

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan Umum

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995:20). Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi hanya dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai itu dilaksanakan.

Secara garis besar analisis hidrologi adalah langkah awal dalam merencanakan bangunan-bangunan hidraulik. Yang dimaksud bangunan hidraulik dalam bidang sipil adalah gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul dan dalam pembahasan ini adalah perencanaan *sump*. Dimensi dan karakter bangunan tersebut bergantung pada tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Dengan demikian bangunan-bangunan tersebut dirancang harus sesuai dengan suatu standar perancangan yang benar sehingga diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang dapat berfungsi baik struktural maupun fungsional berdasarkan jangka waktu yang telah ditetapkan.

Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologi daerah pengaliran di job site BMTB (Baramartha Banjar) PT. Pamapersada Nusantara, terutama di pit selatan. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit air limpasan permukaan pada suatu perencanaan bangunan air. Data untuk penentuan debit air limpasan pada tugas akhir ini adalah data curah hujan, dimana curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit air limpasan permukaan.

4.1.1. Analisa Curah Hujan Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk merancang *sump* adalah curah hujan rata-rata harian disuatu daerah tersebut yang akan dibuat *sump*. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah dan dinyatakan dalam mm.

Tabel 4.1. Rekap Hasil Data Curah Hujan Harian Maksimum (mm)

Bulan	Tahun									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Januari	3,86	28,00	34,00	46,00	35,00	53,00	0,00	60,00	37,00	59,00
Pebruari	0,00	26,00	41,00	56,00	70,00	40,00	0,00	70,00	33,50	54,00
Maret	42,65	51,85	30,00	52,00	33,00	33,00	67,00	60,00	83,00	21,00
April	55,00	8,08	38,00	80,00	34,00	89,00	0,00	74,00	87,00	42,00
Mei	52,20	38,00	64,00	60,00	25,00	47,00	66,50	58,00	35,00	21,50
Juni	0,00	46,00	105,00	46,00	31,00	25,50	0,00	25,00	108,80	35,00
Juli	64,75	13,83	2,00	55,00	30,00	15,00	0,00	14,00	36,00	19,00
Agustus	0,00	46,00	2,00	11,00	19,00	0,25	97,20	0,00	3,00	28,00
September	0,00	17,00	80,00	30,00	50,00	16,00	47,00	40,00	36,50	17,00
Oktober	0,00	8,30	3,00	70,00	50,00	43,00	72,00	46,00	22,00	6,50
November	40,77	20,50	64,00	50,00	30,00	40,00	66,00	45,00	50,00	91,00
Desember	0,00	40,00	80,00	30,00	56,00	30,00	90,00	56,00	125,00	79,00
CH maks	64,75	51,85	105,00	80,00	70,00	89,00	97,20	74,00	125,00	91,00

Sumber: Hasil Perhitungan

4.2. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan terhadap data curah hujan tahunan dengan tujuan untuk mengetahui adanya penyimpangan data hujan. Metode yang digunakan adalah metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums) (Buishand, 1982) didalam Sri Harto, 1993: 60.

Metode RAPS ini digunakan untuk menguji ketidaklayakan data suatu stasiun dengan data dari stasiun itu sendiri dengan rumus: nilai statistik Q dan R.

Tabel 4.2. Nilai $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$

n	$Q/(n^{0,5})$			$R/(n^{0,5})$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

Sumber: Analisis Hidrologi, Sri Harto Br, 1983 : 60

4.2.1. Perhitungan Uji Konsistensi Data

Tabel 4.3. Uji Konsistensi Data Hujan (RAPS) Stasiun Hujan Pit Selatan

No	Tahun	Hujan mm/hari	Sk*	D_y^2	Sk**	[Sk**]
1	2	3	4	5	6	7
1	2004	65	-20,03	44,58	-0,941	0,941
2	2005	52	-32,93	120,49	-1,547	1,547
3	2006	105	20,22	45,43	0,950	0,950
4	2007	80	-4,78	2,54	-0,224	0,224
5	2008	70	-14,78	24,27	-0,694	0,694
6	2009	89	4,22	1,98	0,198	0,198
7	2010	97	12,42	17,14	0,583	0,583
8	2011	74	-10,78	12,91	-0,506	0,506
9	2012	125	40,22	179,74	1,889	1,889
10	2013	91	6,22	4,30	0,292	0,292
Jumlah		847,80		453,37		
Rerata		84,78				

Sumber: Hasil Perhitungan

$$n = 10$$

$$X_{\text{rerata}} = 84,780$$

➤ **Contoh Perhitungan pada Tahun 2010**

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\text{Jumlah}}{n} \\ &= \frac{847,800}{10} = 84,780 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{CH.Maks} = 97,20$$

$$\begin{aligned} \text{Sk}' &= \text{CH. Maks} - \bar{x} \\ &= 97,20 - 84,78 \\ &= 12,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dy}^2 &= \frac{(\text{Sk}')^2}{\text{Ch. Maks} - 1} \\ &= \frac{(12,42)^2}{97,20 - 1} = 17,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sk}'' &= \frac{(\text{Sk}')}{\text{Ch. Maks}} \\ &= \frac{12,42}{97,20} \\ &= 0,583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sk}''' &= +(\text{Sk}'') \\ &= 0,583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sd} &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |(x - \bar{x})|^2}{(n - 1)}} \\ &= \sqrt{\frac{4080,341}{9}} = 21,293 \end{aligned}$$

$$\text{Sk}'''' \text{ maks} = 1,889$$

$$\text{Sk}'''' \text{ min} = -1,547$$

$$Q = \text{Sk}'''' \text{ maks}$$

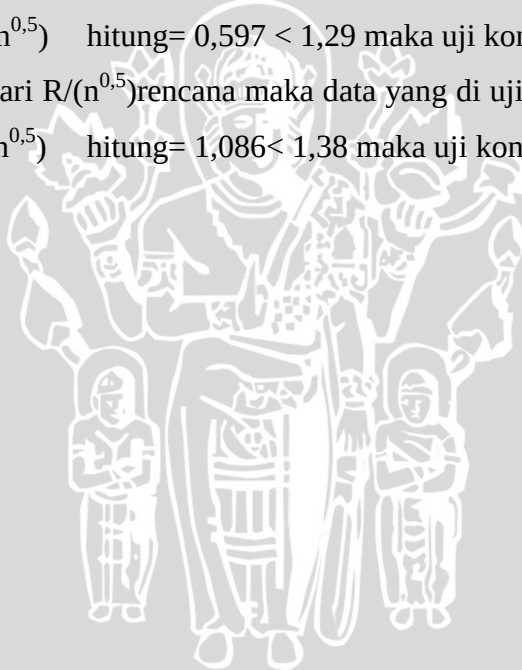
$$\begin{aligned}\diamond R &= 1,889 \\ &= Sk''_{maks} - Sk''_{min} \\ &= 1,889 - (-1,547) \\ &= 3,435\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\diamond Q/(n^{0,5}) &= \frac{1,889}{10^{0,5}} \\ &= 0,597\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\diamond R/(n^{0,5}) &= \frac{3,435}{10^{0,5}} \\ &= 1,086\end{aligned}$$

Jika $Q/(n^{0,5})$ hitung < dari $Q/(n^{0,5})$ rencana maka data yang di uji layak untuk dipakai. Dari perhitungan diatas didapat $Q/(n^{0,5})$ hitung= $0,597 < 1,29$ maka uji konsistensinya diterima.

Jika $R/(n^{0,5})$ hitung < dari $R/(n^{0,5})$ rencana maka data yang di uji layak untuk dipakai. Dari perhitungan diatas didapat $R/(n^{0,5})$ hitung= $1,086 < 1,38$ maka uji konsistensinya diterima.



