

LAMPIRAN A

DATA CURAH HUJAN

Data curah hujan ini hasil dari pemantauan yang didapat dari HSE Department PT. ANTAM, Unit Bisnis Pertambangan Bauksit. Data curah hujan yang digunakan selama 10 tahun yakni dari tahun 2009 hingga tahun 2018.

Tabel A. 1 Data curah hujan maksimum (mm)

Bulan	Curah Hujan Maksimum (mm)									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Januari	77,5	59	47,5	36,5	37	39	82	62	48	117
Februari	36	40	21,5	46	64	95	62	110	119	90
Maret	44	51	42	48	26	125	53	90	54	80
April	59,5	34,5	35	95,5	43	68	33	33	115	70
Mei	24	43	37,5	24,5	61	155	73	75	57	80
Juni	26,5	41	32	15,5	16	126	76	49	51	120
Juli	26	49,5	26	29	16	72	55	59	73	27
Agustus	22	33	14,5	21	23	72	13	28	84	40
September	24	42	15,5	25	44	23	6	81	95	70
Oktober	49	33	36,5	48	36	45	66	46	78	60
November	89	63	49	52	48	97	68	112	127	89
Desember	55	61	78	56	45,5	68	68	39	85	40
Total	532,5	550	435	497	459,5	985	655	784	986	883
Max	89	63	78	95,5	64	155	82	112	127	120

Tabel A. 2 Data curah hujan harian (mm)

Bulan	Hari Hujan (mm)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	total	max
Januari	19	19	14	18	13	14	22	20	16	11	166	22
Februari	12	12	11	18	19	7	13	23	10	11	136	23
Maret	17	17	14	23	10	13	11	20	13	17	155	23
April	17	11	15	19	17	13	16	17	16	6	147	19
Mei	11	18	14	8	19	17	15	15	18	8	143	19
Juni	10	14	11	4	8	11	12	11	11	8	100	14
Juli	8	18	8	13	15	2	19	12	11	3	109	19
Agustus	7	12	7	7	10	13	5	4	12	4	81	13
September	5	14	11	7	13	13	3	17	14	12	109	17
Oktober	20	17	18	17	14	14	9	20	18	3	150	20
November	19	19	19	19	19	20	21	18	17	19	190	21
Desember	16	21	17	23	20	18	14	19	20	22	190	23

Tabel A.3 Data jam hujan (mm)

Bulan	Jam Hujan (mm)											
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Total	Max
Januari	77,5	59	47,5	36,5	37	23	23	47	26,5	30,75	407,75	77,5
Februari	36	40	21,5	46	64	10	38	61	29,5	23,67	369,67	64
Maret	44	51	42	48	26	36	36	59	37	52	431	59
April	59,5	34,5	35	95,5	43	35	34	41	32	26,5	436	95,5
Mei	24	43	37,5	24,5	61	41	37	33	40	33,5	374,5	61
Juni	26,5	41	32	15,5	16	38,5	24	29	19,5	46,83	288,83	46,83
Juli	26	49,5	26	29	16	7	8	20	20,5	9,5	211,5	49,5
Agustus	22	33	14,5	21	23	24	7	10	70,5	8,25	233,25	70,5
September	24	42	15,5	25	44	21	8	34	41	47,67	302,17	47,67
Oktober	49	33	36,5	48	36	20	24	42	31	6,25	325,75	49
November	89	63	49	52	48	43	34	47	51	9,5	485,5	89
Desember	55	61	78	56	45,5	31	36	51	40,5	8,6	462,6	78

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN CURAH HUJAN RENCANA

Data curah hujan yang ada diambil adalah data curah hujan maksimum periode 2009-2018 dan kemudian diolah untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana. Data curah hujan maksimum dapat dilihat pada tabel B.1. Rumus untuk menghitung curah hujan rencana adalah seperti di bawah ini.

$$X_t = X + k \cdot S$$

$$k = (Y_t - Y_n) / S_n$$

Keterangan :

X_t = Curah hujan rencana (mm/hari)

k = *Reduced variate factor*

X = Curah hujan rata – rata (mm/hari)

Y_t = *Reduced variate*

Y_n = *Reduced mean*

S_d = *Standart deviation*

S_n = *Reduced standart deviation*

Tabel B.1 Curah hujan maksimum

No.	Tahun	Curah Hujan Max
1	2009	89
2	2010	63
3	2011	78
4	2012	95,5
5	2013	64
6	2014	155
7	2015	82
8	2016	112
9	2017	127
10	2018	120
Jumlah		985,5

Berdasarkan data curah hujan diatas, maka dapat dihitung curah hujan rata-ratanya adalah :

$$\begin{aligned} X \text{ rata - rata} &= \frac{985,5}{10} \\ X \text{ rata - rata} &= 98,55 \text{ mm} \end{aligned}$$

1. Periode Ulang Hujan dan Resiko Hidrologi

Penentuan periode ulang hujan dan resiko hidrologi dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Pr = 1 - \left(1 - \frac{1}{5}\right)^{10} \times 100\%$$

Dengan periode ulang hujan = 5 tahun

Umur Tambang = 10 tahun

$$\begin{aligned} Pr &= 1 - \left(1 - \frac{1}{5}\right)^{10} \times 100\% \\ &= 89,26 \% \end{aligned}$$

Tabel B.2 Periode ulang hujan dan resiko hidrologi

PU (Tahun)	Resiko Hidrologi
	%
1	100
2	99,9
3	98,27
4	94,37
5	89,26
6	83,85
7	78,59
8	73,69
9	69,21
10	65,13

2. Perhitungan Reduced Standar Deviation dan Reduced Mean

Untuk menghitung curah hujan rencana, terlebih dahulu harus dicari *Reduce Mean (Yn)*, *Reduced Variate (Yr)*, dan *Reduced Standar Deviation (Sn)* yaitu sebagai berikut:

a. *Reduced Mean*

Nilai *reduced mean* dapat diterapkan dengan menggunakan rumus sebagaiberikut :

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

Keterangan:

n = jumlah sampel

m= urutan sampel (m = 1,2,3,...)

