

BAB IV

PROSEDUR DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Untuk menunjang penelitian terdapat beberapa data yang harus di ambil, dimana data yang dikumpulkan berupa data curah hujan tahun 2013-2017, peta topografi, data pompa MFC 390 dan data *literatur* penunjang penelitian.

- Data curah hujan

Data curah hujan dibutuhkan untuk perhitungan curah hujan rencana yang akan terjadi. Data yang diambil adalah data curah hujan selama 5 tahun, yaitu tahun 2013-2017. Data ini diambil dari Badan *Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika* untuk daerah Bogor.

- Peta Topografi

Peta Topografi dapat digunakan untuk menentukan seberapa besar *catchment area* yang dapat mengalirkan air menuju ke *sump*, penentuan posisi serta elevasi *sump*, menghitung kemiringan lereng, menentukan arah aliran air.

- Data Pompa MFC 390

Pompa yang direkomendasikan yaitu Pompa MFC 390 yang memiliki debit teoritis maksimal $0,19 \text{ m}^3/\text{s}$ dan *head* 120 m.

4.2 Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data yang di butuhkan dalam penelitian ini, maka selanjutnya dilakukan pengolahan terhadap data tersebut.

Debit air limpasan (Q) adalah volume air hujan per satuan waktu yang tidak mengalami *infiltrasi* sehingga harus dialirkan melalui saluran *drainase*. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam debit air limpasan terdiri dari tiga faktor yaitu *intensitas* curah hujan (I), *catchment area* (A), dan *koefisien* limpasan (C).

4.2.1 Intensitas Curah Hujan (I)

A. Penentuan Nilai Intensitas Curah Hujan

Penentuan nilai intensitas curah hujan periode 2013-2017 diperlukan nilai rata-rata curah hujan bulanan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung rata-rata curah hujan bulanan adalah:

$$\text{Rata-rata curah hujan bulanan} = \frac{\text{Curah Hujan Bulanan}}{\text{Hari Hujan}}$$

Berikut contoh perhitungan rata-rata curah hujan bulanan untuk bulan Januari tahun 2013.

$$\text{Curah Hujan Januari 2013} = \frac{373 \text{ mm}}{25 \text{ hari}} = 14,9 \text{ mm/hari}$$

Tabel 4.1
Data rata-rata curah hujan bulanan Tahun 2013-2017

Curah Hujan (mm/hari)													
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	max
2013	14,9	9,1	10,6	10,0	10,9	2,9	20,0	7,2	20,8	13,7	9,7	12,4	20,8
2014	13,5	5,6	6,3	6,5	8,4	1,9	8,4	19,1	9,7	14,9	6,7	15,9	19,1
2015	8,1	19,2	15,6	9,8	6,7	3,1	0,1	3,9	13,2	15,9	37,2	21,5	37,2
2016	6,6	15,0	28,1	18,2	13,7	15,0	30,3	8,8	12,0	13,1	9,9	4,4	30,3
2017	11,3	16,7	11,2	13,9	15,1	12,7	8,2	1,8	35,9	19,3	18,7	33,1	35,9
rata-rata	10,9	13,1	14,3	11,7	11,0	7,1	13,4	8,2	18,3	15,4	16,4	17,5	
max	14,9	19,2	28,1	18,2	15,1	15,0	30,3	19,1	35,9	19,3	37,2	33,1	

Sumber : BMKG Bogor

a. Penentuan *Dispersi*

Untuk penentuan *dispersi* diperlukan perhitungan standard *deviasi* (Sx), koefisien *skewness*(Cs), pengukuran *kurtosis*(Ck), pengukuran *variasi* (Cv). Contoh perhitungan nilai *dispersi* dengan perhitungan parameter

statistik yang menggunakan data curah hujan bulanan periode 2013-2017

yaitu sebagai berikut :

1. Standar *deviasi* (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3.435,96}{60 - 1}} = 7,63$$

Koefisien *Variasi* (C_v)

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{x}}$$

$$= \frac{7,63}{14,11} = 0,54$$

2. Koefisien *Skewness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \cdot (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S_x^3}$$

$$= \frac{(60 \cdot 27.428,63)}{(60-1) \cdot (60-2) \cdot (7,63)^3} = 1,09$$

3. Pengukuran *Kurtosis* (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \cdot (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot (n-3) \cdot S_x^4}$$

$$= \frac{(60)^2 \cdot 838.797,89}{(60-1) \cdot (60-2) \cdot (60-3) \cdot (7,63)^4} = 4,56$$

Berikut ini merupakan hasil dari penentuan *dispersi* dengan menggunakan perhitungan *statistik* dan *logaritma*.

Tabel 4.2
Hasil Penentuan *Dispersi*

No	<i>Dispersi</i>	Hasil <i>Dispersi</i>	
		Parameter <i>Statistik</i>	Parameter <i>Logaritma</i>
1	S_x	7,63	0,317
2	C_v	0,54	0,29
3	C_s	1,08	-2,35
4	C_k	4,56	12,70

b. Penentuan Jenis Sebaran data

Berdasarkan hasil pengukuran nilai dispersi sebelumnya maka nilai tersebut dibandingkan dengan nilai *dispersi* persyaratan pada tiap *distribusi* sehingga didapat jenis *distribusi* yang mendekati persyaratan. Berikut ini merupakan table hasil perhitungan dan syarat *dispersi* pada tiap *distribusi*.

Tabel 4.3
Syarat *Dispersi* pada Setiap *Distribusi*

No	Metode	Syarat	Hasil	Keterangan
1	Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 0,721$	Kurang Memenuhi
		$Ck \sim 3$	$Ck = 3,113$	
2	Log Normal	$Cv \sim 0,06$	$Cv = 0,217$	Kurang Memenuhi
		$Cs \sim 3Cv + Cv^2 = 0,636$	$Cs = -0,379$	
3	E.J. Gumbel	$Cs \leq 1,14$	$Cs = 0,501$	Memenuhi
		$Ck \leq 5,40$	$Ck = 3,93$	
4	Log Pearson III	$Cs \neq 0$	$Cv = -0,379$	Kurang Memenuhi
		$Cv \sim 0,3$	$Cs = 0,217$	

Dari perhitungan di atas yang paling mendekati adalah distribusi E.J. Gumbel seperti yang terdapat dalam Tabel 4.3.

B. Perhitungan Curah Hujan Rencana Harian

Berdasarkan hasil *dispersi* di atas, maka perhitungan curah hujan rencana harian menggunakan distribusi E.J. Gumbel. Hasil dari perhitungan Metode Gumbel akan diperoleh nilai rata-rata curah hujan maksimal per hari pada setiap tahunnya. Maka standar *deviasi* (S) dapat dihitung seperti pada di bawah ini:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum (49,43 \text{ mm/hari})^2}{(5-1)}} = 3,52 \text{ mm/hari}$$

Untuk mencari koreksi rata-rata (Y_n) maka memerlukan data jumlah data (n) dan nomor urut data (m). Berikut adalah contoh perhitungan untuk menghitung koreksi rata-rata pada bulan januari tahun 2013:

$$Y_n = -\ln \left[-\ln \left[\frac{n+1-m}{n+1} \right] \right]$$

$$= -\ln \left[-\ln \left[\frac{5+1-1}{5+1} \right] \right] = 1,70$$

Setelah mendapatkan nilai koreksi rata-rata (Y_n), selanjutnya dapat memperoleh nilai koreksi simpangan (S_n). Berikut adalah contoh perhitungan dari koreksi simpangan adalah:

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum Y_n - Y_N}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{3,14}{(5-1)}} = 0,66$$

Tabel 4.4
Hasil dari Perhitungan Standar Deviasi (s), Koreksi Rata-rata (YN), Koreksi Simpangan (Sn) Bulan Januari