4.3. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Dalam studi ini, curah hujan rancangan dihitung dengan metode log person tipe III

4.3.1. Perhitungan Curah Hujan rancangan dengan Metode Log Person Tipe III

Metode Log Person Tipe III kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 40, dan 50

Tabel 4.4. Data Perhitungan Log Pearson Tipe III

No.	Tahun	Ch Maks (X)	Log X	(log X - Log X _{rerata})	(Log X - Log X _{rerata}) ²	(Log X - Log X _{rerata}) ³
1	2004	64,750	1,81124	-0,10452	0,01092	-0,00114
2	2005	51,850	1,71475	-0,20101	0,04041	-0,00812
3	2006	105,000	2,02119	0,10543	0,01112	0,00117
4	2007	80,000	1,90309	-0,01267	0,00016	0,00000
5	2008	70,000	1,84510	-0,07066	0,00499	-0,00035
6	2009	89,000	1,94939	0,03363	0,00113	0,00004
7	2010	97,200	1,98767	0,07191	0,00517	0,00037
8	2011	74,000	1,86923	-0,04653	0,00216	-0,00010
9	2012	125,000	2,09691	0,18115	0,03282	0,00594
10	2013	91,000	1,95904	0,04328	0,00187	0,00008
Jumlah			19,1576	-2,00E-15	0,11075	-0,00211
Rerata			1,91576			
Standart Deviasi				0,110932387		
Cs				-0,214902481		

Sumber: Hasil Perhitungan

$$n = 10$$

$$\bar{x} = 1,916$$

$$Sd = 0,111$$

$$Cs = -0,215$$

➤ Contoh Perhitungan pada Tahun 2010

$$\text{❖ Rerata log X} = \frac{\text{Jumlah}}{n} = \frac{19,158}{10} = 1,916\text{mm}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ } (\text{Log X} - \text{Log } \bar{x})^2 &= (1,988 - 1,916)^2 \\ &= 0,07191 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{❖ } (\text{Log X} - \text{Log } \bar{x})^3 &= (1,988 - 1,916)^3 \\ &= 0,00037 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond S_d &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x - \log \bar{x})^2}{(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{0,11075}{9}} = 0,1109 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond C_s &= \frac{n \cdot \sum (\log x - \log \bar{x})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S_d^3} \\ &= \frac{10 \times (-0,00211)}{(10-1) \cdot (10-2) \cdot 0,1109^3} = -0,2149 \end{aligned}$$

Tabel 4.5. Hasil Perhitungan Hujan Rancangan

Tr	Pr (%)	K	K . SD	X _{rancangan}
2	50	0,0355	0,0039	83,1194
5	20	0,8504	0,0943	102,3535
10	10	1,2561	0,1393	113,5268
20	5	1,5347	0,1702	121,9007
25	4	1,6745	0,1858	126,3326
50	2	1,9368	0,2149	135,0874

Sumber: Hasil Perhitungan

➤ **Contoh perhitungan :**

Hujan rancangan untuk kala ulang 5 tahun

Data yang diketahui :

- $Tr = 5$, maka $Pr = \frac{100\%}{5} = 20\%$
- Untuk nilai $C_s = -0,2149$ dan nilai $Pr = 20\%$, dari tabel distribusi Log Pearson III di dapat nilai $K = 0,8504$
- $\log X = \bar{x} + K \cdot S_d$
 $= 2,23616 + (0,8504 \times 0,1109) = 2,0101$
- Hujan Rancangan
 $X_{\text{rancangan}} = 10^{2,0101} = 102,3535 \text{ mm}$

4.4. Kesesuaian Distribusi

Perhitungan uji kesesuaian distribusi frekuensi ini bertujuan untuk mengetahui sebuah kebenaran hipotesa distribusi tersebut. Dengan uji distribusi ini kita dapat mengetahui ketepatan antara jhasilpengamatan dengan modeldistribusi yang akan harapkan. Dalamstudi ini dianalisis kesesuaian distribusimenggunakan metode *Chi-Square*.

4.4.1. Uji (Chi Square) dengan Distribusi Log Pearson Tipe III

Tabel 4.6. Tabel Untuk Menentukan Batas Kelas Distribusi Log Person Tipe III

Probabilitas	G	G x S	Log X	X
20	0,850	0,094	2,010	102,353
40	0,171	0,019	1,935	86,054
60	-0,349	-0,039	1,877	75,348
80	-0,829	-0,092	1,824	66,648

Sumber :Hasil Perhitungan

➤ Contoh perhitungan Untuk probabilitas 20% :

- $\text{Log } X_{\text{rerata}} = 1,916$
- $Sd = 0,111$
- $Cs = -0,215 \longrightarrow G = 0,850$ (Tabel Koefisien Cs)
- $\text{Log } X = (G \times Sd) + \text{Log } X_{\text{rt}}$
 $= (0,850 \times 0,111) + 1,916$
 $= 2,010$
- $X = \text{anti Log } X$
 $= 10^{2,010}$
 $= 102,353 \text{ mm}$

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Chi Square

NO	BATAS KELAS	JUMLAH DATA		Ef - Of	(Ef - Of) ²	(Ef - Of) ² /Ef
		EXPECTED	OBSERVED			
		FREQUENCY (Ef)	FREQUENCY (Of)			
1	0,00 - 66,648	2,0	2	0,0	0,00	0,0
2	66,648 - 75,348	2,0	2	0,0	0,00	0,0
3	75,348 - 86,054	2,0	1	1,0	1,00	0,5
4	86,054 - 102,353	2,0	4	2,0	4,00	2,0
5	102,353 ~	2,0	1	1,0	1,00	0,5
JUMLAH		10	10	4	6,0	3,0

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Contoh perhitungan Probabilitas 20% :**

- Banyak data = 10
- Banyak Kelas (K) = $1 + 3.322 \log n$
= $1 + 3.322 \log 10 = 5$
- Derajat Bebas (n) = $k - h - 1$; $h = 2$
= $5 - 2 - 1 = 2$
- Untuk $\alpha = 5\%$
Percentile P = $100\% - \alpha = 95\% = 0,95$
Dari tabel distribusi chi square diperoleh nilai x^2_{tabel} : 5,991
- Untuk $\alpha = 1\%$
Percentile P = $100\% - \alpha = 99\% = 0,99$
Dari tabel distribusi *chi square* diperoleh nilai x^2_{tabel} : 9,210
- Expected Frequency = $\frac{\text{Data}}{\text{Kelas}} = \frac{10}{5} = 2,0$
- $x^2_{\text{hitung}} = \sum_{i=1}^k \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} = 6/2 = 3,00$

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil perhitungan untuk $\alpha = 5\%$ diperoleh nilai x^2_{tabel} : 5,99. Sedangkan nilai x^2_{hitung} : 3,00. Sehingga $x^2_{\text{hitung}} < x^2_{\text{tabel}}$ maka **Hipotesa Log Pearson Diterima**.

Untuk $\alpha = 1\%$ diperoleh nilai x^2_{tabel} : 9,21. Sedangkan nilai x^2_{hitung} : 3,00. Sehingga $x^2_{\text{hitung}} < x^2_{\text{tabel}}$ maka **Hipotesa Log Pearson Diterima**.

4.5. Menghitung Intensitas Hujan

Perhitungan besarnya intensitas hujan dapat dipergunakan dengan beberapa rumus empiris dalam hidrologi. Rumus mononobe dipakai apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian. Adapun rumus mononobe adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Berikut hasil perhitungan untuk Intensitas hujan kala ulang 2,5,10,20,25, dan 50 tahun. Data yang diketahui dari perhitungan curah hujan rancangan dengan distribusi log pearson tipe III:

Tabel 4.8. data curah Hujan

No	Data Curah Hujan Rencana	
	Kala Ulang (tahun)	Xt (mm)
1	2	83,119
2	5	102,353
3	10	113,527
4	20	121,901
5	25	126,333
6	50	135,087

Sumber: Hasil Perhitungan

Contoh Perhitungan Intensitas Curah hujan dengan kala ulang 2 tahun dengan lamanya curah hujan ($t=24$ jam)

- Diket Curah Hujan rancangan kala ulang 2 tahun = 83,119 mm
- $I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$
- $I = \frac{83,119}{24} \left(\frac{24}{24} \right)^{2/3} = 3,46 \text{ mm/jam}$

Untuk perhitungan selanjutnya bisa dilihat dalam tabel dibawah ini:

Tabel4.9. Data Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan				
Durasi 1 jam	Durasi 3 jam	Durasi 4 jam	Durasi 6 jam	Durasi 24 jam
28,82	13,85	11,44	8,73	3,46
35,48	17,06	14,08	10,75	4,26
39,36	18,92	15,62	11,92	4,73
42,26	20,32	16,77	12,80	5,08
43,80	21,06	17,38	13,26	5,26
46,83	22,51	18,59	14,18	5,63

Sumber: Hasil Perhitungan



4.6. Perhitungan Dimensi saluran di dalam Tambang

Untuk mengalirkan air yang ada di pit, kita memerlukan saluran untuk mengarahkan ke sump. Biasanya di dalam tambang dibuat saluran berupa paritan seperti pengaliran irigasi disebuah sawah. Berikut perhituingan dimensi saluran di dalam tambang:

4.6.1. Perhitungan Saluran Drainase I

a. Data yang diperlukan:

- Umur operasi paritan = 2 tahun
- Intensitah Hujan Rencana(I) = $\frac{83,119}{24} \left(\frac{24}{24}\right)^{2/3} = 3,46 \text{ mm/jam}$ (diambil kala ulang 2 tahun dandurasi hujan 24 jam)
- Catchment area (A) = $0,317 \text{ km}^2$ (diambil dari peta rupa bumi PT. Pamapersada Nusantara site BMTB)
- Koefisien Limpasan (C) = 0,35 (dari tabel nilai koefisien limpasan lapangan rumput tanah keras kemiringan >7%)
- Q = $0,278 \text{ C.I.A}$
 $= 0,278 \times 0,35 \times 3,46 \times 0,317$
 $= 0,107 \text{ m}^3/\text{dt}$
- b/h = 1,0 (tabel de vos)
- m = 1,0 (table de vos)
- Vijin = $0,286 \text{ m/dt}$ (table de vos)

b. Mencari tinggi muka air (h)

- A = $(b+mh)h = (1,0 h+1,0 h)h = 2,0 h^2$
- P = $b+2h(m^2+1)^{0.5} = 1,0 h+2h(1^2+1)^{0.5} = 1,0 h+2,828h = 3,828 h$
- R = $\frac{A}{P} = \frac{2h^2}{3,828 h} = 0,522h$
- Q = V x A
 $0,107 = 0,286 \times 2,0h^2$
 $h^2 = 0,571/0,107 = 0,187$
 $h = \sqrt{0,187} = 0,432$

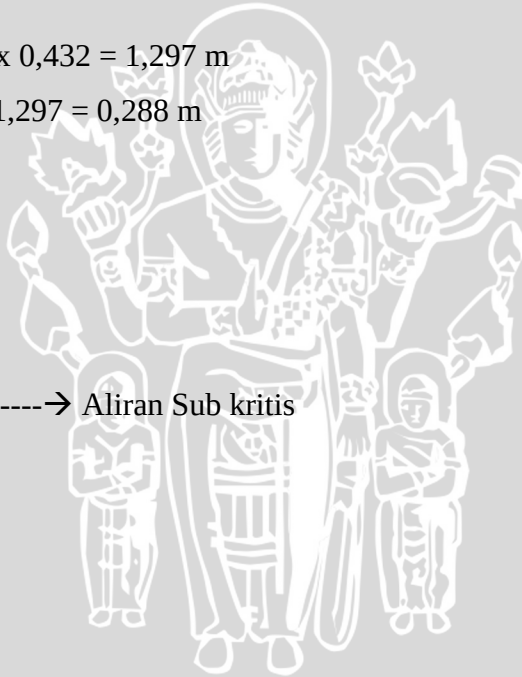
c. Dimensi Saluran

- b = $1,0 h = 1 \times 0,432 = 0,432 \text{ m}$

- $A = 2,0h^2 = 2,0 \times (0,432)^2$
 $= 0,374 \text{ m}^2$
- $P = 3,828 h = 3,828 \times 0,432$
 $= 1,656 \text{ m}$
- $R = 0,522 h = 0,522 \times 0,432$
 $= 0,226 \text{ m}$
- $w = 1/3 h = 1/3 \times 0,432 = 0,144 \text{ m}$
- $H = h + w$
 $= 0,432 + 0,144$
 $= 0,577 \text{ m}$
- $T = b + 2 m \cdot h$
 $= 0,432 + 2 \times 1 \times 0,432 = 1,297 \text{ m}$
- $D = A/T = 0,374/1,297 = 0,288 \text{ m}$
- Cek Aliran:

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{V}{\sqrt{g \times D}} \\ &= \frac{0,268}{\sqrt{9,81 \times 0,288}} \\ &= 0,169 < 1 \end{aligned}$$

-----> Aliran Sub kritis



4.6.2. Perhitungan Saluran Drainase II

a. Data yang diperlukan:

- Umur operasi paritan = 2 tahun
- Intensitas Hujan Rencana(I) = $\frac{83,119}{24} \left(\frac{24}{24}\right)^{2/3} = 3,46$ mm/jam (diambil kala ulang 2 tahun durasi hujan 24 jam)
- Catchment area (A) = 0,611km² (diambil dari peta rupa bumi PT. Pamapersada Nusantara site BMTB)
- Koefisien Limpasan (C) = 0,35 (dari tabel nilai koefisien limpasan lapangan rumput tanah keras kemiringan >7%)
- Q = 0,278 C.I.A
= 0,278 x 0,35 x 3,46 x 0,611
= 0,206 m³/dt
- b/h = 1,0 (tabel de vos)
- m = 1,0 (tabel de vos)
- Vijin = 0,319 m/dt (table de vos)

b. Mencari tinggi muka air (h)

- A = (b+mh)h = (1,0 h+1,0 h)h = 2,0 h²
- P = b+2h(m²+1)^{0.5} = 1,0 h+2h(1²+1)^{0.5} = 1,0 h+2,828h = 3,828 h
- R = $\frac{A}{P} = \frac{2h^2}{3,828 h} = 0,522 h$
- Q = V x A
0,206 = 0,319 x 2,0 h²
h² = 0,637/0,206 = 0,324
h = $\sqrt{0,324} = 0,569$

c. Dimensi Saluran

- b = 1,0 h = 1 x 0,569 = 0,569 m
- A = 2,0 h² = 2,0 x (0,569)²
= 0,647 m²
- P = 3,828 h = 3,828 x 0,569
= 2,177 m

- $R = 0,522 h = 0,522 \times 0,569$
 $= 0,297 \text{ m}$
- $w = 1/3 h = 1/3 \times 0,569 = 0,189 \text{ m}$
- $H = h + w$
 $= 0,569 + 0,189$
 $= 0,758 \text{ m}$
- $T = b + 2 m. h$
 $= 0,569 + 2 \times 1 \times 0,569 = 1,706 \text{ m}$
- $D = A/T = 0,647/1,706 = 0,379 \text{ m}$
- Cek Aliran:

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{V}{\sqrt{g \times D}} \\ &= \frac{0,319}{\sqrt{9,81 \times 0,379}} \\ &= 0,165 < 1 \end{aligned}$$

-----> Aliran Sub kritis



4.6.3. Perhitungan Saluran Drainase III

a. Data yang diperlukan:

- Umur operasi paritan = 2 tahun
- Intensitas Hujan Rencana(I) = $\frac{83,119}{24} \left(\frac{24}{24}\right)^{2/3} = 3,46$ mm/jam (diambil kala ulang 2 tahun dandurasi hujan 24 jam)
- Catchment area (A) = 0,178km² (diambil dari peta rupa bumi PT. Pamapersada Nusantara site BMTB)
- Koefisien Limpasan (C) = 0,35 (dari tabel nilai koefisien limpasan lapangan rumput tanah keras kemiringan >7%)
- Q = 0,278 C.I.A
= 0,278 x 0,35 x 3,46 x 0,178
= 0,060 m³/dt
- b/h = 1,0 (tabel de vos)
- m = 1,0 (table de vos)
- Vijin = 0,270 m/dt (table de vos)

b. Mencari tinggi muka air (h)

- A = (b+mh)h = (1,0 h+1,0 h)h = 2,0 h²
- P = b+2h(m²+1)^{0.5} = 1,0 h+2h(1²+1)^{0.5} = 1,0 h+2,828h = 3,828 h
- R = $\frac{A}{P} = \frac{2h^2}{3,828 h} = 0,522 h$
- Q = V x A
0,060 = 0,270 x 2,0 h²
h² = 0,540/0,060= 0,111
h = $\sqrt{0,111}$ = 0,333

c. Dimensi Saluran

- b = 1,0 h = 1 x 0,333= 0,333 m
- A = 2,0 h² = 2,0 x (0,333)²
= 0,222 m²
- P = 3,828 h = 3,828 x 0,333
= 1,277m

- $R = 0,522 h = 0,522 \times 0,333$
 $= 0,174 \text{ m}$
- $w = 1/3 h = 1/3 \times 0,333 = 0,111 \text{ m}$
- $H = h + w$
 $= 0,333 + 0,111$
 $= 0,444 \text{ m}$
- $T = b + 2 m. h$
 $= 0,333 + 2 \times 1 \times 0,333 = 1,000 \text{ m}$
- $D = A/T = 0,222/1,000 = 0,222 \text{ m}$
- Cek Aliran:

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{V}{\sqrt{g \times D}} \\ &= \frac{0,270}{\sqrt{9,81 \times 0,222}} \\ &= 0,183 < 1 \end{aligned}$$

-----→ Aliran Sub kritis



4.6.4. Perhitungan Saluran Drainase IV

a. Data yang diperlukan:

- Umur operasi paritan = 2 tahun
- Intensitas Hujan Rencana(I) = $\frac{83,119}{24} \left(\frac{24}{24}\right)^{2/3} = 3,46$ mm/jam (diambil kala ulang 2 tahun dandurasi hujan 24 jam)
- Catchment area (A) = $0,20 \text{ km}^2$ (diambil dari peta rupa bumi PT. Pamapersada Nusantara site BMTB)
- Koefisien Limpasan (C) = 0,35 (dari tabel nilai koefisien limpasan lapangan rumput tanah keras kemiringan $>7\%$)
- Q = 0,278 C.I.A
 $= 0,278 \times 0,35 \times 3,46 \times 0,20$
 $= 0,067 \text{ m}^3/\text{dt}$
- b/h = 1,0 (tabel de vos)
- m = 1,0 (table de vos)
- Vijin = 0,272 m/dt (table de vos)

b. Mencari tinggi muka air (h)

- A = $(b+mh)h = (1,0 h+1,0 h)h = 2,0 h^2$
- P = $b+2h(m^2+1)^{0,5} = 1,0 h+2h(1^2+1)^{0,5} = 1,0 h+2,828h = 3,828 h$
- R = $\frac{A}{P} = \frac{2h^2}{3,828 h} = 0,522 h$
- Q = V x A
 $0,067 = 0,272 \times 2,0 h^2$
 $h^2 = 0,544/0,067 = 0,124$
 $h = \sqrt{0,124} = 0,352$

c. Dimensi Saluran

- b = $1,0 h = 1 \times 0,352 = 0,352 \text{ m}$
- A = $2,0 h^2 = 2,0 \times (0,352)^2$
 $= 0,247 \text{ m}^2$
- P = $3,828 h = 3,828 \times 0,352$
 $= 1,346 \text{ m}$

- $R = 0,522 h = 0,522 \times 0,352$
 $= 0,184 \text{ m}$
- $w = 1/3 h = 1/3 \times 0,352 = 0,117 \text{ m}$
- $H = h + w$
 $= 0,352 + 0,117$
 $= 0,469 \text{ m}$
- $T = b + 2 m. h$
 $= 0,352 + 2 \times 1 \times 0,352 = 1,055 \text{ m}$
- $D = A/T = 0,247/1,055 = 0,234 \text{ m}$
- Cek Aliran:

$$\begin{aligned} Fr &= \frac{V}{\sqrt{g \times D}} \\ &= \frac{0,272}{\sqrt{9,81 \times 0,234}} \\ &= 0,179 < 1 \end{aligned}$$

-----> Aliran Sub kritis



4.7. Analisa Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Analisa Tingkat Bahaya Erosi (TBE) adalah perkiraan jumlah tanah yang maksimum hilang yang akan terjadi pada suatu lahan. Besarnya tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan dari laju erosi tanah dibagi dengan erosi yang diperbolehkan.

4.7.1. Erosi yang Diperbolehkan (T)

Erosi yang diperbolehkan digunakan untuk mengetahui besarnya erosi yang mungkin dapat diimbangi atau lebih diimbangi dengan tindakan atau perlakuan manusia yang dapat membantu lajunya pembentukan tanah, sehingga besarnya erosi selalu dibawah laju pembentukan tanah (Kartasapoetra, 2000: 58). Ada pun faktor yang mempengaruhi perhitungan erosi yang diperbolehkan (T) adalah kedalaman efektif tanah, faktor kedalaman tanah, umur pakai tanah dan kerapatan massa. Untuk menghitung nilai laju erosi yang diperbolehkan digunakan rumus Hammer (1981), sebagai berikut:

$$T = \frac{\text{Eq.D}}{\text{RL}} \times \text{Bd}$$

dengan:

- T = Laju erosi yang diperbolehkan (ton/ha/th)
- Eq.D = Faktor kedalaman tanah x kedalaman efektif tanah (cm)
- RL = *Resource life* (umur pakai tanah)(400 tahun) (tahun)
- Bd = *Bulk density* (kerapatan massa) (g/cm³)

4.7.1.1.Faktor Kedalaman Tanah

Nilai faktor kedalaman tanah dipengaruhi oleh jenis tanah yang dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Nilai Faktor Kedalaman Tanah Pada Berbagai Jenis Tanah

No	USDA	Sub Order dan Kode	Faktor Kedalaman Tanah
1.	Aqualfs	(AQ)	0,9
2.	Udalfs	(AD)	0,9
3.	Ustalfs	(AU)	0,9
4.	Aquepts	(EQ)	0,9
5.	Arents	(ER)	1,0
6.	Fluvents	(EV)	1,0
7.	Orthents	(EO)	1,0
8.	Psamments	(ES)	1,0
9.	Adepts	(IN)	1,0
10.	Aquepts	(IQ)	0,95
11.	Tropepts	(IT)	1,0

No	USDA	Sub Order dan Kode	Faktor Kedalaman Tanah
12.	Alballs	(MW)	0,75
13.	Aqualls	(MQ)	0,9
14.	Rendolls	(MR)	0,9
15.	Udolls	(MD)	1,0
16.	Ustolls	(MU)	1,0
17.	Aquox	(OQ)	0,9
18.	Humox	(OH)	1,0
19.	Orthox	(OO)	0,9
20.	Ustox	(OU)	0,9
21.	Aquods	(SQ)	0,9
22.	Ferroids	(SI)	0,95
23.	Hummod	(SH)	1,0
24.	Aquults	(SO)	0,95
25.	Udults	(UD)	0,8
26.	Ustults	(UU)	0,8
27.	Uderts	(VD)	1,0
28.	Ustearts	(VU)	1,0

Sumber: Hardjowigeno, 2007

Dari analisa peta jenis tanah pada lokasi studi didapatkan jenis tanah adalah latosol (yang masuk dalam ordo inceptisol). Dengan diketahui ordo tanah adalah inceptisol maka sub ordo nya adalah **tropepts**. Dari tabel nilai faktor kedalaman tanah didapat nilai sub ordo tropepts adalah 1,0.

4.7.1.2. Kedalaman Efektif Tanah

Dari peta jenis tanah pada lokasi studi didapat jenis tanah latosol (yang masuk dalam ordo inceptisol). Incep (permulaan) adalah tanah yang belum matang (*immature*) yang perkembangan profil yang lebih lemah dibanding dengan tanah matang dan masih banyak menyerupai sifat bahan induknya.

Karakteristik tanah inceptisol adalah sebagai berikut

- Memiliki solum tanah agak tebal, yaitu 1-2 meter (di lokasi studi solum tanah bekisar 1 meter)
- Warnanya hitam atau kelabu sampai dengan coklat tua
- Teksturnya lempung berdebu, bahkan lempung

4.7.1.3. Bulk Density (Kerapatan Massa)

Kerapatan massa adalah bobot kering suatu isi tanah dalam keadaan utuh yang dinyatakan dalam g/cm^3 . Isi tanah terdiri dari isi bahan padatan dan isi ruangan diantaranya. Dan kerapatan

jenis tanah adalah massa (bobot) suatu unit yang hanya terdiri dari bagian padatan dan dinyatakan dalam gram per sentimeter kubik.

Metode penentuan *bulk density* yang paling sering dilakukan adalah dengan ring sampel atau dengan metode clod. Pada metode clod, gumpalan tanah dicelupkan kedalam cairan plastic kemudian ditimbang biasa (di udara) dan di dalam air untuk mengetahui berat volume dari clod tersebut.

Adapun rata-rata bobot isi pada jenis tanah dapat dilihat pada table 4.11 berikut ini:

Tabel 4.11 Penentuan Massa (bobot) Berdasarkan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Bobot Isi (gr/cm ³)
Padsolik merah kuning (Ultisol)	1,10 - 1,35
Regosol (Entisol)	1,07 - 1,48
Aluvial (Entisol/Inceptisol)	1,02 - 1,42
Grumusol (Vertisol)	0,98 - 1,37
Mediterranean (Alfisol/Inceptisol)	0,97 - 1,48
Latosol (Inceptisol)	0,93 - 1,11
Gley humus rendah (Gleisol)	0,90 - 0,22
Andosol (Inceptisol)	0,68 - 0,86
Organosol (Histosol)	0,14 - 0,21

Sumber: Yuliawan.blogspot.com, 2015

4.7.1.4. Perhitungan Erosi Yang Diperbolehkan (T)

$$T = \frac{Eq.D}{RL} \times Bd$$

$$T = \frac{1 \times 100 \text{ cm}}{400 \text{ tahun}} \times 0,93 \text{ gr/cm}^3$$

$$T = 23,25 \text{ ton/ha tahun}$$

4.7.2. Laju Erosi Lahan

Erosi dapat juga disebut pengikisan atau kelongsoran sesungguhnya merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan atau kekuatan air dan angin, baik yang berlangsung secara alamiah ataupun sebagai akibat tindakan atau perbuatan manusia (Kartasapoetra, 2000: 35). Terdapat lima faktor yang mempengaruhi besarnya laju erosi yaitu faktor iklim, faktor tanah, faktor topografi, faktor tanaman penutup tanah (vegetasi) dan faktor perlakuan manusia.