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} Y_n &= -\ln \left(-\ln \left\{ \frac{10+1-2}{10+1} \right\} \right) \\ &= 1,56 \text{ (hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel B.3)} \end{aligned}$$

b. *Reduced Variate*

$$Y_r = -\log \left[-\log \left\{ \frac{(T-1)}{T} \right\} \right]$$

Keterangan:

T = Periode ulang tahun

Contoh perhitungan:

T = 5 tahun

$$\begin{aligned} Y_t &= -\log \left(-\log \left\{ \frac{5-1}{5} \right\} \right) \\ &= 1,5 \text{ (hasil perhitungan selanjutnya dapat di lihat Tabel B.4)} \end{aligned}$$

c. *Reduced standar Deviation*

Nilai dari *Reduced standar Deviation* ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S_n &= \sqrt{\frac{\Sigma(Y_n - \bar{Y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{9,02}{10-1}} \\ &= 1 \\ S &= \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7891,225}{10-1}} \\ &= 29,61 \end{aligned}$$

d. *Perhitungan Curah Hujan Rencana*

Berdasarkan perhitungan data curah hujan diatas, dapat dihitung curah hujan rencana (Persamaan 3.1) :

$k = \text{Reduced variate factor}$

Curah hujan rata – rata (\bar{x}) = 98,55 mm/hari

Standart deviation (S) = 29,61

Reduced mean (\bar{Y}_n) = 0,491

Reduced variate (Y_t) = 1,5

Reduced standart deviation (S_n) = 1

$k = (Y_t - Y_n) / S_n$

maka nilai k adalah:

$k = (1,5 - 0,491) / 1$

= 1,01

$X_t = X + k \cdot S$

= 98,55 + (1,01 x 29,61)

= 128,46 mm/hari

Tabel B.3 Analisis data curah hujan tahun 2015-2018

No	CH max (X) mm	(\bar{X})	$(X-\bar{X})$	$X-(\bar{X})^2$	n	m	Yn	(\bar{Yn})	$Yn-(\bar{Yn})$	$(Yn-(\bar{Yn})^2$	Sn
1	89	98,55	-9,55	91,2025	10	2	1,56	0,491	1,069	1,14276	1
2	63		-35,55	1263,803	10	5	0,51		0,019	0,00036	
3	78		-20,55	422,3025	10	3	1,16		0,669	0,44756	
4	95,5		-3,05	9,3025	10	7	-0,02		-0,511	0,26112	
5	64		-34,55	1193,703	10	1	2,36		1,869	3,49316	
6	155		56,45	3186,603	10	4	0,8		0,309	0,09548	
7	82		-16,55	273,9025	10	8	-0,26		-0,751	0,564	
8	112		13,45	180,9025	10	10	-0,88		-1,371	1,87964	
9	127		28,45	809,4025	10	9	-0,54		-1,031	1,06296	
10	120		21,45	460,1025	10	6	0,22		-0,271	0,07344	
Jumlah	985,5			7891,225					9,02049		

Tabel B.4 Curah hujan rencana pada periode ulang hujan

Periode Ulang Hujan	2	3	4	5	6	7	8	9	10
nilai Yt (mm)	0,37	0,9	1,25	1,5	1,7	1,87	2,01	2,14	2,25
Nilai Yn Rata-rata (mm)	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491	0,491
Nilai Sn (mm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Faktor Reduced Variate (k) (mm)	0,121	0,409	0,759	1,01	1,209	1,379	1,519	1,649	1,759
Nilai SD (mm)	29,61	29,61	29,61	29,61	29,61	29,61	29,61	29,61	29,61
Curah hujan harian rata-rata	98,55	98,55	98,55	98,55	98,55	98,55	98,55	98,55	98,55
Curah hujan harian rencana	102,13	110,66	121,02	128,46	134,35	139,38	143,53	147,38	150,63

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN INTENSITAS CURAH HUJAN

Perhitungan intensitas curah hujan digunakan untuk dasar perhitungan air limpasan, perhitungan intensitas curah hujan menggunakan metode *Mononobe*

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

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Waktu konsentrasi hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan rencana (mm)

1. Perhitungan Jam Hujan

Tabel C.1 Jam hujan di sekitar daerah penelitian

tahun	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	total
total jam hujan (mm)	532,5	550	435	497	459,5	329,5	309	474	439	255,35	4280,85
Total hari hujan (mm)	161	192	159	176	177	155	160	196	176	124	1676

$$\begin{aligned}
 \text{Jam Hujan} &= \frac{\text{Total jam hujan}}{\text{Total hari hujan}} \\
 &= \frac{4280,85}{1676} \\
 &= 2,55 \text{ jam/hari}
 \end{aligned}$$