No	Tahun	Bulan	Xi	(Xi - Xr)	(Xi - Xr) ²	n	M	Yn	(Yn - Yn rata-rata)	(Yn-Yn rata-rata) ²	S	Sn
1	2013	JANUARI	14,92	4,04	16,287	5	1	1,70	1,2432	1,546	3,52	0,66
2	2014	JANUARI	13,50	2,62	6,842		2	0,90	0,4439	0,197		
3	2015	JANUARI	8,10	-2,79	7,770		4	-0,09	-0,5528	0,306		
4	2016	JANUARI	6,60	-4,28	18,355		5	-0,58	-1,0420	1,086		
5	2017	JANUARI	11,30	0,42	0,177		3	0,37	-0,0923	0,009		
Σ			54,42		49,431			2,294		3,142		
RATA -RATA (Xr)			10,88		9,886			0,459		0,62850		
MAX			14,92		18,35			1,702		1,55		
STDEV			3,51535	3,51535	7,428195							

Tabel 4.5
Hasil dari Perhitungan Standar Deviasi (s), Koreksi Rata-rata (YN), Koreksi Simpangan (Sn) Bulan Februari

No	Tahun	Bulan	Xi	(Xi - Xr)	(Xi - Xr) ²	n	M	Yn	(Yn - Yn rata-rata)	(Yn-Yn rata-rata) ²	S	Sn
1	2013	FEBUARI	9,09	-4,03	16,209	5	4	-0,09	-0,5528	0,306	5,62	0,66
2	2014	FEBUARI	5,61	-7,51	56,357		5	-0,58	-1,0420	1,086		
3	2015	FEBUARI	19,22	6,11	37,307		1	1,70	1,2432	1,546		
4	2016	FEBUARI	14,95	1,84	3,370		3	0,37	-0,0923	0,009		
5	2017	FEBUARI	16,70	3,59	12,884		2	0,90	0,4439	0,197		
Σ			65,57		126,127			2,294		3,142		
RATA -RATA (Xr)			13,11		25,225			0,459		0,62850		
MAX			19,22		56,36			1,702		1,55		
STDEV			5,61531	5,61531	21,36821							

Nilai koreksi varian (Y_t) dipengaruhi oleh periode ulang hujan. Berikut adalah contoh perhitungan untuk menghitung koreksi *varian* pada periode ulang hujan 20 tahun:

$$Y_t = -\ln\left[-\ln\left[\frac{T-1}{T}\right]\right]$$

$$= -\ln\left[-\ln\left[\frac{5-1}{5}\right]\right] = 2,504$$

Periode ulang hujan rencana adalah untuk mengetahui pengulangan nilai hujan pada tahun tertentu dengan *intensitas* yang *relatif* hampir sama. Berikut adalah contoh perhitungan untuk menghitung curah hujan rencana pada periode ulang hujan 10 tahun:

$$CHR = 10,88 \text{ mm/hari} + 3,52 \left(\frac{2,504 - 0,459}{0,66}\right) = 20,48 \text{ mm/hari}$$

Tabel 4.6
Perhitungan Nilai Curah Hujan Rencana (CHR) Bulan Januari

Periode Ulang Hujan (Tahun)	Y_t	CHR
2	0,3665	10,39
3	0,9027	13,26
4	1,2459	15,10
5	1,4999	16,46
10	2,2504	20,48
25	3,1985	25,55

Tabel 4.7
Perhitungan Nilai Curah Hujan Rencana (CHR) Bulan Februari

Periode Ulang Hujan (Tahun)	Y_t	CHR
2	0,3665	12,33
3	0,9027	16,91
4	1,2459	19,85
5	1,4999	22,02
10	2,2504	28,43
25	3,1985	36,54

C. Perhitungan *Intensitas* Curah Hujan Menggunakan Rumus *Mononobe* (i)

Rumus *Mononobe* yaitu untuk menghitung *intensitas* curah hujan harian dalam satuan jam. Pada perhitungan *intensitas* curah hujan ini data yang digunakan untuk pengulangan *intensitas* hujan untuk 10 tahun dikarenakan faktor umur dan kemajuan *sump* dengan durasi waktu hujan (T) daerah tersebut. Durasi curah hujan (T) terendah pada area *Pit* adalah 1 jam, sehingga dengan menggunakan jam hujan tersebut dapat menghasilkan *intensitas* curah hujan yang besar yang dianggap sebagai keadaan terburuk saat hujan turun. Penentuan *intensitas* curah hujan di PT Batu Sampurna Makmur berdasarkan data dari curah hujan rencana pada periode ulang hujan tahun tertentu dan lamanya curah hujan yang terjadi. Berikut contoh perhitungan yang digunakan:

$$I = \frac{20,48 \text{ mm/hari}}{24} \times \left(\frac{24}{60 \text{ menit}/60} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 8,86 \frac{\text{mm}}{\text{jam}}$$

Tabel 4.8
Intensitas Hujan Menggunakan Rumus *Mononobe* Bulan Januari

Durasi	Intensitas Hujan (mm/jam)				
	t = 2 Thn	t = 3 Thn	t = 4 Thn	t = 10 Thn	t = 20 thn
60	3,60	4,60	5,23	7,10	8,86
120	2,27	2,90	3,30	4,47	5,58
240	1,43	1,82	2,08	2,82	3,52
360	1,09	1,39	1,59	2,15	2,68
480	0,90	1,15	1,31	1,77	2,21
600	0,78	0,99	1,13	1,53	1,91
720	0,69	0,88	1,00	1,35	1,69

Tabel 4.9
Intensitas Hujan Menggunakan Rumus *Mononobe* Bulan Februari

Durasi	Intensitas Hujan (mm/jam)				
	t = 2 Thn	t = 3 Thn	t = 4 Thn	t = 10 Thn	t = 20 thn
60	4,27	5,86	6,88	9,86	12,67
120	2,69	3,69	4,33	6,21	7,98
240	1,70	2,33	2,73	3,91	5,03
360	1,29	1,78	2,08	2,99	3,84
480	1,07	1,47	1,72	2,46	3,17
600	0,92	1,26	1,48	2,12	2,73
720	0,82	1,12	1,31	1,88	2,42

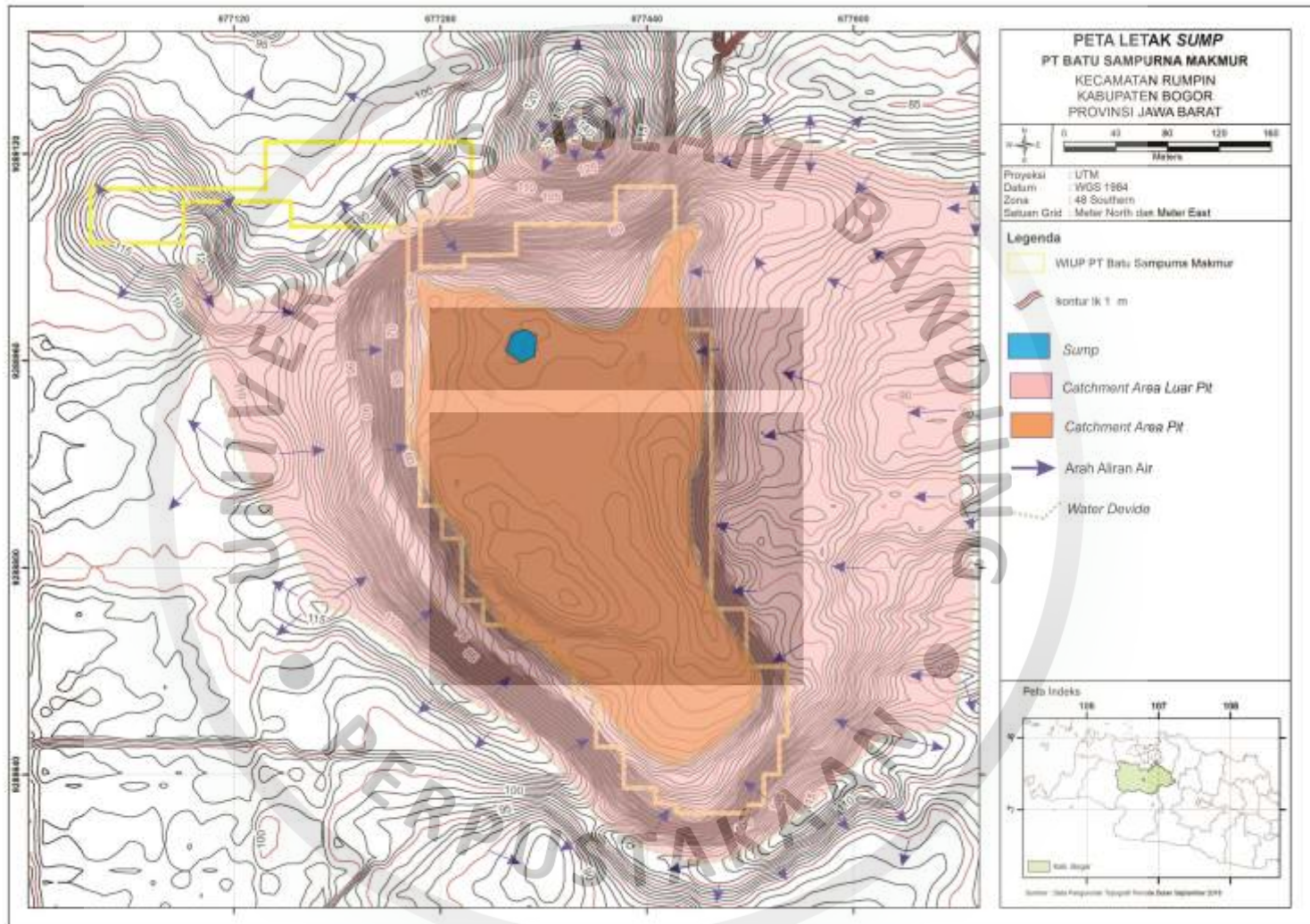
4.2.2 Analisis *Catchment Area* dan *Koefisien* Limpasan