Faktor iklim dapat menentukan nilai indeks erosivitas hujan yang dapat menentukan besar kecilnya laju pengikisan dan dinyatakan sebagai faktor erodibilitas tanah. Faktor topografi menentukan laju air dipermukaan yang mampu mengangkut partikel-partikel tanah. Faktor vegetasi

memiliki sifat melindungi tanah dari timpaan-timpaan keras titik-titik curah hujan ke permukaannya. Sedangkan faktor kegiatan manusia selain dapat mempercepat terjadinya erosi karena perlakuannya yang negatif, dapat pula memegang peranan penting dalam usaha pencegahan erosi yaitu dengan perlakuan positifnya.

Untuk menghitung besarnya laju erosi dapat menggunakan formula yang dirumuskan oleh Wischmeier dan Smith (1978) berupa rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE) adalah sebagai berikut:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

dengan :

A = Laju erosi tanah (ton/ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan

K = Indeks erodibilitas tanah

L = Indeks panjang lereng

S = Indeks kemiringan lereng

C = Indeks penutupan vegetasi

P = Indeks pengolahan lahan atau tindakan konservasi tanah

4.7.2.1. Indeks Erosivitas Hujan (R)

Dari tabel perhitungan dengan menggunakan metode bone, didapatkan nilai R, sbb: Contoh perhitungan Januari tahun 2004:

$$R_m = 6,119 (Rainm)^{1,21} \times (Daysm)^{-0,47} \times (max Pm)^{0,5}$$

dengan:

R_m = Index erosi hujan bulanan (KJ/bln)

$Rainm$ = Curah hujan rata2 bulanan (cm)

$Daysm$ = jumlah hari hujan rata-rata dalam satu bulan

$max Pm$ = rata-rata curah hujan maksimum dalam bulan tersebut (cm)

$$\Rightarrow R_m = 6,119 (Rainm)^{1,21} \times (Daysm)^{-0,47} \times (max Pm)^{0,5}$$

$$R_m = 6,119 (2,93)^{1,21} \times (2,00)^{-0,47} \times (3,86)^{0,5} = 32,65 \text{ (kj/bln)}$$

$$\Rightarrow \sum R_m = 38649,6$$

$$\Rightarrow R = \sum R_m / \text{jmlah data}$$

$$R = 38649,6 / 10 = 3864,96 \text{ KJ/bln}$$

Tabel 4.12.hasil perhitungan nilai R untuk analisa erosi

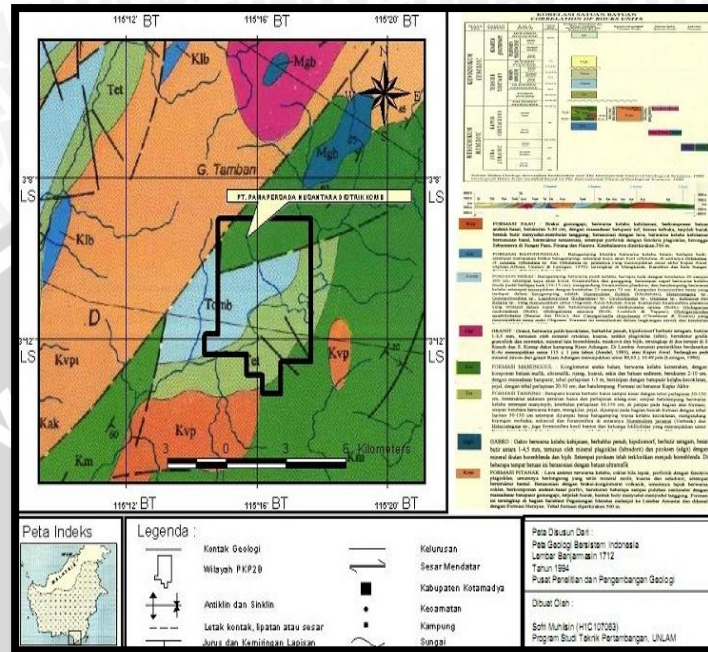
No	Tahun	Parameter	Satuan	Bulan												Rm
				Jan	Feb	Mar	Apr	may	Jun	Jul	aug	sep	oct	nov	dec	tahunan
1	2004	Rainmm	Mm	2.93	0.00	20.51	31.90	33.04	0.00	36.09	0.00	0.00	0.00	27.14	0.00	5301.92
		Daysmm	Hr	2.00	0.00	17.00	10.00	5.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00	
		Max Pmm	Mm	3.86	0.00	42.65	55.00	52.20	0.00	64.75	0.00	0.00	0.00	40.77	0.00	
		Rmm	KJ/bln	32.65	0.00	434.96	1089.57	1536.72	0.00	1530.92	0.00	0.00	0.00	677.08	0.00	
2	2005	Rainmm	Mm	10.59	13.27	28.14	2.83	13.27	19.43	8.42	21.71	5.50	2.64	13.25	14.63	4171.76
		Daysmm	Hr	17.00	16.00	6.00	23.00	16.00	7.00	6.00	7.00	4.00	19.00	2.00	19.00	
		Max Pmm	Mm	28.00	26.00	51.85	8.08	38.00	46.00	13.83	46.00	17.00	8.30	20.50	40.00	
		Rmm	KJ/bln	157.14	204.33	1156.36	14.47	248.96	645.28	135.06	738.24	108.89	14.73	483.04	265.23	
3	2006	Rainmm	Mm	13.45	9.45	8.33	11.76	22.68	16.15	2.00	1.33	44.00	3.00	12.57	21.76	7004.33
		Daysmm	Hr	20.00	22.00	18.00	17.00	14.00	22.00	1.00	3.00	2.00	1.00	15.00	19.00	
		Max Pmm	Mm	34.00	41.00	30.00	38.00	64.00	105.00	2.00	2.00	80.00	3.00	64.00	80.00	
		Rmm	KJ/bln	214.84	147.67	118.58	209.09	665.16	460.71	20.30	7.38	4189.64	40.94	315.13	614.90	
4	2007	Rainmm	Mm	12.01	14.94	12.70	16.06	18.28	10.31	17.06	6.13	8.42	15.27	13.88	9.33	3451.41
		Daysmm	Hr	19.00	26.00	24.00	24.00	15.00	21.00	9.00	8.00	6.00	11.00	21.00	24.00	
		Max Pmm	Mm	46.00	56.00	52.00	80.00	60.00	46.00	55.00	11.00	30.00	70.00	50.00	30.00	
		Rmm	KJ/bln	224.62	279.22	229.29	381.15	479.56	178.07	536.93	71.21	202.00	484.23	266.58	118.53	
5	2008	Rainmm	Mm	8.93	12.87	12.90	10.59	9.88	8.05	8.12	5.23	15.08	10.95	10.25	16.42	2423.08
		Daysmm	Hr	23.00	20.00	15.00	17.00	10.00	10.00	14.00	15.00	12.00	15.00	20.00	25.00	
		Max Pmm	Mm	35.00	70.00	33.00	34.00	25.00	31.00	30.00	19.00	50.00	50.00	30.00	56.00	
		Rmm	KJ/bln	124.44	296.37	230.49	173.72	175.09	152.83	129.47	58.06	384.23	234.54	144.90	318.95	
6	2009	Rainmm	Mm	21.42	15.13	8.43	13.25	7.01	23.92	4.50	0.25	10.33	14.73	18.31	9.28	2937.59
		Daysmm	Hr	24.00	16.00	23.00	18.00	20.00	24.00	7.00	1.00	3.00	6.00	21.00	18.00	
		Max Pmm	Mm	53.00	40.00	33.00	89.00	47.00	25.50	15.00	0.25	16.00	43.00	40.00	30.00	
		Rmm	KJ/bln	435.81	299.52	112.56	365.80	115.56	340.48	61.38	0.56	259.36	479.61	331.84	135.12	
7	2010	Rainmm	Mm	0.00	0.00	26.91	0.00	15.77	0.00	0.00	17.38	15.03	10.51	16.84	17.72	3432.16
		Daysmm	Hr	0.00	0.00	11.00	0.00	18.00	0.00	0.00	11.00	17.00	28.00	16.00	22.00	
		Max Pmm	Mm	0.00	0.00	67.00	0.00	66.50	0.00	0.00	97.20	47.00	72.00	66.00	90.00	
		Rmm	KJ/bln	0.00	0.00	939.28	0.00	388.15	0.00	0.00	671.68	314.08	200.78	442.67	475.52	