Harga R_{24} adalah besarnya curah hujan maksimum yang telah ditentukan yaitu sebesar 128,46 dan rata-rata lamanya hujan dalam satu hari yaitu 2,55 jam. Pada perhitungan intensitas curah hujan, dikonversikan dari curah hujan harian menjadi jumlah curah hujan dalam satuan jam, sehingga besarnya intensitas hujan (I) adalah:

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \\
 I &= \frac{128,46}{24} \left[\frac{24}{2,55} \right]^{2/3} = 23.86 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN D

PERHITUNGAN KOEFISIEN LIMPASAN DAN DEBIT LIMPASAN

Penentuan koefisien limpasan adalah dengan cara pengamatan langsung ke lokasi penambangan dan berdasarkan peta topografi. Harga koefisien limpasan memperhatikan berbagai faktor, yaitu vegetasi, topografi, tata guna lahan dan jenis tanah. Penentuan harga koefisien limpasan dilakukan dengan memperkirakan persebaran luas area dengan kondisi yang berbeda. Sehingga dari berbagai kondisi daerah tangkapan hujan, diperoleh harga koefisien limpasan yang sesuai dengan kondisi vegetasi, kondisi topografi, dan kondisi tanah.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi harga koefisien limpasan, antara lain kondisi permukaan tanah, kerapatan vegetasi, luas daerah tangkapan hujan, kemiringan permukaan tanah, dan lain-lain. Nilai koefisien limpasan untuk metode rasional (*Hassing, 1995*) dapat dilihat pada tabel D. 1.

Tabel D. 1 Nilai koefisien limpasan

Koefisien Aliran $C = C_t + C_s + C_v$					
Topografi	C_t	Tanah	C_s	Vegetasi	C_v
Datar (<1%)	0,03	Pasir Dan Gravel	0,04	Hutan	0,04
Bergelombang (1 - 10%)	0,08	Lempung Berpasir	0,08	Pertanian	0,11
Perbukitan (10 - 20%)	0,16	Lempung Dan Lanau	0,16	Padang Rumput	0,21
Pegunungan (>20%)	0,26	Lapisan Batu	0,26	Tanpa Tanaman	0,28

1. Perhitungan koefisien limpasan pada daerah tangkapan hujan adalah sebagai berikut:

$$\text{Luas daerah tangkapan hujan} = 1,032 \text{ km}^2$$

$$\text{Koefisien limpasan } (C_t + C_s + C_v) = 0,16 + 0,04 + 0,04$$

$$\text{Koefisien limpasan } (C) = 0,24$$

Luasan daerah tangkapan hujan pada daerah penelitian dapat diketahui dengan bantuan *Autocad* 2017.

2. Perhitungan debit air limpasan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Adapun debit air limpasan untuk daerah tangkapan hujan sebagai berikut:

$$\text{Luas daerah tangkapan hujan (A)} = 1,032 \text{ km}^2$$

$$\text{Intensitas curah hujan rata-rata (I)} = 23,86 \text{ mm/jam (Lampiran C)}$$

$$\text{Koefisien limpasan (C)} = 0,24$$

$$Q = 0,278 \times 0,24 \times 23,86 \times 1,032 = 1,64 \text{ m}^3/\text{detik}$$

LAMPIRAN E

JAM KERJA

Tabel F. 1 Jam kerja

Shift I					
Hari	Jam Kerja		Istirahat		Total
Senin	07:30-18:00	10,5 jam	12:00-13:00	1 jam	9,5 jam
Selasa	07:30-18:00	10,5 jam	12:00-13:00	1 jam	9,5 jam
Rabu	07:30-18:00	10,5 jam	12:00-13:00	1 jam	9,5 jam
Kamis	07:30-18:00	10,5 jam	12:00-13:00	1 jam	9,5 jam
Jumat	07:30-18:00	10,5 jam	11:00-13:00	2 jam	8,5 jam
Sabtu	07:30-18:00	10,5 jam	12:00-13:00	1 jam	9,5 jam
Minggu	Libur				
Total					56 jam
Rata-Rata					9,3 jam

(Sumber: Data perusahaan PT. Antam UBP Bauksit Tayan)

No	Bulan	Hari	Minggu	Libur Nasional
1	Januari	31	4	1
2	Februari	28	4	1
3	Maret	31	5	1
4	April	30	4	2
5	Mei	31	4	3
6	Juni	30	5	6
7	Juli	31	4	0
8	Agustus	31	4	2
9	September	30	5	1
10	Oktober	31	4	0
11	November	30	4	1
12	Desember	31	5	2