A. Mendeliniasi Topografi untuk menentukan *Catchment Area* (A)

Untuk menentukan batas luasan *Catchment Area* yaitu dapat melalui peta topografi. Pada peta topografi, dapat menentukan area yang lebih rendah dan memiliki kemungkinan untuk menampung air hujan yang akan mengalir ke lokasi tambang dengan dibatasi oleh area punggung. Berdasarkan data topografi PT Batu Sampurna Makmur maka lokasi *Pit* dibagi menjadi 2 daerah tangkapan hujan (*catchment area*), yaitu *catchment area* luar *Pit* dan *catchment area* *Pit*.

Tabel 4.10
Luasan *Catchment Area*

No	Lokasi	Luasan (Ha)
1	<i>Catchment Area</i> Luar <i>Pit</i>	16,4
2	<i>Catchment Area</i> <i>Pit</i>	7,2
Total		23,6



Gambar 4.1
 Peta Catchment Area

B. Kondisi Tata Guna Lahan dan Kemiringan Lereng

Setelah dilakukan pengamatan pada peta topografi, selanjutnya dilakukan pengamatan langsung pada kondisi lapangan tiap *Catchment Area* untuk menentukan kategori tata guna lahan. Pada pengamatan langsung di lapangan, maka dapat diketahui bahwa kondisi daerah pada *Catchment Area* luar *Pit* memiliki kondisi kategori lahan tumbuhan yang jarang dengan kemiringan lereng (>15% & 3 – 15 %) dan untuk kondisi daerah *Catchment Area Pit* memiliki kondisi kategori lahan terbuka atau tanpa tumbuhan dengan kemiringan lereng (>15% & 3 – 15 %).

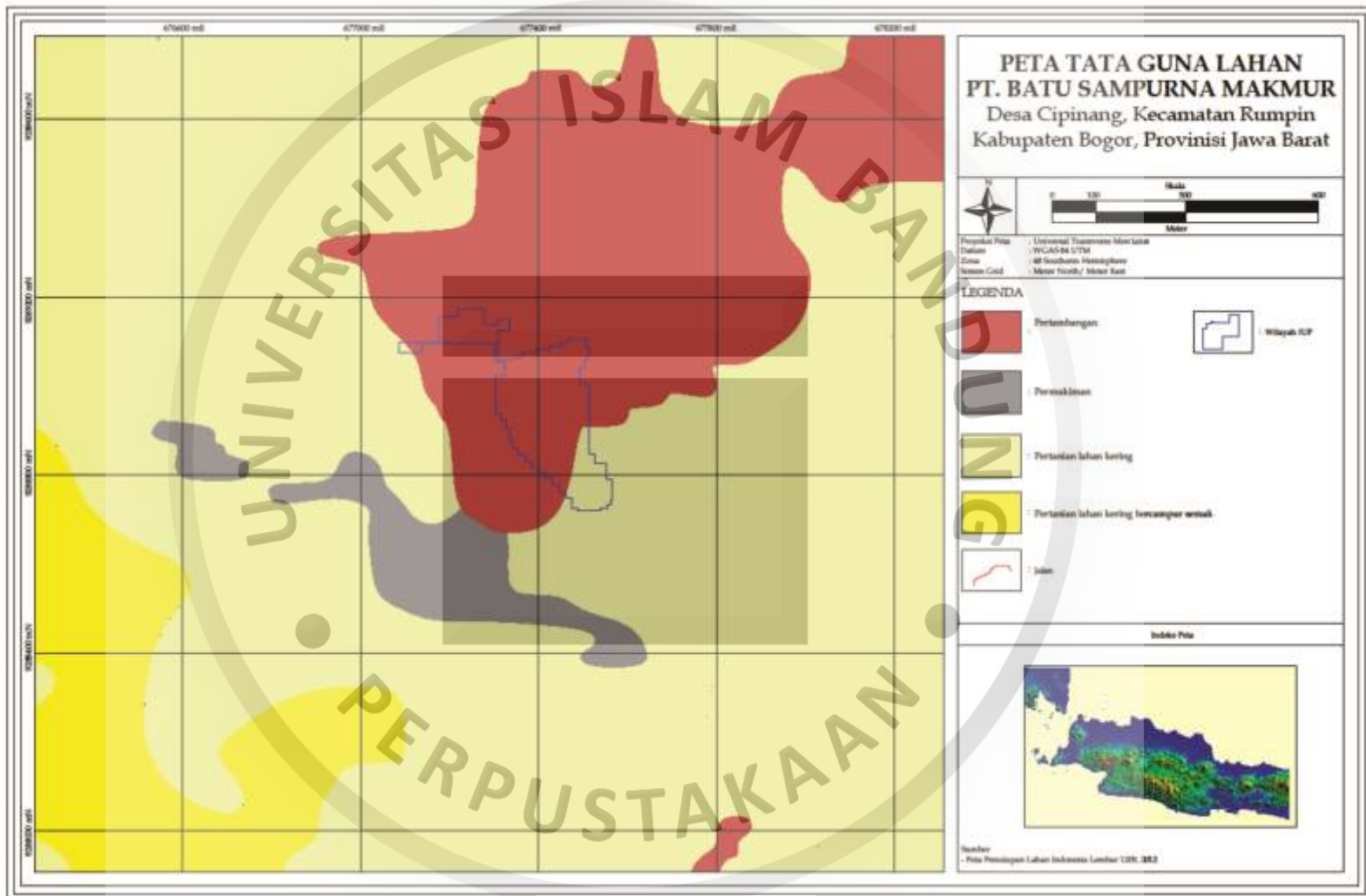
Tabel 4.11
Kategori Tata Guna Lahan

No	Lokasi	Kemiringan (%)	Kategori Tata Guna Lahan
1	<i>Catchment Area</i> Luar <i>Pit</i>	>15 dan 3 – 15 %	Tumbuhan yang jarang
2	<i>Catchment Area Pit</i>	>15 dan 3 – 15 %	Tanpa tumbuhan