8	2011	Rainm	Mm	17.16	15.24	10.21	13.71	16.46	6.13	10.60	0.00	12.97	10.50	11.40	15.86	3043.56	
		Daysm	Hr	22.00	21.00	31.00	25.00	13.00	8.00	4.00	0.00	7.00	14.00	19.00	29.00		
		Max Pm	Mm	60.00	70.00	60.00	74.00	58.00	25.00	14.00	0.00	40.00	46.00	45.00	56.00		
		Rm	KJ/bln	370.47	355.42	168.00	296.34	444.20	109.13	217.73	0.00	368.04	220.64	208.49	285.10		
9	2012	Rainm	Mm	8.13	9.88	12.84	13.53	13.00	17.27	8.83	2.53	23.00	8.90	15.11	21.54	4721.06	
		Daysm	Hr	12.00	21.00	21.00	23.00	8.00	11.00	12.00	3.00	2.00	7.00	12.00	21.00		
		Max Pm	Mm	37.00	33.50	83.00	87.00	35.00	108.80	36.00	3.00	36.50	22.00	50.00	125.00		
		Rm	KJ/bln	155.61	143.36	315.75	329.98	323.07	706.83	169.33	19.82	1270.79	170.97	385.00	730.53		
10	2013	Rainm	Mm	11.23	12.07	9.53	7.15	14.05	7.21	5.33	10.64	5.32	2.70	15.88	10.20	2162.72	
		Daysm	Hr	30.00	24.00	9.00	12.00	5.00	12.00	18.00	10.00	10.00	5.00	23.00	25.00		
		Max Pm	Mm	59.00	54.00	21.00	42.00	21.50	35.00	19.00	28.00	17.00	6.50	91.00	79.00		
		Rm	KJ/bln	189.81	219.80	160.99	142.12	344.29	130.63	54.42	203.14	67.74	25.12	410.15	214.50		
																Jumlah	38649.6
																R	3864.96

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7.2.2. Indeks Erodibilitas Tanah (K)

Dari analisa peta jenis tanah pada lokasi pekerjaan didapatkan jenis tanah adalah Latosol (inceptisol).



Gambar 4.1. Peta jenis tanah

Dari tabel faktor erodibilitas tanah, jenis tanah latosol (inceptisol) memiliki faktor K = 0,02

Tabel 4.13. Faktor erodibilitas

No	Jenis Tanah	Faktor K
1	Latosol (Inceptisol, Oxic Subgroup) Darmaga, bahan induk vulkanik	0,02
2	Mediteran Merah Kuning (Alfisol) Cicalengka, bahan induk vulkanik	0,05
3	Mediteran (Alfisol) Wonosari, bahan induk breksi dan batuan liat	0,21
4	Padosolik Merah Kuning (Ultisol) Jonggol, bahan induk batuan liat	0,15
5	Regosol (Inceptisol) Sentolo, bahan induk batuan liat	0,11
6	Grumosol (Vertisol) Blitar, bahan induk serpih (shale)	0,24

Sumber: Hardjowigeno, 2003

4.7.2.3.Faktor Lereng (LS)

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa bentuk lahan, dalam hal ini kemiringan lahan mempengaruhi erosi karena pengaruhnya lewat energi. Sifat lereng yang mempengaruhi energi penyebab erosi adalah kemiringan (*slope*), panjang lereng dan bentuk lereng. Faktor LS dapat pula ditentukan dengan menggunakan tabel berikut ini:

Tabel 4.14. Penilaian Indeks Kemiringan Lereng (LS)

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng	Faktor LS
I	0 – 8%	0,40
II	8 – 15%	1,40
III	15 – 25%	3,10
IV	25 – 40%	6,80
V	>40%	9,50

Sumber: Departemen Kehutanan

Data dari karakteristik daerah kabupaten Banjarbaru didapatkan data kemiringan lahan sebesar 0 – 2 % dari tabel pembagian kelas didapatkan LS sebesar 0,4

4.7.2.4. Pengaruh Jenis Tanaman (C)

Nilai faktor C dipengaruhi oleh banyak parameter yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok yaitu faktor alami dan parameter yang dipengaruhi oleh sistem pengolaannya.

Tabel 4.15. Nilai Faktor C Beberapa Tanaman di Indonesia

No	Penggunaan Lahan / Tanaman	Nilai Faktor C
1	Tanah kosong, tanpa diusahakan	1,000
2	Sawah Irigasi	0,010
3	Sawah tadah hujan	0,050
4	Tegalan tanpa tanaman khusus	0,700
5	Singkong	0,800
6	Kacang buncis	0,600
7	Kentang	0,400
8	Padi	0,500
9	Tebu	0,200
10	Pisang	0,600
11	Kopi dengan penutup lahan	0,200
12	Rempah-rempah (cabe, jahe)	0,900
13	Kebun campuran dengan macam-macam penutup tanah	
	> Kerapatan tinggi	0,100
	> Kerapatan sedang	0,300
	> Kerapatan rendah	0,500

No	Penggunaan Lahan / Tanaman	Nilai Faktor C
14	Perkebunan dengan penutup tanah sedikit	
	> Karet	0,800
	> Tehh	0,500
	> Kelapa sawit	0,500
15	Hutan alami dengan pertumbuhan yang baik	
	> banyak seresah/ rerumputan	0,001
	> sedikit seresah/ rerumputan	0,005
16	Hutan Produksi	
	> memotong dengan merobohkan	0,500
	> tebang pilih	0,200
17	kolam Ikan	0,001
18	Semak Belukar	0,300

Sumber : Hammer, 1980 dalam Utomo (1994:151)

Dari data pemanfaatan ruang, tampak penggunaan lahan pada lokasi studi adalah tanah kosong tanpa diusahakan sehingga memiliki $C = 1$.

4.7.2.5. Penentuan Faktor P

Pengendalian erosi pada jangka 2014 – 2017 tidak dilakukan, sehingga faktor $P = 1$. Yang dapat diartikan bahwa bentuk konservasinya adalah tanpa tindakan konservasi.

Tabel 4.16. Nilai P pada Beberapa Teknik Konservasi Tanah

No	Bentuk Konservasi	Nilai P
1	Teras Bangku:	
	> Konstruksi baik	0,04
	> Konstruksi sedang	0,15
	> Konstruksi kurang baik	0,35
	> Teras tradisional baik	0,40
2	Strip tanaman rumput (padang rumput)	0,40
3	Pengelolaan tanah dan penanaman menurut garis kontur	
	> Kemiringan 0-8%	0,50
	> Kemiringan 9-20%	0,75
	> Kemiringan lebih 20%	0,90
4	Tanpa tindakan konservasi	1,00

Sumber : Hamer, (1980) dalam Utomo (1994:151)

4.7.3. Perhitungan Laju Erosi

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

$$A = 3864,96 \times 0,02 \times 0,4 \times 1,00 \times 1,00$$

$$= 30,9197 \text{ ton/ha/th}$$

4.7.4. Perhitungan Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan dengan membandingkan erosi actual (A) dengan erosi yang diperbolehkan (T) dengan rumus (Hammer, 1981):

$$\begin{aligned} TBE &= \frac{A}{T} \\ &= \frac{30,92}{23,25} \\ &= 1,33 \end{aligned}$$

Adapun kriteria tingkat bahaya erosi dapat dilihat pada tabel 4.17 sebagai berikut:

Tabel 4.17. Kriteria Tingkat Bahaya Erosi

Nilai	Kriteria/Rating TBE
< 1,0	Rendah
1,10 – 4,0	Sedang
4,01 – 10,0	Tinggi
> 10,01	Sangat Tinggi

Sumber: Hammer, 1981

Jadi dari perhitungan tingkat bahaya erosi (TBE) didapat nilai 1,33. Dan dari tabel kriteria tingkat bahaya erosi (TBE) daerah lokasi studi termasuk dalam kriteria tingkat bahaya erosi (TBE) yang **sedang**.

4.8. Analisis Sedimen

Sedimentasi yaitu pengendapan-pengendapan butir tanah yang telah dihanyutkan atau tersangkut pada tempat-tempat yang lebih rendah dan sungai-sungai atau waduk. Pendugaan besar sedimen dengan menghitung *Sediment Delivery Ratio* (SDR).