1 Tahun = 365 Hari	52 Minggu
1 Tahun 20 Hari Libur Nasional	
Jumlah Jam Kerja	293
Tersedia 1 Tahun	

Tabel. F.2 Jam kerja tambang per tahun

No	jam kerja tambang/tahun	tahun 1	
1	Hari kalender	365	Hari/tahun
2	Hari libur nasional	20	Hari / tahun
3	Hari libur (minggu)	52	Hari / tahun
4	Hari kerja/tahun	293	Hari / tahun
5	Ketersediaan jam kerja/hari	9,3	Jam//hari
6	Ketersediaan jam kerja /tahun	2724,9	Jam/tahun
7	Waktu hilang yang direncanakan/hari		
	a. Istirahat makan	1,1	Jam/hari
	b. Persiapan	0,55	Jam/hari
	c. Safety talk	0,33	Jam/hari
	Jumlah	1,98	Jam/hari
8	Waktu hilang yang direncanakan/hari	580,14	Jam/tahun
9	Ketersediaan jam/tahun	2144,76	Jam/tahun
10	Waktu hilang yang tidak direncanakan		
	a. Faktor hujan	4,50%	
	b. Tempat kerja licin (slippery) (%)	4,60%	
	Jumlah	9,10%	
	Ketersediaan waktu karena waktu yang hilang tidak direncanakan	90,90%	
	Ketersediaan jam/tahun	1949,5868	Jam/tahun
	Jam kerja efektif	1950,00%	Jam/tahun

Maka 1950 jam/tahun = 7.020.000 detik/tahun

LAMPIRAN F
PERHITUNGAN DEBIT MATERIAL TAILLING
DAN DENSITY MATERIAL TAILLING

Debit material tailing yang masuk ke kolam tailing diketahui dari perhitungan faktor konkresi dan target produksi pencucian bauksit. Faktor konkresi (*Concreation Factor*) adalah perbandingan antara berat bauksit setelah dicuci dengan berat bauksit kotor sebelum dicuci. Berdasarkan RKAP tahun 2019, target produksi ditetapkan sebesar 3.175.000 wmt WBx dengan faktor konkresi 60%, sehingga dalam perhitungan menggunakan cara sebagai berikut:

1. Target produksi *washed bauxite* 3.175.000 wmt/tahun maka didapat berat material *crude bauxite* dan material tailing sebesar:

$$\frac{3.175.000}{0,6} = 5.291.666,67 \text{ CBx wmt/tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Tailing} &= \text{CBx} - \text{WBx} \\ &= 5.291.666,67 \text{ wmt/tahun} - 3.175.000 \text{ wmt/tahun} \\ &= 2.116.666,67 \text{ ton tailing/tahun} \end{aligned}$$

2. Density material tailing

Diketahui:

$$\text{Berat tallang} = 528 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tallang} + \text{tailing (basah)} = 824 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tailing (basah)} = 296 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tallang} + \text{tailing (kering)} = 608 \text{ gram}$$

$$\text{Berat tailing (kering)} = 80 \text{ gram}$$

$$\text{Air} = 200 \text{ ml, tinggi air} = 2,8 \text{ cm}$$

$$\text{Air} + \text{tailing} = x, \text{ tinggi air} + \text{tailing} = 3,5$$

$$X = \frac{200 \times 3,5}{2,8} = 250 \text{ ml}$$

$$\text{Tailing} = 200 \text{ ml} - 250 \text{ ml} = 50 \text{ ml} = 50 \text{ cm}^3 = 50 \text{ cc}$$

$$\text{Density tailing} = \frac{80 \text{ gr}}{50 \text{ cm}^3} = 1,6 \text{ gr/cm}^3$$

Berat density material tailing 1,6 ton/m³ didapat debit yang akan masuk ke dalam kolam sedimen adalah :

$$\frac{2.116.666,67 \text{ ton tailing/tahun}}{7.020.000 \text{ detik/tahun}} = 0,3 \text{ ton/detik}$$

$$\frac{0,3 \text{ ton/detik}}{1,6 \text{ ton/m}^3} = 0,19 \text{ m}^3/\text{detik}$$

LAMPIRAN G

PERHITUNGAN PERSEN PADATAN

Untuk menghitung persen padatan yang masuk kolam sedimen digunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ padatan} = \frac{\text{Berat padatan}}{\text{Berat lumpur}} \times 100\%$$

Perhitungan persen padatan digunakan untuk mengetahui berapa banyak padatan yang terbawa oleh air. Hasil perhitungan yang diperoleh yaitu sebagai berikut:

- Sampel I

$$\text{Berat talang + sampel} = 883,2 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan} = 227,3 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang} = 128 \text{ gr}$$

$$\% \text{ padatan} = \frac{227,3 - 128}{883,2 - 128} \times 100\%$$

$$= 13,15\%$$

- Sampel II

$$\text{Berat talang + sampel} = 882,5 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan} = 220 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang} = 128 \text{ gr}$$

$$\% \text{ padatan} = \frac{220 - 128}{882,5 - 128} \times 100\%$$

$$= 12,19\%$$

- Sampel III

$$\text{Berat talang + sampel} = 862,1 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan} = 212,4 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang} = 128 \text{ gr}$$

$$\% \text{ padatan} = \frac{212,4 - 128}{862,1 - 128} \times 100\%$$

$$= 11,5\%$$

- Sampel IV

$$\text{Berat talang + sampel} = 841,8 \text{ gr}$$

$$\text{Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan} = 205,7 \text{ gr}$$

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{205,7 - 128}{841,8 - 128} \times 100\% \\ &= 10,89\%\end{aligned}$$

- Sampel V

Berat talang + sampel = 827,2 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 194,6 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{194,6 - 128}{827,2 - 128} \times 100\% \\ &= 9,53\%\end{aligned}$$

- Sampel VI

Berat talang + sampel = 805,1 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 185,9 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{185,9 - 128}{805,1 - 128} \times 100\% \\ &= 8,55\%\end{aligned}$$