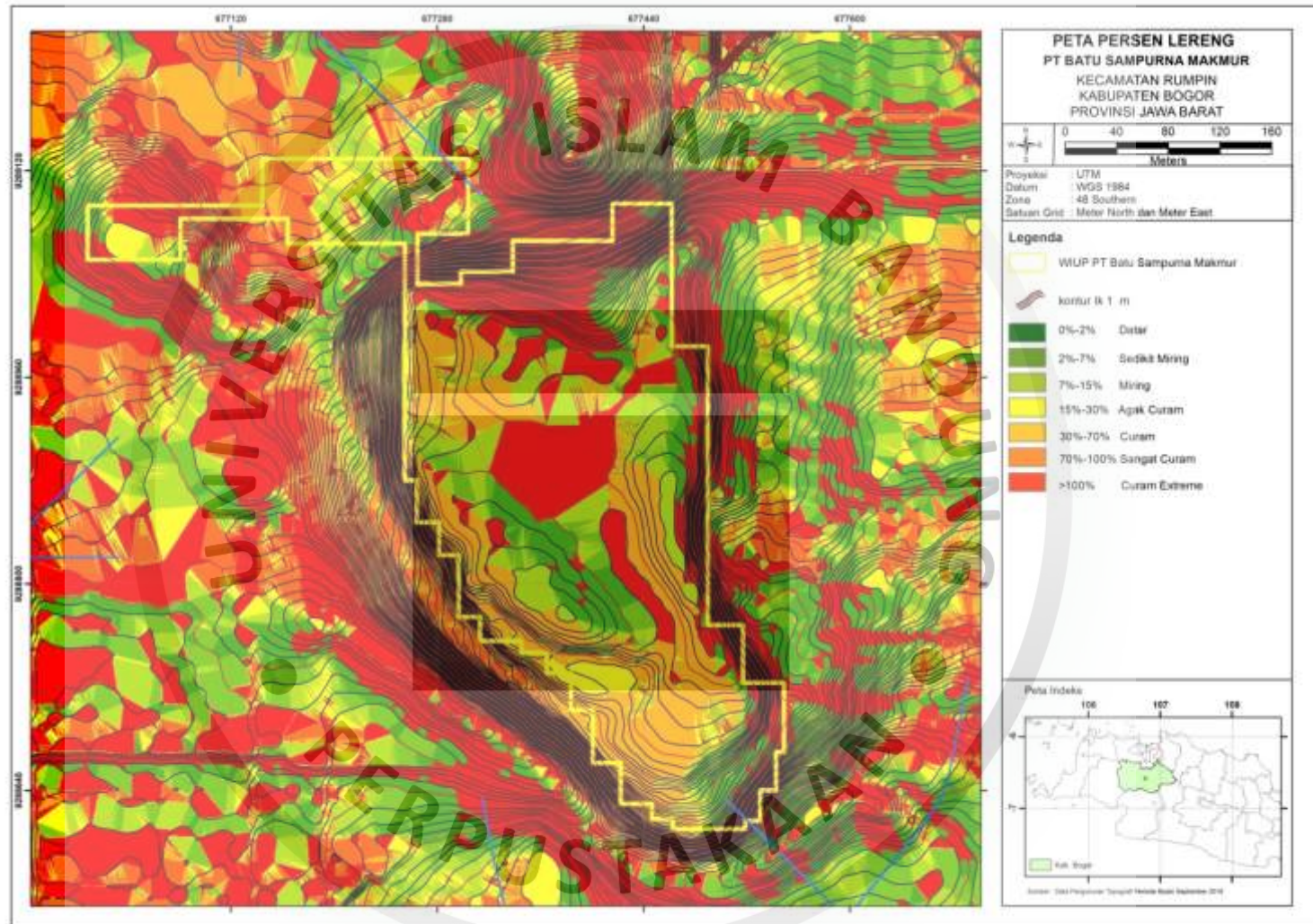
Tabel 4.12
Nilai Koefisien Limpasan

No	Kemiringan	Tata guna lahan tutupan (Landuse)	Koefisien Limpasan
1.	< 3 %	<ul style="list-style-type: none"> • Sawah, rawa • Hutan, perkebunan • Perumahan dengan kebun 	0,2 0,3 0,4
2.	3 – 15 %	<ul style="list-style-type: none"> • Hutan, perkebunan • Perumahan • Tumbuhan yang jarang • Tanpa tumbuhan 	0,4 0,5 0,6 0,7
3.	> 15 %	<ul style="list-style-type: none"> • Hutan • Perumahan, kebun • Tumbuhan yang jarang • Tanpa tumbuhan 	0,6 0,7 0,8 0,9

Sumber : Sayoga, R, (1993) dan Fetter, C,W, (1988)



Gambar 4.2
 Peta Tata Guna Lahan



Gambar 4.3
 Peta Persen Lereng

C. Penentuan Nilai *Koefisien* Limpasan (C)

Penentuan nilai koefisien limpasan ini berdasarkan data pengamatan peta topografi mengenai kemiringan lereng dan pengamatan lapangan mengenai kondisi tata guna lahan. Nilai *koefisien* limpasan akan menunjukkan perbandingan besarnya air limpasan permukaan terhadap besarnya curah hujan. Untuk nilai koefisien limpasan pada lokasi *Pit* dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13
Nilai Koefisien Limpasan Setiap Lokasi

Lokasi	Kategori Tata Guna Lahan	Kemiringan %	Luasan (Ha)	Koefisien Limpasan (C)	Koefisien Limpasan Rata-rata (C)
Catchment Area Luar Pit	Tumbuhan yang jarang	>15	4,2	0,8	0,5
			0,3		
			2,1		
			0,8		
			1,1		
			0,2		
			0,5		
		3 – 15 %	2,7	0,6	0,2
			1,7		
			0,4		
			0,3		
Catchment Area Pit	Tanpa Tumbuhan	>15	2,3	0,8	0,47
			0,6		
			0,5		
			0,4		
			0,4		
		3 – 15 %	1,7	0,6	0,25
			0,6		
			0,7		

4.2.3 Debit Air Limpasan (Q)

Dari data yang telah dikerjakan sebelumnya mengenai nilai koefisien limpasan, intensitas curah hujan dan luasan *Catchment Area* di lokasi penelitian maka dapat diketahui nilai dari debit air limpasan yang masuk ke dalam *Pit*. Untuk mengetahui debit air limpasan yang masuk ke dalam *Pit*, dihitung dengan menggunakan rumus rasional. Berikut merupakan contoh perhitungan untuk debit air limpasan dengan periode ulang intensitas curah hujan 10 tahun.

$$Q = C \cdot I \cdot A$$

$$= 0,72 \times 0,0071 \text{ m/jam} \times 72.000 \text{ m}^2 = 367,98 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 4.14
Perhitungan Debit Air Limpasan Bulan Januari

Nama	C	I (m/jam)	A (m ²)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /detik)	Q Total (m ³ /detik)	Q Total (m ³ /jam)	Jam hujan maksimal	Q Total (m ³ /hari)
L. PIT	0,70	0,0071	164000	814,90	0,23	0,33	1182,88	12,00	14.194,54
PIT	0,72	0,0071	72000	367,98	0,10				

Tabel 4.15
Perhitungan Debit Total Air Limpasan Bulan Februari

Nama	C	I (m/jam)	A (m ²)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /detik)	Q Total (m ³ /detik)	Q Total (m ³ /jam)	Jam hujan maksimal	Q Total (m ³ /hari)
L. PIT	0,70	0,0099	164000	1131,68	0,31	0,46	1642,70	12,00	19.712,45
PIT	0,72	0,0099	72000	511,03	0,14				

4.3 Hasil Sedimentasi

Secara umum dapat dikatakan bahwa sedimentasi merupakan proses terlepasnya butiran tanah dari induknya di suatu tempat dan terangkutnya material tersebut oleh pergerakan air ataupun udara, kemudian diikuti oleh pengendapan material yang terangkut di tempat lain.

Sedimentasi yang dapat terjadi dimana saja termasuk pada *sump*. Oleh karena itu, dalam kajian mengenai sistem penyaliran tambang ini diperlukan

perhitungan besarnya sedimen yang ada di daerah tersebut dengan menggunakan perhitungan model *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)* (Williams, 1975, dalam Murtiono, 2008). Perhitungan ini menggunakan parameter faktor aliran, volume aliran, dan debit maksimum, serta faktor erodibilitas tanah, faktor kemiringan lereng, faktor tanaman penutup lahan, faktor tindakan konservasi manusia.

