairan Tahun : 2015 |
|---|---|

| TANGGAL | BULAN (mm) | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|-------|--------------------|-------|-------|------|-------------------|------|-----|---------------|-------|-------|
| | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Ags | Sep | Okt | Nov | Des |
| 1 | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.0 |
| 2 | 3.0 | 90.0 | 36.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 15.0 |
| 3 | 62.0 | 71.0 | 83.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| 4 | 6.0 | 0.0 | 87.0 | 41.0 | 0.0 | 7.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 |
| 5 | 27.0 | 81.0 | 5.0 | 43.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 7.0 |
| 6 | 0.0 | 33.0 | 33.0 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 |
| 7 | 0.0 | 85.0 | 0.0 | 54.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 |
| 8 | 0.0 | 2.0 | 36.0 | 5.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 6.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 0.0 |
| 10 | 1.0 | 63.0 | 19.0 | 0.0 | 9.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.0 |
| 11 | 13.0 | 4.0 | 10.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 |
| 12 | 7.0 | 93.0 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 4.0 |
| 13 | 45.0 | 43.0 | 0.0 | 37.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27.0 | 37.0 |
| 14 | 28.0 | 11.0 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 6.0 |
| 15 | 3.0 | 14.0 | 2.0 | 36.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 39.0 | 16.0 |
| 16 | 3.0 | 8.0 | 7.0 | 7.0 | 61.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 |
| 17 | 6.0 | 0.0 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 37.0 |
| 18 | 7.0 | 46.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 1.0 |
| 19 | 15.0 | 7.0 | 13.0 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 9.0 |
| 20 | 141.0 | 39.0 | 10.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 |
| 21 | 51.0 | 0.0 | 16.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26.0 | 14.0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 29.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 7.0 |
| 23 | 13.0 | 22.0 | 4.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 78.0 |
| 24 | 41.0 | 0.0 | 16.0 | 49.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 25 | 6.0 | 13.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 |
| 26 | 8.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0 | 54.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 0.0 |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 28 | 31.0 | 3.0 | 0.0 | 59.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 31.0 |
| 29 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.0 | 25.0 |
| 30 | 3.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 47.0 | 66.0 |
| 31 | 0.0 | 0.0 | 31.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 0.0 | 29.0 |
| Hujan Maks | 141.0 | 93.0 | 87.0 | 59.0 | 61.0 | 22.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 30.0 | 47.0 | 78.0 |
| Jml. Curah Hujan | 525.0 | 738.0 | 474.0 | 471.0 | 130.0 | 47.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 30.0 | 273.0 | 461.0 |
| Jml. Hari Hujan | 24 | 21 | 22 | 21 | 4 | 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 16 | 24 |
| Jml. data (1-15) | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Jml. Hujan (1-15) | 198.0 | 594.0 | 360.0 | 256.0 | 15.0 | 47.0 | 0.0 | 18.0 | 0.0 | 0.0 | 150.0 | 149.0 |
| Jml. Data (16-31) | 16 | 13 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 | 16 | 15 | 16 | 15 | 16 |
| Jml. Hujan (16-31) | 327.0 | 144.0 | 114.0 | 215.0 | 115.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 | 123.0 | 312.0 |
| Tahunan | Hujan Maksimum | | Jumlah Curah Hujan | | | | Jumlah Hari Hujan | | | Hujan Ekstrem | | |
| | 141.0 | | 3167.0 | | | | 139 | | | 256 | | |



2.3 Geologi Teknik dan Mekanika Tanah

2.3.1 Latar Belakang

Untuk membuat Perencanaan Bangunan *Groundsill* Pengaman Jembatan, diperlukan pengujian geoteknik, serta pengambilan sampel yang selanjutnya diuji di laboratorium mekanika tanah.

Hasil pengujian geoteknik tersebut selanjutnya akan didapatkan parameter tanah untuk perencanaan bangunan.

2.3.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari pekerjaan penyelidikan tanah adalah untuk mendapatkan gambaran geologi dan geoteknik serta parameter kondisi tanah pada lokasi pekerjaan sebagai dasar perhitungan daya dukung dan stabilitas bangunan.

2.3.3 Lokasi

Lokasi perencanaan bangunan pengaman jembatan tersebut, berada di Desa Kajen, Kabupaten Tegal.

2.3.4 Kesimpulan

Lapisan tanah bagian atas berupa lapisan lempung dengan *konsistebsi* lunak sampai tengah berwarna abu-abu kecoklatan dan lapisan tanah bawah berupa lempung dengan konsistensi kaku sampai keras dan batu lempung berwarna abu- abu.

Tabel 2.22 Daya Dukung Tiang Bor Pile Berdasarkan Data N SPT.

| No. | Dia. Tiang (30 cm) | Depth (m) | N' | 400 | qf (kg/cm ²) | N' rata2 | fs (kg/cm ²) | Ap (cm ²) | L (cm) | O (cm) | As (cm ²) | q1 (kg) | q2 (kg) | Q (Ton) |
|-----|-----------------------|--------------|----|-----|-----------------------------|-------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|------------|---------|
| 1. | BM.1 | 6,00 | 13 | 400 | 51,81 | 16 | 0,17 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 12211,19 | 1567,27 | 13,78 |
| 2 | BM.2 | 6,00 | 34 | 400 | 138,69 | 43 | 0,44 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 32691,36 | 4134,51 | 36,83 |
| 3 | BM.3 | 6,00 | 35 | 400 | 142,77 | 46 | 0,47 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 33652,87 | 4422,96 | 38,08 |
| 4 | BM.4 | 6,00 | 26 | 400 | 106,06 | 37 | 0,38 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 24999,28 | 3557,60 | 28,56 |
| 5 | BM.5 | 6,00 | 30 | 400 | 122,37 | 41 | 0,42 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 28845,32 | 3942,20 | 32,79 |
| 6 | BM.6 | 6,00 | 37 | 400 | 150,93 | 44 | 0,45 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 35575,89 | 4230,66 | 39,81 |
| 7 | BM.7 | 6,00 | 36 | 400 | 146,85 | 43 | 0,44 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 34614,38 | 4134,51 | 38,75 |
| 8 | BM.8 | 6,00 | 35 | 400 | 142,77 | 46 | 0,47 | 707,14 | 500 | 94,286 | 47143,00 | 33652,87 | 4422,96 | 38,08 |