- Sampel VII

Berat talang + sampel = 807 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 171,7 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{171,7 - 128}{807 - 128} \times 100\% \\ &= 6,44\%\end{aligned}$$

- Sampel VIII

Berat talang + sampel = 789,8 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 155,2 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{155,2 - 128}{789,8 - 128} \times 100\% \\ &= 4,11\%\end{aligned}$$

- Sampel IX

Berat talang + sampel = 761,2 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 143,5 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{143,5 - 128}{761,2 - 128} \times 100\% \\ &= 2,45\%\end{aligned}$$

- Sampel X

Berat talang + sampel = 742,8 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 137 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{137 - 128}{742,8 - 128} \times 100\% \\ &= 1,46\%\end{aligned}$$

- Sampel XI

Berat talang + sampel = 733,1 gr

Berat talang + sampel yang sudah dikeringkan = 134,6 gr

Berat talang = 128 gr

$$\begin{aligned}\% \text{ padatan} &= \frac{134,6 - 128}{733,1 - 128} \times 100\% \\ &= 1,09\%\end{aligned}$$

LAMPIRAN H

KECEPATAN PENGENDAPAN MATERIAL

Untuk menentukan luas kolam pengendapan terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain ukuran dan bentuk partikel padatan kecepatan aliran serta persen padatan.

Kecepatan pengendapan material secara analitis dapat dihitung berdasarkan parameter dan anggapan (asumsi) sebagai berikut:

1. Hukum *Stokes* berlaku bila persen padatan kurang dari 40% dan untuk lebih dari 40% berlaku hukum *Newton*
2. Diameter partikel padatan tidak boleh lebih dari 2×10^{-6} m, sebab ukuran yang lebih besar akan memberikan keluaran luas kolam yang tidak memadai.
3. Kekentalan air $1,31 \times 10^{-6}$ kg/ms.
4. Partikel padatan dalam lumpur adalah material yang sejenis.
5. Batasan ukuran partikel yang diperbolehkan keluar dari settling pond diketahui.
6. Ukuran partikel yang boleh keluar dalam pengendapan diketahui.
7. Perbandingan cairan dan padatan telah ditentukan.

Kecepatan pengendapan dapat dihitung dengan menggunakan rumus hukum *Stokes* dan hukum *Newton*. Hukum *Stokes* berlaku bila padatan lebih sedikit dari air dengan presentase kurang dari 40%, sedangkan bila persen padatan lebih dari 40% berlaku hukum *Newton*. Adapun rumus dan keterangan rumus pada hukum “Stokes”.

Berdasarkan persen solid yang didapatkan yaitu $< 40\%$ maka rumus yang dipakai untuk menghitung kecepatan pengendapan adalah hukum *Stokes* yaitu:

$$v_t = \frac{g \cdot D^2 \cdot (p_s - p_a)}{18 \mu}$$

Keterangan:

- v_t = kecepatan pengendapan partikel (m/detik)
 g = percepatan gravitasi ($9,8 \text{ m/detik}^2$)

- ρ_s = berat jenis partikel padatan (1.600 kg/m³)
 ρ_a = berat jenis air (1.000 kg/m³)
 μ = kekentalan dinamik air (1,31 x 10⁻⁶ kg/m.detik)
 D = diameter partikel padatan (2 x 10⁻⁶ m)

Dengan demikian kecepatan pengendapan partikel yang terkandung dalam *slurry* adalah

$$\begin{aligned}
 v_t &= \frac{9,8 \text{ m/detik}^2 \times (2 \times 10^{-6})^2 \text{ m} \times 1.600 \text{ kg/m}^3 - 1.000 \text{ kg/m}^3}{18 \times 1,31 \times 10^{-6} \text{ kg/m} \cdot \text{detik}} \\
 &= 0,001 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

LAMPIRAN I

DEBIT AIR HASIL PENCUCIAN BAUKSIT YANG MASUK MENUJU KOLAM SEDIMEN

Pompa yang yang digunakan untuk memompa air dari *waterpool* untuk keperluan pencucian bauksit yaitu “*KENFLO PUMP RA 250/40*” dengan debit optimum pompa sebesar 540 m³/jam.

Berdasarkan data aktual penggunaan air pompa didapatkan debit rata-rata pompa sebesar 784,8 m³/jam atau 0,218 m³/detik. Dengan membandingkan kapasitas optimum pompa 540 m³/jam maka dibutuhkan jumlah pompa yang digunakan sebanyak 2 unit pompa untuk bekerja secara optimal. Adapun total air pencucian bauksit dalam setahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Total air pencucian} &= \text{debit pompa aktual} \times \text{jam kerja 1 tahun} \\ &= 0,218 \text{ m}^3/\text{detik} \times 7.020.000 \text{ detik/tahun} \\ &= 1.530.360 \text{ m}^3/\text{tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penggunaan air pencucian} &= 784,8 \text{ m}^3/\text{jam} \times 9,3 \text{ jam/hari} \\ &= 7298,64 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

Setelah diketahui debit pemompaan maka dapat dicari *slurry* dan air limpasan yang mengalir menuju saluran terbuka dan masuk kolam sedimen sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Debit total:} \\ &= Q \text{ limpasan DTH I} + Q \text{ material } \textit{tailing} + Q \text{ air Pencucian.} \\ &= 1,64 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,19 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,218 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 2,048 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

LAMPIRAN J

PERHITUNGAN PERSENTASE PENGENDAPAN

Persentase pengendapan bertujuan untuk mengetahui seberapa efisien kolam sedimen dalam mengendapkan partikel padatan dari hasil pencucian bauksit.