Secara umum, rumus dasar model *MUSLE* adalah sebagai berikut :

$$S_y = a (V_q \cdot Q_R)^b K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

a, b = Konstanta *Williams*, masing –masing 11,8 dan 0,56

Estimasi volume aliran dapat dihitung menggunakan metode *Soil Conservation Service (SCS)* seperti berikut : (Chow, 1964)

$$s = \left(\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right) 25,4$$

$$V_q = \frac{(P - 0,2s)^2}{(P + 0,8s)}$$

CN = 87, termasuk dalam kelompok hidrologi B

P = Digunakan nilai curah hujan rencana, yaitu 31,3524 mm/hari

$$s = \left(\left(\frac{1000}{CN} \right) - 10 \right) 25,4$$

$$= \left(\left(\frac{1000}{87} \right) - 10 \right) 25,4$$

$$= 37,954$$

V_q = Limpasan permukaan

$$= 20,46 \text{ mm/hari}$$

Q_R = 0,33 m³/detik (debit aliran air yang masuk ke *Sump*)

K = Menurut Hardiyatmo (2006), hasil erodibilitas tanah dalam keadaan ekstrem adalah 0,7 karena pada daerah penambangan terdapat beberapa tanah timbunan dan tanah yang belum mengalami pemadatan sempurna setelah dikupas.

LS = Merupakan kombinasi dari panjang dan kemiringan lereng. Panjang dan kemiringan diambil sebanyak 15 data yang dapat mewakili kondisi dengan melihat panjang aliran yang akan mengalir serta ketinggiannya, kemudian dicari nilai rata-ratanya.

Tabel 4.16
Perhitungan Nilai LS

No	L	H	S (%)
1	235,989	35	14,831
2	273,607	60	21,929
3	244,672	50	20,436
4	157,899	55	34,832
5	130,714	30	22,951
6	238,816	70	29,311
7	129,799	30	23,113
8	155,453	50	32,164
9	144,205	55	38,140
10	134,312	30	22,336
11	155,604	25	16,066
12	134,212	15	11,176
13	198,891	70	35,195
14	195,553	80	40,910
15	188,99	35	18,519
Rata-rata	181,247		25,4607

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{H}{L} \times 100\% \\
 &= \frac{35}{235,989} \times 100\% \\
 &= 14,831 \%
 \end{aligned}$$

Z = S rata-rata 25,461 %, maka nilai Z adalah 0,5 (Hardiyatmo, 2006)

$$\begin{aligned}
 LS &= \frac{1}{L^2} (0,00138 S^2 + 0,00965 S + 0,0138) \\
 &= 181,24 \frac{1}{2} (0,00138 \times 0,25461^2 + 0,00965 \times 0,25461 + 0,0138) \\
 &= 0,22
 \end{aligned}$$

C = Daerah penambangan pada perencanaan SPT tahun 2018 merupakan tanah terbuka yang berarti nilai C adalah 0,9.

Tabel 4.17
Nilai Faktor Penutupan Tanah dan Pengelolaan Tanaman

No	Macam Penggunaan	Nilai Faktor
1	Tanah terbuka / tanpa tanaman	0,9
2	Tegalan / Perkebunan	0,7
3	Kebun campuran : Kerapatan tinggi	0,1
	Kerapatan sedang	0,2
	Kerapatan rendah	0,5
4	Perladangan	0,4
5	Hutan alam : serasah banyak	0,001
	serasah kurang	0,005
6	Hutan Produksi : tebang habis	0,5
	tebang pilih	0,2
7	Semak belukar / padang rumput	0,3

Sumber : Asdak (2004)

P = Selama kegiatan penambangan, tidak dilakukan penataan lahan ataupun konservasi terhadap pengelolaan tanah maka nilai P adalah 1.

Tabel 4.18
Nilai Faktor Tindakan Konservasi

No	Tindakan Khusus Konservasi Tanah	Nilai P
1	Teras bangku	
	-Konstruksi baik	0,04
	-Konstruksi sedang	0,15
	-Konstruksi kurang baik	0,35
	-Teras tradisional kurang baik	0,4
2	Strip tanaman rumput (padang rumput)	0,4
3	Pengolahan tanah dan penanaman menurut kontur	
	-Kemiringan 0 – 8 %	0,5
	-Kemiringan 9 – 20%	0,75
	-Kemiringan >20%	0,9
4	Tanpa tindakan konservasi	1

Sumber : Asdak (2004)

Dengan demikian, dapat dihitung besarnya sedimen yang ada pada Sump :

$$\begin{aligned}
 S_y &= a (V_q \cdot Q_R)^b K \cdot LS \cdot C \cdot P \\
 &= 11,8 (20,46 \text{ mm/hari} \times 0,33 \text{ m}^3/\text{detik})^{0,56} \times 0,7 \times 0,22 \times 1 \times 1 \\
 &= 5,29 \text{ ton/hari}
 \end{aligned}$$

Dengan densitas tanah, lanau dan lempung basah sebesar 2.000 kg/m³

(Peraturan Pembebanan Indonesia, 1983) maka dapat dihitung debit sedimen :

$$S_y = \frac{5,29 \text{ ton/hari}}{2 \text{ ton/m}^3} = 2,65 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,11 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4.4 Penanganan Air yang masuk ke dalam *Pit*

4.4.1 Perhitungan *Debit* Pompa

Pompa adalah salah satu alat yang dibutuhkan untuk menunjang kegiatan penambangan karena fungsinya sebagai alat untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain. Pompa yang digunakan di lokasi penambangan untuk mengatasi air yang masuk ke dalam *Pit* yaitu Pompa MFC 390. Berdasarkan spesifikasi pompa, debit maksimal yang dihasilkan pompa ialah 0,19 m³/detik. Untuk menghitung *total dynamic head* pompa terdiri dari beberapa perhitungan *head* secara *teoritis* yaitu :

1. *Static Head* (HC)

Titik penghisapan air pada pompa diletakkan pada *elevasi* muka air yang berada di *sump* yaitu 50 mdpl dan titik pembuangan air pompa pada *elevasi* 105 mdpl. Untuk nilai *static head* MFC 390 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_c &= H_2 - H_1 \\ &= 105,00 \text{ m} - 50,00 \text{ m} \\ &= 55,00 \text{ m} \end{aligned}$$

2. *Velocity Head* (HV)

Pipa yang digunakan untuk mengalirkan air adalah pipa HDPE berdiameter 8 inci atau 203 mm, untuk menghitung nilai *velocity head* MFC 390 dicari terlebih dahulu nilai kecepatan aliran, yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,19 \text{ m}^3/\text{s}}{3,14 \times ((203)/1000)^2 \text{ m}^2 \times 0,25} = \frac{0,19 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0323 \text{ m}^2} = 5,88 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Maka nilai *velocity head* Pompa MFC 390 dapat dihitung dengan sebagai berikut :

$$HV = \frac{v^2}{2g} = \frac{(5,88 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}} = 1,76 \text{ m}$$

3. Friction head (HF)

Berdasarkan perhitungan kecepatan yang sudah dilakukan sebelumnya nilai kecepatan aliran air (V) yang mengalir di dalam pipa HDPE adalah 8,05 m/s. Nilai *viskositas* air (μ) pada suhu 26,5⁰C.

Tabel 4.19
Nilai *Viskositas* Air

Temp °C	Absolute Viscosity	Kinematic Viscosity		
	Kg/m.s	Centistokes	SSU	ft ² /sec
0	1,79	1,79	33,0	0,00001931
15,56	1,12	1,12	31,2	0,00001217
21,11	0,98	0,98	30,9	0,00001059
26,67	0,86	0,86	30,6	0,00000930
29,44	0,81	0,81	30,4	0,00000869
37,78	0,68	0,69	30,2	0,00000739
48,89	0,56	0,57	30,0	0,00000609
60	0,47	0,48	29,7	0,00000514
71,11	0,40	0,41	29,6	0,00000442
82,22	0,35	0,36	29,5	0,00000385
100	0,28	0,29	29,3	0,00000319

Sumber : Merle C. Potter dan David C. Wiggert ,2008

$$\begin{aligned} \mu &= 0,98 - \frac{(26,67 - 26,5)}{(26,67 - 21,11)} \times (0,98 - 0,86) \\ &= 0,866576 \text{ kg/m.s} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan zat cair pada suhu 26,5⁰C didapatkan nilai sebesar 0,866576 kg/m.s.