Sediment Delivery Ratio (SDR) adalah perbandingan antara sedimen yang dihasilkan dengan erosi lahan atau dengan kata lain bahwa tanah yang tererosi tidak semuanya masuk ke sungai dan menjadi angkutan sedimen. Besarnya *sediment delivery ratio* (SDR) dalam perhitungan-perhitungan erosi atau hasil sedimen untuk suatu daerah aliran sungai umumnya ditentukan dengan menggunakan grafik hubungan luas DAS dan besarnya SDR seperti dikemukakan oleh Roehl (1962) dalam Asdak C. (2007). Hubungan luas DAS dan besarnya SDR dapat dilihat pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Hubungan Luas DAS dengan *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Luas		SDR
Km ² (X)	Ha (Y)	
0,10	10	0,520
0,50	50	0,390
1,00	100	0,350
5,00	500	0,250
10,00	1000	0,220
50,00	5000	0,153
100,00	10000	0,127
500,00	50000	0,079

Sumber: Asdak, 2007

Untuk menghitung *sediment delivery ratio* (SDR) pada lokasi studi dilakukan cara interpolasi

4.8.1. Perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR)

Dari data tabel 4.18 dapat didapat nilai *sediment delivery ratio* (SDR) dengan cara interpolasi dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{SDR} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \times (X - X_1) + Y_1$$

dengan:

X1 = Luas lahan (DAS) 1 yang diketahui (dilihat pada tabel 4.18)

X2 = Luas lahan (DAS) 2 yang diketahui (dilihat pada tabel 4.18)

Y1 = SDR 1 yang diketahui (dilihat pada tabel 4.18)

Y2 = SDR 2 yang diketahui (dilihat pada tabel 4.18)

X = Luas lahan (DAS) lokasi studi

4.8.1.1. Perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) pada saluran I

Diketahui:

X1 = 10 ha

X2 = 50 ha

Y1 = 0,520

Y2 = 0,390

X = 31,7 ha = 0,317 km²

$$\text{SDR} = \frac{0,390 - 0,520}{50 - 10} \times (31,7 - 10) + 0,520$$

$$= \frac{-0,13}{40} \times (21,7) + 0,520$$

$$= -0,0705 + 0,520$$

$$= 0,449$$

Erosi Aktual = Luas lahan x Faktor jenis tanaman x Faktor P x Laju erosi

$$= 31,7 \text{ ha} \times 1 \times 1 \times 30,92 \text{ ton/ha/th}$$

$$= 980,153 \text{ ton/th}$$

Sedimen Potensial = Erosi aktual x SDR

$$= 980,153 \times 0,449 = 440,08888 \text{ ton/th}$$

$$= 440,09 \times 1000 = 440088,88 \text{ kg/th}$$

$$= 440088,88 / 2082 = 211,38 \text{ m}^3/\text{th}$$

Vol. Sedimen = $211,38 / 365 = 0,579 \text{ m}^3$

4.8.1.2. Perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) pada saluran II

Diketahui:

X1 = 50 ha

X2 = 100 ha

Y1 = 0,390

Y2 = 0,350

X = 61,15 ha = 0,6115 km²

$$\text{SDR} = \frac{0,350 - 0,390}{100 - 50} \times (61,15 - 50) + 0,390$$

$$= \frac{-0,04}{50} \times (11,15) + 0,390$$

$$= -0,0089 + 0,39$$

$$= 0,381$$

Erosi Aktual = Luas lahan x Faktor jenis tanaman x Faktor P x Laju erosi

$$= 61,15 \text{ ha} \times 1 \times 1 \times 30,92 \text{ ton/ha/th}$$

$$= 1890,738 \text{ ton/th}$$

Sedimen Potensial = Erosi aktual x SDR

$$= 1890,738 \times 0,381 = 720,37102 \text{ ton/th}$$

$$= 720,37102 \times 1000 = 720371,02 \text{ kg/th}$$

$$= 720371,02/2082 = 346,00 \text{ m}^3/\text{th}$$

$$\text{Vol. Sedimen} = 346,00/365 = 0,948 \text{ m}^3$$

4.8.1.3. Perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) pada saluran III

Diketahui:

$$X1 = 10 \text{ ha}$$

$$X2 = 50 \text{ ha}$$

$$Y1 = 0,520$$

$$Y2 = 0,390$$

$$X = 17,82 \text{ ha} = 0,1782 \text{ km}^2$$

$$\text{SDR} = \frac{0,390 - 0,520}{50 - 10} \times (17,82 - 10) + 0,520$$

$$= \frac{-0,13}{40} \times (7,82) + 0,520$$

$$= -0,0254 + 0,520$$

$$= 0,495$$

$$\begin{aligned} \text{Erosi Aktual} &= \text{Luas lahan} \times \text{Faktor jenis tanaman} \times \text{Faktor P} \times \text{Laju erosi} \\ &= 17,82 \text{ ha} \times 1 \times 1 \times 30,92 \text{ ton/ha/th} \\ &= 550,9884 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sedimen Potensial} &= \text{Erosi aktual} \times \text{SDR} \\ &= 550,9884 \times 0,495 = 272,73928 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sedimen potensial} &= 272,73928 \times 1000 = 272739,28 \text{ kg/th} \\ &= 272739,28/2082 = 131,00 \text{ m}^3/\text{th} \end{aligned}$$

$$\text{Vol. Sedimen} = 131,00/365 = 0,359 \text{ m}^3$$

4.8.1.4. Perhitungan *Sediment Delivery Ratio* (SDR) pada saluran IV

Diketahui:

$$X1 = 10 \text{ ha}$$

$$X2 = 50 \text{ ha}$$

$$Y1 = 0,520$$

$$Y2 = 0,390$$

$$X = 20,00 \text{ ha} = 0,200 \text{ km}^2$$

$$\text{SDR} = \frac{0,390 - 0,520}{50 - 10} \times (20,00 - 10) + 0,520$$

$$= \frac{-0,13}{40} \times (10) + 0,520$$

$$= -0,0325 + 0,520$$

$$= 0,488$$

Erosi Aktual = Luas lahan x Faktor jenis tanaman x Faktor P x Laju erosi

$$= 20,00 \text{ ha} \times 1 \times 1 \times 30,92 \text{ ton/ha/th}$$

$$= 550,9884 \text{ ton/th}$$

Sedimen Potensial = Erosi aktual x SDR

$$= 618,3933 \times 0,488 = 301,77594 \text{ ton/th}$$

$$= 301,77594 \times 1000 = 301775,94 \text{ kg/th}$$

$$= 301775,94 / 2082 = 144,95 \text{ m}^3/\text{th}$$

Vol. Sedimen = $144,95 / 365 = 0,397 \text{ m}^3$

- Vol.total sedimen yang masuk ke *sump* = Vol.total sedimen Sal.1+ Vol.total sedimen Sal.2+Vol.total sedimen Sal.3+ Vol.total sedimen Sal.4

$$= 0,579 + 0,948 + 0,359 + 0,397$$

$$= 2,283 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4.9. Perhitungan Dimensi Sump

➤ Diketahui

Usia guna sump	= 2 tahun
Intensitas Hujan Rencana(I)	= 3,46 (dari perhitungan Intensitas Hujan)
Durasi hujan	=24 jam
Catchment Area (A)	= 157 Ha= 1,57 Km ²
Koefisien limpasan (C)	= 0,35 (dari tabel nilai koefisien limpasan lapangan rumput tanah keras kemiringan >7%)
Qinflow	= Qsal.1+Qsal.2+Qsal.3+Qsal.4 = 0,107 m ³ /dt + 0,206 m ³ /dt+0,060 m ³ /dt+0,067 m ³ /dt = 0,4406m ³ /dt = 1586,228 m ³ /hr
Air tanah	= 432,00 m ³ /hari (data didapat dari mine plan pama)
Qtotal	=(air tanah+Qinflow) =(432,00 + 1586,228) = 2018,228 m ³ /hari
Vol. Sedimen	= Vol.total sedimen Sal.1+Vol.total sedimen Sal.2+ Vol.total sedimen Sal.3+Vol.total sedimen Sal.4 = 0,579 + 0,948+ 0,359 + 0,397 = 2,283 m ³ /hari
Vol. air masuk tambang	= Qtotal + Vol. sedimen =2018,228+ 2,283 =2020,511 m ³
Maka dimensi sump yang direncanakanadalah:	
Vol. air masuk tambang	= 2020,511m ³
Lebar	= 15 m
Kedalaman air	= 3 m
Vtotal air	= P x L x (t + 1/3t)
2023,755	= P x 15 x (3 + 1/3.3)

$$2023,755 = P \times 60$$

$$P = 2023,755/60$$

$$P = 34 \text{ m}$$

Dimensi desain yang memenuhi volume total *sump* adalah:

$$\text{Lebar} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 34 \text{ m}$$

$$h = 3 \text{ m}$$

$$H_{\text{sump}} = h + 1/3 h$$

$$= 3 + 1 = 4,0 \text{ m}$$

$$\text{Volume sump} = L \times P \times H_{\text{sump}}$$

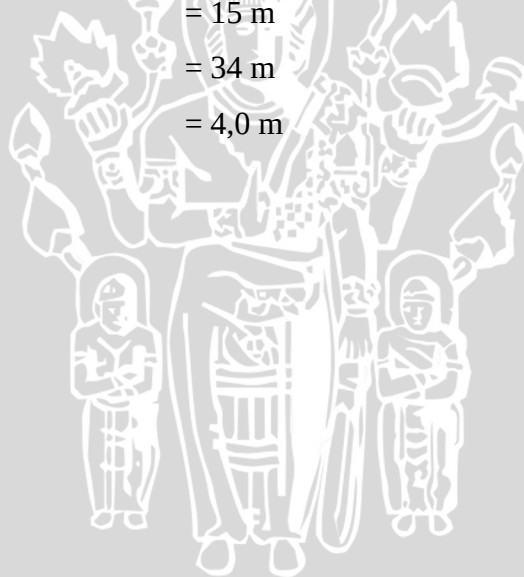
$$= 15 \times 34 \times 4 = 2040 \text{ m}^3$$