Waktu yang dibutuhkan partikel untuk mengendap dengan kecepatan (v , m/s) sejauh (h) pada kolam 13 atau *waterpool* adalah:

Diketahui:

$$v_t = 0,001 \text{ m/detik}$$

$$Q_{\text{total}} = 2,048 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$P = 531 \text{ m}$$

$$L = 56 \text{ m}$$

$$H = 7 \text{ m}$$

Nilai P dan L didapatkan dari perhitungan yang dilakukan menggunakan *Software Autocad 2017*, dengan mencari panjang dan lebar kolam sedimen tersebut.

$$t_v = \frac{h}{v_t}$$

$$= \frac{7}{0,001} = 7.000 \text{ detik} = 116,67 \text{ menit}$$

$$v_h = \frac{Q_t}{L.H}$$

$$= \frac{2,048 \text{ m}^3/\text{detik}}{(56 \times 7) \text{ m}^2} = 0,005 \text{ m/detik}$$

$$t_h = \frac{P}{v_h}$$

$$= \frac{531 \text{ m}}{0,005 \text{ m/detik}} = 106.200 \text{ detik}$$

$$= 1770 \text{ menit}$$

$$= 29,5 \text{ jam atau } 29 \text{ jam } 30 \text{ menit}$$

$$\text{Persentase pengendapan} = \frac{\text{waktu yang dibutuhkan air keluar (th)}}{\text{th} + \text{waktu pengendapan}(t_v)} \times 100\%$$

$$= \frac{1770 \text{ menit}}{(1770 + 116,67) \text{ menit}} \times 100\% = 93,81\%$$

LAMPIRAN K

PERHITUNGAN JUMLAH MATERIAL YANG MENGENDAP

Hasil perhitungan debit pencucian bijih bauksit dan material *tailing* didapatkan sebesar $(0,19 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,218 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,408 \text{ m}^3/\text{detik})$ dengan jam kerja 9,3 jam (Lampiran F). Sedangkan debit air limpasan dan debit yang langsung masuk kolam sedimentasi adalah sebesar $1,64 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan jumlah jam hujan 2,55 jam (Lampiran C), maka dapat diketahui bahwa total volume air dan padatan adalah:

$$\begin{aligned} &= (0,408 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \text{ detik/jam} \times 9,3 \text{ jam/hari}) + (1,64 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3600 \\ &\quad \text{detik/jam} \times 2,55 \text{ jam/hari}) \\ &= 13.659,84 + 15055,2 \\ &= 28.715,04 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Saluran terbuka:

$$\text{Volume padatan sampel I} = 13,15\% \times 28.715,04 \text{ m}^3/\text{hari} = 3776,02 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel II} = 12,19\% \times 28.715,04 \text{ m}^3/\text{hari} = 3500,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume padatan di saluran terbuka} &= (3776,02 - 3500,36) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 275,66 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen I

$$= (28.715,04 - 275,66) \text{ m}^3/\text{hari} = 28.439,38 \text{ m}^3/\text{hari}$$

1. Kolam sedimentasi segmen I

$$\text{Volume padatan sampel II} = 12,19\% \times 28.715,04 \text{ m}^3/\text{hari} = 3500,36 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel III} = 11,5\% \times 28.439,38 \text{ m}^3/\text{hari} = 3270,53 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume padatan yang ada di segmen I} &= (3500,36 - 3270,53) \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 229,83 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen IV

$$= (28.439,38 - 229,83) \text{ m}^3/\text{hari} = 28209,55 \text{ m}^3/\text{hari}$$

2. Kolam sedimentasi segmen IV

$$\text{Volume padatan sampel III} = 11,5\% \times 28.439,38 \text{ m}^3/\text{hari} = 3270,53 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel IV} = 10,89\% \times 28209,55 \text{ m}^3/\text{hari} = 3072,01 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen IV} = (198,52) \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen V

$$= (28209,55 - 198,52) \text{ m}^3/\text{hari} = 28011,03 \text{ m}^3/\text{hari}$$

3. Kolam sedimentasi segmen V

$$\text{Volume padatan sampel IV} = 10,89\% \times 28209,55 \text{ m}^3/\text{hari} = 3072,02 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel V} = 9,53\% \times 28011,03 \text{ m}^3/\text{hari} = 2669,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen V} = (402,57) \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen VI

$$= (28011,03 - 402,57) \text{ m}^3/\text{hari} = 27608,46 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4. Kolam sedimentasi segmen VI

$$\text{Volume padatan sampel V} = 9,53\% \times 28011,03 \text{ m}^3/\text{hari} = 2669,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel VI} = 8,55\% \times 27608,46 \text{ m}^3/\text{hari} = 2360,52 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen VI} = (308,93) \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen IX

$$= (27608,46 - 308,93) \text{ m}^3/\text{hari} = 27299,53 \text{ m}^3/\text{hari}$$