Tabel 4.20
Densitas Air

Temperature	Density	Specific Weight
- t -	- ρ -	- γ -
(°C)	(kg/m ³)	(kN/m ³)
0	999.8	9,806
10	999.7	9,804
20	998.2	9,789
30	995.7	9,765
40	992.2	9,731
50	988.1	9,690
60	983.2	9,642
70	977.8	9,589
80	971.8	9,530
90	965.3	9,467

Sumber : Merle C. Potter dan David C. Wiggert ,2008

$$\rho = 998,2 - \frac{(30 - 26,5)}{(30 - 20)} \times (998,2 - 995,7)$$

$$= 997,325 \text{ kg/m}^3$$

Berdasarkan perhitungan zat cair pada *temperature* 30°C didapatkan nilai sebesar 997,325 kg/m³

● Nilai *density* yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya digunakan untuk mencari bilangan *Reynold* yang dapat dihitung sebagai berikut :

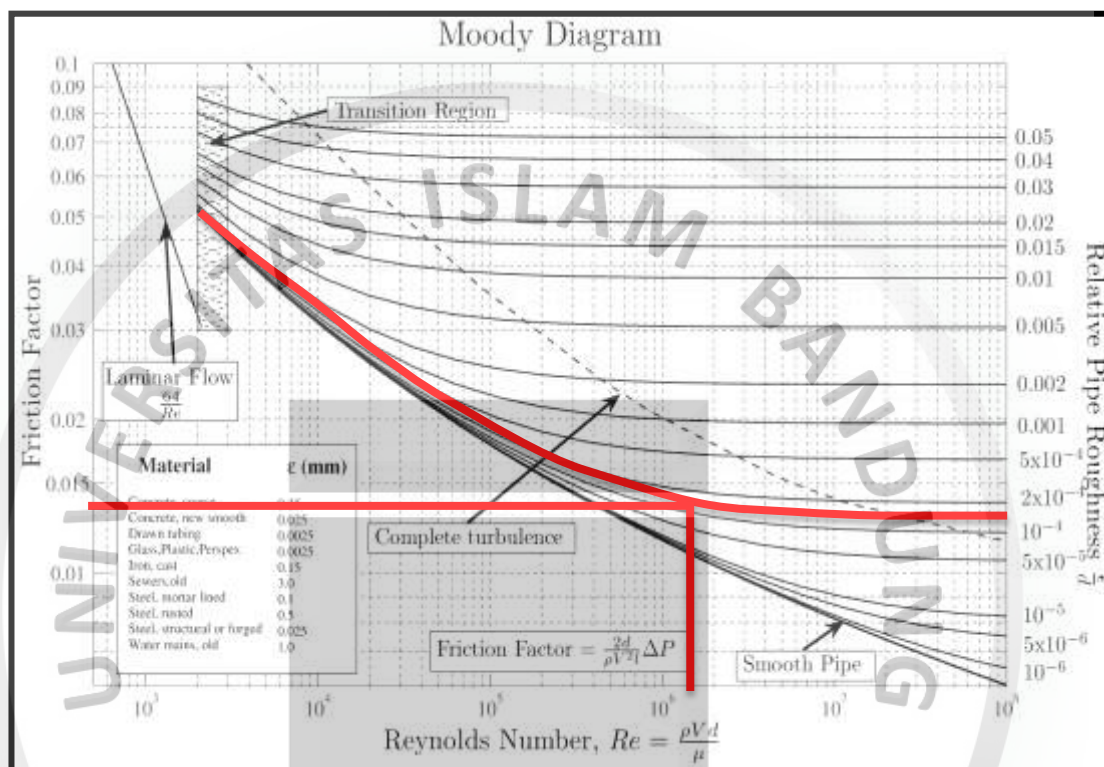
$$Re = \frac{v D \rho}{\mu / 1.000}$$

$$= \frac{5,88 \text{ m/s} \times 0,203 \text{ m} \times 997,325 \text{ Kg/m}^3}{(0,8665 \text{ Kg/m.s}) / 1.000} = 1.373.856,91$$

Hasil dari perhitungan *Reynold* di atas maka pola aliran termasuk ke dalam aliran turbulen (>100.000). Untuk menghitung nilai *friction factor* digunakan hasil *plot* diagram *Moody*. Bahan pipa yang digunakan di lokasi penelitian adalah HDPE di mana pipa ini memiliki nilai *absolut roughness* sebesar 0,0213 mm. Untuk menghitung nilai *relative pipe roughness* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Relative pipe roughness} = \frac{0,0213 \text{ mm}}{203 \text{ mm}} = 1,045 \times 10^{-4}$$

Selanjutnya hasil yang sudah didapat dari nilai bilangan *Reynold* dan *relative pipe roughness* dimasukkan ke dalam diagram *Moody*.



Sumber: Moody L. F., (1944)

Gambar 4.4
Grafik Penentuan Nilai *Friction Factor* dari Diagram *Moody*

Panjang pipa yang digunakan untuk mengalirkan air dari *sump* menuju tempat pembuangan sepanjang 155 m. Untuk nilai *friction head* Pompa MFC 390 dapat dihitung dengan menggunakan rumus Darcy-Weisbach sebagai berikut :

$$H_f = \frac{f \times L \times v^2}{D \times 2 \times g}$$

$$= \frac{0,014 \times 155 \text{ m} \times 5,88^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{0,203 \text{ m} \times 2 \times 9,81 \text{ m}/\text{s}^2} = 18,84 \text{ m}$$

4. Shock Loss Head (Hi)

Pipa mengalirkan air menggunakan *flange coupling* pada *fitting*-nya, di mana *minor loss coefficient* yang digunakan adalah 0,08 dan diameter pipa sebesar 203 mm.

Untuk nilai *head loss* MFC 390 dapat dihitung sebagai berikut :

$$H_i = \frac{K \times v^2}{2 \times g}$$

$$= \frac{0,08 \times 5,88^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,14 \text{ m}$$

Pipa yang digunakan yaitu pipa HDPE dengan panjang setiap pipa adalah 6 meter (26 pipa). Maka nilai total *head shock loss* Pompa MFC 390 sebagai berikut :

$$H_i \text{ Total} = 0,14 \text{ m} \times 26$$

$$= 3,64 \text{ m}$$

5. Total Dynamic Head (HT)

Setelah semua data parameter *head* didapatkan, maka dapat dihitung nilai *total head* Pompa MFC 390. Hasil perhitungan *head* total pompa optimal yang digunakan dapat dilihat pada (Tabel 4.21) berikut :

Tabel 4.21
Hasil Perhitungan *Head* Optimal Pompa MFC 390

Jenis Head	Parameter	Pompa MFC 390 (m)
Head Pompa	Static Head (HC)	55
	Velocity Head (HV)	1,76
	Friction Head (HF)	18,84
	Head Shock (HI)	3,64
Total Dynamic Head (HT)		79,24

Debit pemompaan berdasarkan perhitungan *head* aktual sebesar 79,24 m. Hasil perhitungan debit pemompaan optimal sebagai berikut :

$$Q \text{ koreksi} = 0,19 \times \sqrt{\frac{79,24}{120}} = 0,252 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tabel 4.22
Hasil Perhitungan Debit Koreksi Optimal

Jenis Alat	<i>Head Spesifikasi</i>	<i>Head Aktual</i>	Q Alat	Q Koreksi	Q Koreksi	Q Koreksi
	(m)	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /jam)	(m ³ /hari)
MFC 390	120	79,24	0,19	0,154	554,4	11.088

Sementara untuk mengetahui nilai efisiensi pemompaan dapat ditentukan dengan menggunakan kurva karakteristik Pompa MFC 390 dengan memasukan nilai *head total* yaitu 79,24 m dan nilai debit koreksi sebesar 554,4 m³/jam. Dengan memasukan nilai *head total* pada sumbu vertikal dan nilai debit pada sumbu horizontal, setelah itu lihat pada perpotongan antara garis vertikal dan horizontal.