Tabel. 2.23. Hasil Perhitungan Daya Dukung Pondasi Lajur (Terzaghi -1943)

| No. | Lokasi | No. Test | Kedalaman (m) | Kohesi (C) kg/cm ² | Sudut Geser ϕ° | Berat Isi γ_{wet} gr/cm ³ | Faktor-faktor Daya Dukung | | | Dalam Lebar Pondasi | | Qall kg/cm ² |
|-----|---------------|----------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|--------|----------------------------|
| | | | | | | | N _c | N _q | N _{γ} | D (cm) | B (cm) | |
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) |
| 1. | Sungai Pedes | BM.1 | 5.00 - 6.00 | 0,218 | 15,36 | 1,80 | 13,25 | 4,62 | 2,68 | 150 | 200 | 1,54 |
| 2 | Sungai Pedes | BM.2 | 5.00 - 6.00 | 0,070 | 19,54 | 1,87 | 17,26 | 7,12 | 4,77 | 150 | 200 | 1,37 |
| 3 | Sungai Pedes | BM.3 | 5.00 - 6.00 | 0,120 | 29,71 | 1,90 | 23,93 | 11,86 | 8,96 | 150 | 200 | 2,65 |
| 4 | Sungai Pedes | BM.4 | 5.00 - 6.00 | 0,560 | 24,21 | 1,90 | 17,70 | 7,40 | 5,00 | 150 | 200 | 4,32 |
| 5 | Sungai Glagah | BM.5 | 5.00 - 6.00 | 0,137 | 20,31 | 1,91 | 18,16 | 7,73 | 5,29 | 150 | 200 | 1,90 |
| 6 | Sungai Glagah | BM.6 | 5.00 - 6.00 | 0,180 | 29,18 | 1,93 | 35,22 | 20,89 | 18,06 | 150 | 200 | 5,29 |
| 7 | Sungai Glagah | BM.7 | 5.00 - 6.00 | 0,380 | 27,47 | 1,84 | 31,08 | 17,54 | 14,64 | 150 | 200 | 6,45 |
| 8 | Sungai Glagah | BM.8 | 5.00 - 6.00 | 0,460 | 22,76 | 1,81 | 21,78 | 10,33 | 7,59 | 150 | 200 | 4,73 |

Tabel 2.24 Sample bore log

| BORE LOG | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------|---------------|-----------------------------------|---------------|------------|--|--------|--------|--------------------------------|--|------------|-----------|
| Owner : PTSDA Prov. Jawa Tengah | | | Contractor : CV. Cengas Adiprakte | | | Project : Perencanaan Normalisasi Sungai Pedes dan Sungai Glagah (Tahap I) | | | Bore Hole No : BM.1 / S. Pedes | | | |
| Date of drilling : | | | Checked by : | | | Superv : | | | Coordinate : X = 542119.845 | | | |
| Bore Machine : Hans Spring | | | Drilled by : | | | Sector : | | | Y = 602660.015 | | | |
| Pump : | | | Sample depth : | | | Semarang | | | Elevation : +207.079 | | | |
| Blaser bore : | | | Sample store : | | | Sollmachert Corporation | | | Inclination : 90° | | | |
| Drilling method : Rotary | | | Ground Water Level : | | | Jumlah | | | | | | |
| Diameter of hole : 75 mm | | | | | | | | | | | | |
| Date | Depth (m) | Elevation (m) | RQD (%) | Core Rec. (%) | ISRM, 1981 | | sample | Symbol | Layer Type | DESCRIPTION | Field Test | |
| | | | | | weathering | Strength | | | | | Metode | Depth (m) |
| | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | | 90 | | | | | | Lantau pasiriran | lantau pasiriran,kecoklatan, ukuran halus sampai sedang ,teguh. | 4,70 x 0,3 | 7 |
| | 2 | | 100 | | | | | | | | 2,00 | |
| | 3 | 204.079 | 75 | | | | | | | | | |
| | 4 | | 90 | | | | | | pasir | pasir, kehitanan, padat, terdapat kerikil dan kerakal. | 3,36 x 0,3 | 17 |
| | 5 | 202.079 | 90 | | | | | | | | 4,00 | |
| | 6 | | 85 | | | | | | Lantau pasiriran | lantau pasiriran,kecoklatan, ukuran halus sampai sedang ,teguh. | 7,45 x 0,4 | 25 |
| | 7 | 200.079 | 87 | | | | | | | | 8,00 | |
| | 8 | | 80 | | | | | | | | | |
| | 9 | | 70 | | | | | | Lantau pasiriran | lantau pasiriran,kecoklatan, ukuran halus sampai sedang ,keras,terdapat kerikil dan kerakal. | 9,27 x 0,4 | 37 |
| | 10 | | 65 | | | | | | | | 10,00 | >50 |
| | | | | | | | | | Akhir Pemboran | | | |