5. Kolam sedimentasi segmen IX

$$\text{Volume padatan sampel VI} = 8,55\% \times 27608,46 \text{ m}^3/\text{hari} = 2360,52 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel VII} = 6,44\% \times 27299,53 \text{ m}^3/\text{hari} = 1758,09 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen IX} = (602,43) \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen VIII

$$= (27299,53 - 602,43) \text{ m}^3/\text{hari} = 26697,1 \text{ m}^3/\text{hari}$$

6. Kolam sedimentasi segmen VIII

$$\text{Volume padatan sampel VII} = 6,44\% \times 27299,53 \text{ m}^3/\text{hari} = 1758,09 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel VIII} = 4,11\% \times 26697,1 \text{ m}^3/\text{hari} = 1097,25 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen VIII} = (660,84) \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen X

$$= (26697,1 - 660,84) \text{ m}^3/\text{hari} = 26036,26 \text{ m}^3/\text{hari}$$

7. Kolam sedimentasi segmen X

$$\text{Volume padatan sampel VIII} = 4,11\% \times 26697,1 \text{ m}^3/\text{hari} = 1097,25 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel IX} = 2,45\% \times 26036,26 \text{ m}^3/\text{hari} = 637,89 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen X} = (459,36) \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume air dan padatan menuju kolam segmen XI

$$= (26036,26 - 459,36) \text{ m}^3/\text{hari} = 25576,9 \text{ m}^3/\text{hari}$$

8. Kolam sedimentasi segmen XI

$$\text{Volume padatan sampel IX} = 2,45\% \times 26036,26 \text{ m}^3/\text{hari} = 637,89 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel X} = 1,46\% \times 25576,9 \text{ m}^3/\text{hari} = 373,42 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen XI} = (264,47) \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume air dan padatan menuju kolam segmen } \textit{waterpool}$$

$$= (25576,9 - 264,47) \text{ m}^3/\text{hari} = 25312,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$

9. Kolam sedimentasi segmen *waterpool*

$$\text{Volume padatan sampel X} = 1,46\% \times 25576,9 \text{ m}^3/\text{hari} = 373,42 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan sampel XI} = 1,09\% \times 25312,43 \text{ m}^3/\text{hari} = 275,91 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume padatan yang ada di segmen } \textit{waterpool} = (97,51) \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume air dan padatan kolam segmen } \textit{waterpool}$$

$$= (25312,43 - 97,51) \text{ m}^3/\text{hari} = 25.214,92 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pengendapan} &= 97,51 \text{ m}^3/\text{hari} \times 93,81\% (\text{persentase pengendapan}) \\ &= 91,47 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Air yang dibutuhkan untuk pencucian bijih bauksit = 7.298,64 m³/hari (Lampiran J) sehingga air yang digunakan untuk pencucian bijih bauksit yang ada di *waterpool* masih terpenuhi.

LAMPIRAN L

PERHITUNGAN POMPA

1. Head Pompa Area Kolam 13

Jenis pompa lumpur yang digunakan saat ini adalah *amor pump* type AH-M berdasarkan spesifikasinya pompa mempunyai rpm maksimal 1800 rpm, maksimum total *head* 80 meter, dan maximum *flowrate* 600 m³/jam, Pipa keluaran air yang digunakan adalah pipa HDPE PN10 dengan diameter 12 inchi (30,48 cm). kedalaman sisi isap pompa adalah -7 m dan ketinggian sisi keluaran adalah 8,13 m dengan jumlah belokan ada 2 dengan masing-masing sudut belokan 45° dan 25°, dan dengan panjang pipa 375 m dan debit pemompaan yang dapat dikeluarkan sebesar 282,35 m³/jam.

1. Julang statis h_s

$$h_s = h_2 - h_1$$

$$h_s = 8,13 - (-7)$$

$$h_s = 15,13 \text{ meter}$$

2. Kecepatan aliran air dalam pipa H_v

$$H_v = \frac{v^2}{2g}$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{282,35}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,3048)^2}$$

$$V = 3.867,808 \text{ m/jam}$$

$$V = 1,074 \text{ m/detik}$$

$$H_v = \frac{1,074^2}{19,6}$$

$$H_v = 0,058 \text{ meter}$$

3. Julang gesek h_f (*friction head*)

$$H_f = \left(\frac{10,666 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,85}} \right) \times L$$

Nilai C merupakan koefisien kekasaran pipa, karena pipa yang digunakan adalah pipa jenis PVC, maka nilai koefisien kekasarannya sebesar 140.

$$H_f = \left(\frac{10,666 \times 282,35^{1,85}}{140^{1,85} \times 0,305^{4,85}} \right) \times 375$$

$$H_f = 1,211 \text{ meter}$$

4. Julang kerugian belokan HI

Jumlah belokan ada 2 dengan masing-masing sudut belokan 45° dan 25°

$$HI = K \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Terlebih dahulu dicari nilai koefisien belokan (K) dengan persamaan

$$K = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{D}{2R} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0,5}$$

R = jari-jari lengkung belokan (m)

$$R = \frac{D}{\tan \frac{1}{2} \theta}$$

Untuk sudut belokan 45° .

$$R = \frac{0,305}{\tan \frac{1}{2} 45}$$

$$R = 0,776$$

$$K = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,305}{2 \times 0,776} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{45^\circ}{90} \right)^{0,5}$$

$$K = 0,135$$

$$HI = 0,135 \times \left(\frac{1,074^2}{2 \times 9,8} \right)$$

$$HI = 0,079 \text{ meter}$$

Untuk sudut belokan 25° .