Berdasarkan hasil plot nilai *total head* dan debit koreksi pompa ke dalam kurva karakteristik Pompa MFC 390 di atas, maka diperoleh nilai efisiensi pemompaan antara 60% sampai 65% dengan rpm pompa sebesar 890 rpm.

Dari hasil perhitungan diatas, debit air limpasan paling ekstrem terjadi pada Bulan Npvenber sebesar 34.905,14 m³/jam diperlukan 3 unit Pompa MFC 390 dengan debit total yang mampu dihisap sebanyak 11.088 m³/hari. Maka akan terdapat volume sisa air yang tidak mampu ditangani oleh pompa sebanyak 1.409,7 m³/hari.

$$\begin{aligned} Q_{\text{sisa}} &= Q \text{ total (Bulan November)} - Q \text{ Pemompaan (3 Pompa)} \\ &= 34.905,14 \text{ m}^3/\text{hari} - 33.264 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1.641,14 \text{ m}^3/\text{hari}. \end{aligned}$$

4.4.2 Perhitungan Dimensi dan Volume Sump

Volume *sump* yang digunakan merupakan volume sisa dari volume air yang masuk kedalam *sump* yang tidak mampu ditangani oleh pompa selama satu tahun. *Sump* ini akan timbul masalah yaitu lama kelamaan *sump* akan mengalami

pendangkalan akibat adanya hasil sedimentasi, jadi perencanaan kapasitas *sump* harus mampu menampung hasil sedimen selama satu tahun. Berikut ini merupakan perhitungannya.

1. Perhitungan Kecepatan Pengendapan

Adapun jenis material yang mengalir menuju kolam adalah partikel lanau dengan ukuran butir (D) sebesar 0,05 mm (skala Wentworth), dengan nilai *density* padatan (ρ_s) sebesar 2.000 Kg/m³ dan *density* air (ρ) yang membawa partikel pasir sebesar 996,95 Kg/m³ pada suhu 25°C. Nilai viskositas kinematik air (μ) pada suhu 25°C adalah sebesar 0,00089 m²/s dan gravitasi sebesar 10 m/s². Kecepatan pengendapan (V_t) dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} V_t &= \frac{g D^2 (\rho_s - \rho_a)}{18\mu} \\ &= \frac{10 \text{ m/s}^2 \times 0,00005^2 \text{ m} (2.000 \text{ kg/m}^3 - 996,95 \text{ kg/m}^3)}{18 \times 0,000890 \text{ kg/m.s}} \\ &= 0,0015 \text{ m/s} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Luas *Sump*

Dimensi *sump* dipengaruhi oleh debit air limpasan paling ekstrem terjadi pada Bulan November masuk ke dalam *sump* dan juga kecepatan pengendapan (v_t). Untuk mengetahui luas dari *sump* dapat menggunakan persamaan seperti berikut :

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q_{\text{total}}}{v_t} \\ &= \frac{11,34 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0015 \text{ m/s}} \\ &= 7.560 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ketinggian *sump* yang direncanakan yaitu 4 meter, sehingga untuk menghitung dimensi *sump* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Panjang Dasar Sump (b)} &= \sqrt{\text{Luas}} = \sqrt{7.560} \\ &= 86,95 \text{ m}\end{aligned}$$

3. Volume Sump

Volume *sump* ditentukan dengan melihat nilai hasil volume sisa pemompaan pada Bulan November serta nilai sedimentasi satu bulan.

$$\begin{aligned}\text{Volume sump} &= \text{volume sisa pemompaan 30 hari} + \text{sedimentasi 30 hari} \\ &= 1.641,14 \text{ m}^3/\text{hari} \times 30 \text{ hari} + 7,25 \text{ m}^3/\text{hari} \times 30 \text{ hari} \\ &= 49451,7 \text{ m}^3/\text{bulan}\end{aligned}$$

$$\text{Volume sump} = ((a^2 + b^2) \times 4 \text{ m}) : 2$$

$$49451,7 \text{ m}^3 = ((a^2 + b^2) \times 4 \text{ m}) : 2$$

$$49451,7 \text{ m}^3 \times 2 = 4a^2 + (86,95^2 \times 4)$$

$$(98903,4 - 30241,21) = 4a^2$$

$$a = \sqrt{68662,19 : 4}$$

$$= 131,02 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Jagaan} = 0,5 \times \text{tinggi}$$

$$= 0,5 \times (4\text{m}) = 2 \text{ m}$$

$$F_x = \text{tinggi jagaan} / \tan 60^\circ$$

$$= 2 / \tan 60^\circ = 1,15 \text{ m}$$

$$a_1 = a + 2 F_x$$

$$= 131,02 \text{ m} + (2 \times 1,15)$$

$$= 133,32 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka rencana dimensi *sump* yang akan dibuat untuk menampung sisa air dan sedimen yang masuk ke *Pit* selama satu bulan yaitu sebagai berikut:

- Panjang permukaan *sump* = 133,32 m
- Lebar permukaan *sump* = 133,32 m
- Panjang dasar *sump* = 86,95 m
- Lebar dasar *sump* = 86,95 m
- Ketinggian *sump* = 4 m

Setelah didapatkan nilai dimensi *sump*, maka volume air yang dapat ditampung oleh *sump* yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{(a^2 + b^2)}{2} \times Z \\ &= \frac{(133,32 \text{ m} \times 133,32 \text{ m}) + (86,95 \text{ m} \times 86,95 \text{ m})}{2} \times 4 \text{ m} \\ &= 50.669,05 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapat dihitung volume ruang kosong pada *sump*, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume ruang kosong} &= \text{Volume } \textit{sump} - \text{Volume sisa air} \\ &= 50.669,05 \text{ m}^3 - 1.641,14 \text{ m}^3 \\ &= 49.027,91 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Ketinggian antara dasar dengan permukaan *sump* yaitu 4 m, kemudian ketinggian *sump* akan dibagi menjadi 3 bagian yaitu titik aman dengan ketinggian 1,42 m, waspada dengan ketinggian 3,48 m dan berbahaya dengan ketinggian 3,74 m. Untuk penentuan volume aman, waspada dan berbahaya dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti berikut :

- Volume ruang kosong aman

$$\text{Volume } \textit{sump} - \text{Volume ruang kosong} = \frac{a^2 + b^2}{2} \times Z$$

$$\text{Volume ruang kosong} = \text{Volume } \textit{sump} - \frac{a^2 + b^2}{2} \times Z$$

$$\text{Volume ruang kosong} = 50.669,05 \text{ m}^3 - \frac{104,74^2 \text{ m} + 86,95^2 \text{ m}}{2} \times 1,42 \text{ m}$$

$$= 50.669,05 \text{ m}^3 - 13.129,12 \text{ m}^3$$

$$= 37.539,93 \text{ m}^3$$

- Volume ruang kosong waspada

$$\text{Volume ruang kosong} = 50.669,05 \text{ m}^3 - \frac{126,32^2 \text{ m} + 86,95^2 \text{ m}}{2} \times 3,48 \text{ m}$$

$$= 50.669,05 \text{ m}^3 - 40.822,21 \text{ m}^3$$

$$= 9.846,84 \text{ m}^3$$

- Volume ruang kosong berbahaya

$$\text{Volume ruang kosong} = 50.669,05 \text{ m}^3 - \frac{130,02^2 \text{ m} + 86,95^2 \text{ m}}{2} \times 3,74 \text{ m}$$

$$= 50.669,05 \text{ m}^3 - 47.386,77 \text{ m}^3$$

$$= 3.282,28 \text{ m}^3$$

Tabel 4.23
Ruang Kosong Sump

Status	Tinggi Muka Air Sump (m)	Volume Ruang Kosong (m ³)	Lama Pengisian Sump (hari)
Aman	1,42 m	37.539,93 m ³	22,8 hari = 23
Waspada	3,48 m	9.846,84 m ³	6 hari
Berbahaya	3,74 m	3.282,28 m ³	2 hari