Jadi dengan kapasitas *sump* 2040 m^3 maka dimensi yang aman yang dipakai adalah

$$\text{Lebar} = 15 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 34 \text{ m}$$

$$H = 4,0 \text{ m}$$



4.10. Menentukan jenis pipa yang sesuai

Diketahui:

Panjang pipa = 200 m

Diameter pipa = 12 inch dengan PN. 16

Elevasi inlet = 80

Elevasi outlet = 160

Dari tabel MFV420E 12 inch maka di dapat data sebagai berikut:

Tabel 4.19. Data hasil perhitungan menggunakan pipa MFV420E

Q (l/dt)	V (m/dt)	Head Loss (m/100m)	Hd (m)	Hs (m)	Ht (m)
0	0	0	0	80	80.00
100	2.01	1.11	2.22	80	82.22
150	3.01	2.35	4.70	80	84.70
200	4.02	4.01	8.01	80	88.01
250	5.02	6.06	12.11	80	92.11
300	6.02	8.49	16.98	80	96.98
350	7.03	11.29	22.59	80	102.59
400	8.03	14.46	28.92	80	108.92

Sumber: Hasil perhitungan

Contoh perhitungan dengan Q = 100 l/s

V didapat dari hubungan antara diameter pipa ($\varnothing$) = 12 inch dan nominal pressure = 16 (dapat dilihat pada tabel 4.21).

Head Loss didapat dari hubungan antara diameter pipa ($\varnothing$) = 12 inch dan nominal pressure = 16 (dapat dilihat pada tabel 4.21).

Hd = Panjang pipa/100 x Head Loss

$$= (200/100) \times 1,11$$

$$= 2,22 \text{ m}$$

Hs = El. Outlet – El. Inlet

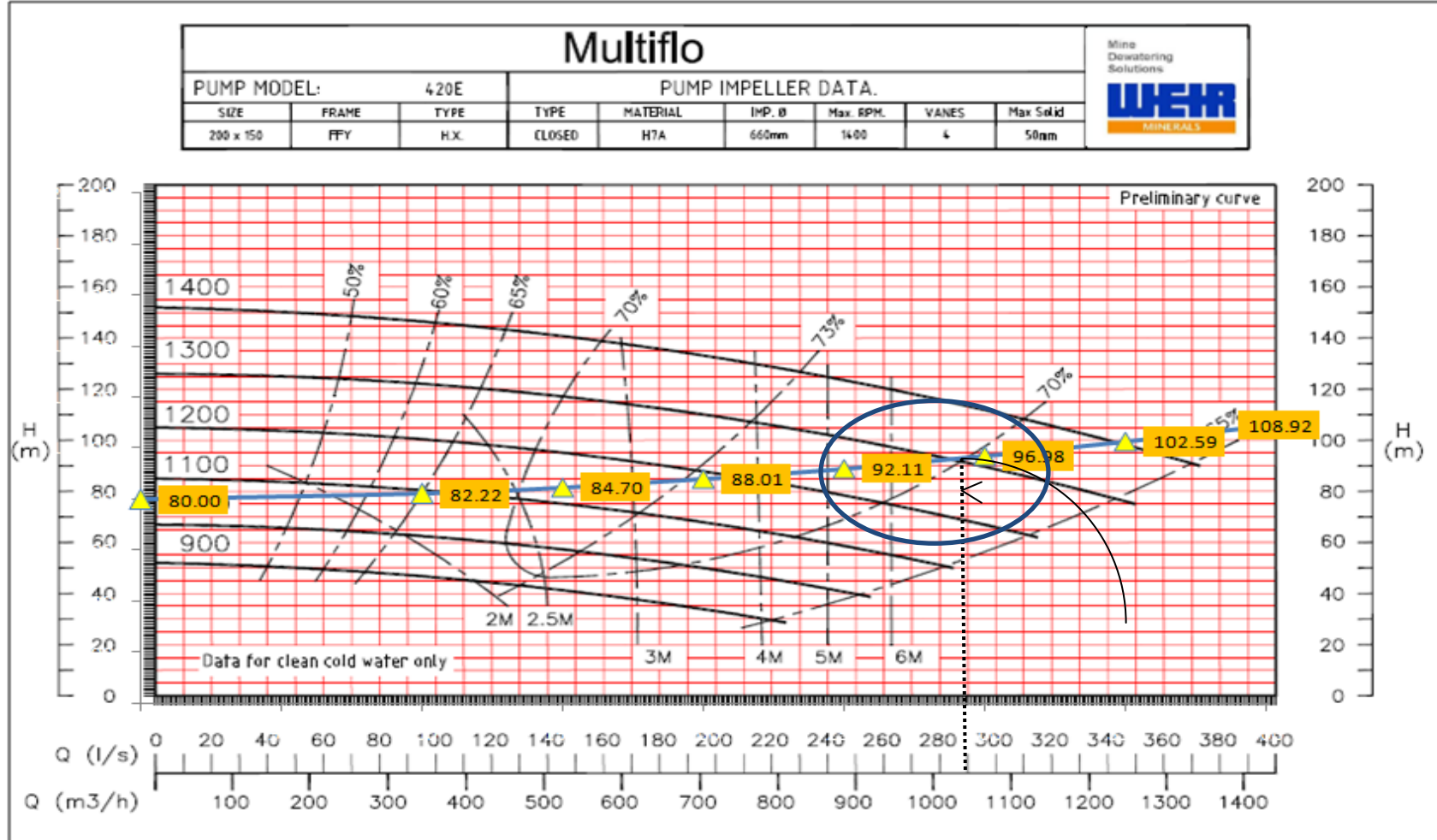
$$= 160 - 80 = 80 \text{ m}$$

Ht = Hs – Hd

$$= 80 - 2,22 = 77,78$$

Dari perhitungan diatas, Ht di plot dalam sebuah grafik seperti dibawah ini:

MULTIFLO 420 PERFORMANCE CURVE



Gambar 4.2. Grafik untuk Mengetahui Debit Pompa

Dari grafik diatas debit yang dihasilkan pompa 290 l/dt atau 1044 m³/hr, efisiensi 70%, RPM 1300

4.11. Simulasi Cara Kerja Pompa

➤ Contoh perhitungan

Dengan diketahui kapasitas *sump* 2040 m³

Panjang *sump* = 34 m

Lebar *sump* = 15 m

Tinggi *sump* = 4,0 m

Jumlah pompa = 1

Qmasuk pompa = 1044 m³/jam (dilihat pada gambar 4.9 halaman 79)

Vol. air masuk tambang = 2020,511 m³ (dari perhitungan pada halaman 76)

Jam kerja pompa = V.air masuk tambang / Qmasuk pompa

$$= 2020,511 / 1044 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 2 \text{ jam /hari}$$

Volume air yang dipompakan = Jam kerja x jmlh pompa x Qpompa

$$= 2 \text{ jam} \times 1 \times 1044 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 2020,511 \text{ m}^3$$

Sisa Vol. di *sump* = kapasitas *sump* – Vol. air yg dipompa

$$= 2040 - 2020,511$$

$$= 19,49 \text{ m}^3$$

Tabel 4.20 Perhitungan Simulasi Pompa

Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas Sump(m ²)
34,0	15,0	4,0	2040

Catchment Are (Km ²)	Air Tanah (m ³ /hari)	Qinflow (m ³ /hari)	Volume sedimen (m ³)	Volume air yang masuk tambang (m ³)
1.57	432	1586.23	2,283	2020,511

Pompa

Jenis Pompa	Jam Kerja Pompa (jam/hari)	Jumlah Pompa	Qpompa (m ³ /jam)
MVP 420	2	1	1044

Volume air yang masuk tambang (m ³)	Volume air yang dipompakan (m ³)	Sisa Volume di Sump (m ³)
2020,511	2020,511	16,24

Sumber: Hasil perhitungan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