4.4.3 Perencanaan Pemompaan Tahunan

Setelah didapatkan nilai dimensi serta volume *sump* pada *Pit* untuk penambangan tahun pertama, lalu diperlukan untuk sistem kerja pemompaan lanjutan untuk mengatasi tampungan air pada *sump*. Untuk sistem yang digunakan yaitu dengan menggunakan 3 unit pompa MFC 390 ditambah 1 unit pompa cadangan MFC 390 dengan nilai *head total* 79,24 m dan debit pemompaan sebesar 554,4 m³/jam. Pompa cadangan tersebut akan bekerja setiap 7 hari sekali. Untuk hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.24
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Januari

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Januari										
7,00	1,00	20,00	77.616,00	99.361,79	21.745,79	2,00	19,00	21.067,20	678,59	5,36
14,00	1,00	20,00	77.616,00	99.361,79	22.424,38	2,00	19,00	21.067,20	1.357,18	10,71
21,00	1,00	20,00	77.616,00	99.361,79	23.102,97	2,00	19,00	21.067,20	2.035,77	16,07
31,00	1,00	21,00	116.424,00	141.945,41	25.521,41	2,00	19,00	21.067,20	4.454,21	35,16

Tabel 4.25
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Februari

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Februari										
7,00	2,00	17,00	131.947,20	137.987,18	10.494,20	1,00	12,00	6.652,80	3.841,40	30,33
14,00	2,00	17,00	131.947,20	137.987,18	9.881,38	1,00	12,00	6.652,80	3.228,58	25,49
21,00	2,00	17,00	131.947,20	137.987,18	9.268,56	1,00	12,00	6.652,80	2.615,76	20,65
28,00	2,00	17,00	131.947,20	137.987,18	8.655,75	1,00	12,00	6.652,80	2.002,95	15,81

Tabel 4.26
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Maret

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Maret										
7,00	2,00	22,00	170.755,20	179.980,68	11.228,43	1,00	17,00	9.424,80	1.803,63	14,24
14,00	2,00	22,00	170.755,20	179.980,68	11.029,11	1,00	17,00	9.424,80	1.604,31	12,67
21,00	2,00	22,00	170.755,20	179.980,68	10.829,80	1,00	17,00	9.424,80	1.405,00	11,09
31,00	2,00	22,00	243.936,00	257.115,26	14.584,26	1,00	17,00	9.424,80	5.159,46	40,73

Tabel 4.27
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan April

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
April										
7,00	2,00	14,00	108.662,40	116.077,53	12.574,59	1,00	16,00	8.870,40	3.704,19	29,24
14,00	2,00	14,00	108.662,40	116.077,53	11.119,32	1,00	20,00	8.870,40	2.248,92	17,75
21,00	2,00	14,00	108.662,40	116.077,53	9.664,05	1,00	20,00	8.870,40	793,65	6,27
30,00	2,00	14,00	139.708,80	149.242,54	10.327,39	1,00	20,00	8.870,40	1.456,99	11,50

Tabel 4.28
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Mei

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Mei										
7,00	1,00	20,00	77.616,00	99.315,29	23.156,28	2,00	20,00	22.176,00	980,28	7,74
14,00	1,00	20,00	77.616,00	99.315,29	22.679,57	2,00	20,00	22.176,00	503,57	3,98
21,00	1,00	20,00	77.616,00	99.315,29	22.202,85	2,00	20,00	22.176,00	26,85	0,21
31,00	1,00	20,00	110.880,00	141.878,98	31.025,83	2,00	20,00	22.176,00	8.849,83	69,86

Tabel 4.29
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Juni

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Juni										
7,00	2,00	16,00	124.185,60	135.229,45	19.893,68	2,00	12,00	13.305,60	6.588,08	52,01
14,00	2,00	16,00	124.185,60	135.229,45	17.631,93	2,00	12,00	13.305,60	4.326,33	34,15
21,00	2,00	16,00	124.185,60	135.229,45	15.370,17	2,00	12,00	13.305,60	2.064,57	16,30
30,00	2,00	16,00	159.667,20	173.866,43	16.263,80	2,00	12,00	13.305,60	2.958,20	23,35

Tabel 4.30
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Juli

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Juli										
7,00	3,00	17,00	197.920,80	204.977,59	10.014,99	1,00	14,00	7.761,60	2.253,39	17,79
14,00	3,00	17,00	197.920,80	204.977,59	9.310,18	1,00	14,00	7.761,60	1.548,58	12,23
21,00	3,00	17,00	197.920,80	204.977,59	8.605,37	1,00	14,00	7.761,60	843,77	6,66
31,00	3,00	17,00	282.744,00	292.825,13	10.924,89	1,00	14,00	7.761,60	3.163,29	24,97

Tabel 4.31
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Agustus

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Agustus										
7,00	2,00	15,00	116.424,00	128.277,38	15.016,68	1,00	20,00	11.088,00	3.928,68	31,01
14,00	2,00	15,00	116.424,00	128.277,38	15.782,06	1,00	20,00	11.088,00	4.694,06	37,06
21,00	2,00	15,00	116.424,00	128.277,38	16.547,44	1,00	20,00	11.088,00	5.459,44	43,10
30,00	2,00	15,00	149.688,00	164.928,06	20.699,50	1,00	20,00	11.088,00	9.611,50	75,88

Tabel 4.32
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan September

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
September										
7,00	3,00	19,00	221.205,60	229.998,18	18.404,08	1,00	20,00	11.088,00	7.316,08	57,76
14,00	3,00	19,00	221.205,60	229.998,18	16.108,67	1,00	20,00	11.088,00	5.020,67	39,63
21,00	3,00	19,00	221.205,60	229.998,18	13.813,25	1,00	20,00	11.088,00	2.725,25	21,51
31,00	3,00	19,00	316.008,00	328.568,83	15.286,08	1,00	20,00	11.088,00	4.198,08	33,14

Tabel 4.33
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Oktober

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Oktober										
7,00	2,00	13,00	100.900,80	107.238,44	10.535,72	1,00	13,00	7.207,20	3.328,52	26,28
14,00	2,00	13,00	100.900,80	107.238,44	9.666,15	1,00	13,00	7.207,20	2.458,95	19,41
21,00	2,00	13,00	100.900,80	107.238,44	8.796,59	1,00	13,00	7.207,20	1.589,39	12,55
30,00	2,00	13,00	129.729,60	137.877,99	9.737,78	1,00	13,00	7.207,20	2.530,58	19,98

Tabel 4.34
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan November

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
November										
7,00	3,00	20,00	232.848,00	244.336,00	14.018,57	1,00	22,00	12.196,80	1.821,77	14,38
14,00	3,00	20,00	232.848,00	244.336,00	13.309,77	1,00	22,00	12.196,80	1.112,97	8,79
21,00	3,00	20,00	232.848,00	244.336,00	12.600,97	1,00	22,00	12.196,80	404,17	3,19
31,00	3,00	20,00	332.640,00	349.051,42	16.815,59	1,00	22,00	12.196,80	4.618,79	36,46

Tabel 4.35
Hasil Perencanaan Pemompaan Tahunan Bulan Desember

Hari	Jumlah Pompa	Jam Kerja Pompa (jam)	Debit Pemompaan (m3)	Debit Air Limpasan (m3)	Volume Sisa Air (m3)	Jumlah Pompa Cadangan	Jam kerja Pompa Cadangan (jam)	Debit Pemompaan Cadangan (m3)	Volume Sisa pada <i>sump</i> (m3)	Ketinggian (cm)
Desember										
7,00	3,00	19,00	221.205,60	226.676,06	10.089,26	1,00	12,00	6.652,80	3.436,46	27,13
14,00	3,00	19,00	221.205,60	226.676,06	8.906,92	1,00	12,00	6.652,80	2.254,12	17,79
21,00	3,00	19,00	221.205,60	226.676,06	7.724,58	1,00	12,00	6.652,80	1.071,78	8,46
30,00	3,00	19,00	284.407,20	291.440,65	8.105,23	1,00	12,00	6.652,80	1.452,43	11,47