$$R = \frac{0,305}{\tan \frac{1}{2} 25}$$

$$R = 1,398$$

$$K = \left[0,131 + 1,847 \left(\frac{0,305}{2 \times 1,398} \right)^{3,5} \right] \times \left(\frac{25^\circ}{90} \right)^{0,5}$$

$$K = 0,131$$

$$HI = 0,131 \times \left(\frac{1,074^2}{2 \times 9,8} \right)$$

$$HI = 0,077 \text{ meter}$$

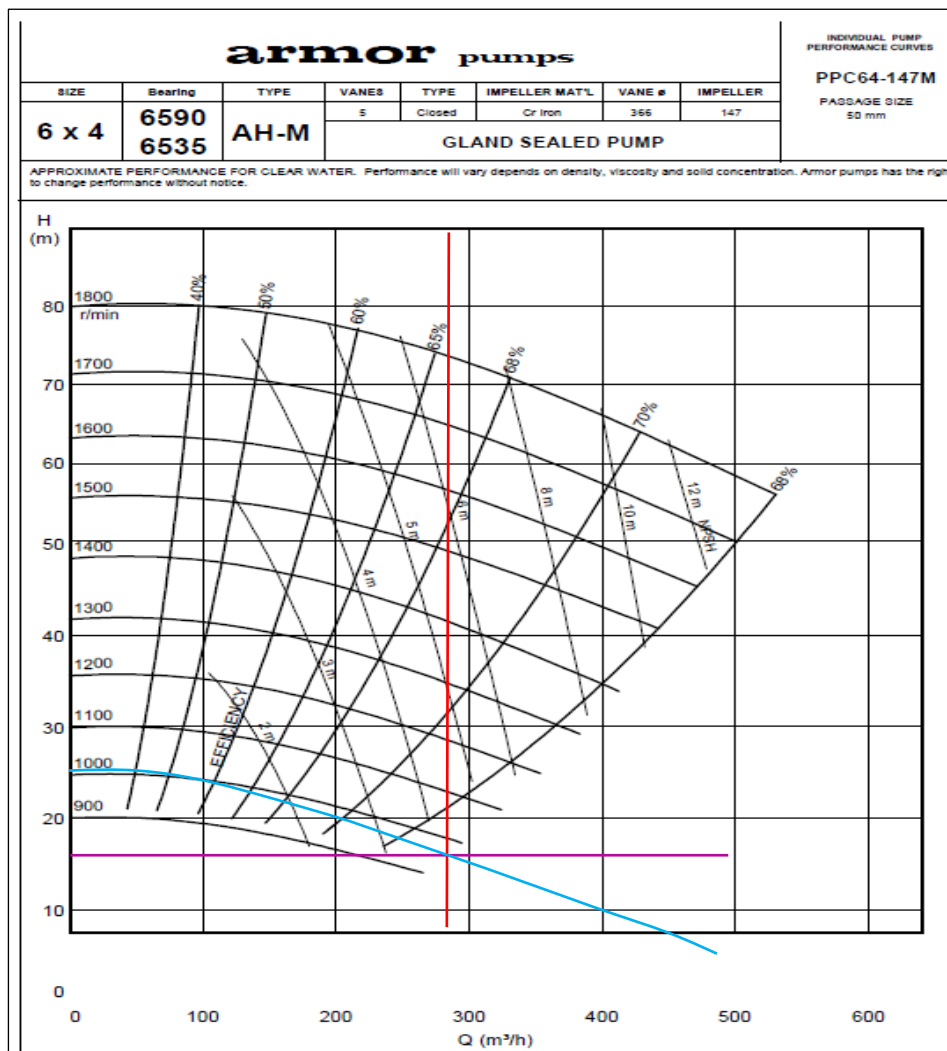
Dengan demikian julang (*head*) total pada pemompaan dengan debit 282,35 m³/jam adalah :

$$H_t = H_c + H_v + H_f + H_l$$

$$H = 15,13 + 0,058 + 1,211 + (0,079 + 0,077)$$

$$H = 16,56 \text{ meter}$$

Berdasarkan perhitungan *Head Total* pompa, dapat ditentukan nilai debit pompa, RPM, dan efisiensi pompa yang dapat digunakan.



Gambar H.1 Kurva Pompa AH-M

Keterangan:

Garis vertikal berwarna merah adalah debit

Garis horizontal berwarna pink adalah head

Garis melengkung berwarna biru adalah rpm

Dari kurva spesifikasi pompa AH-M diketahui bahwa nilai debit pompa, yaitu :

Tabel H.3 Perhitungan kapasitas pompa

Debit Pompa	Head Total	RPM	Efisiensi
282,35 m ³ /jam	16,56 m	1000	68%

2. Daya Pompa

Energi yang secara efektif diterima oleh air dari pompa per-satuan waktu disebut daya air, sedangkan daya total yang dikeluarkan oleh pompa adalah daya air ditambah kerugian daya didalam pompa. Daya total pompa ditulis sebagai berikut:

$$P = \left(\frac{\gamma \cdot H \cdot Q}{102 \cdot \eta \cdot 100} \right) \times 1000$$

Keterangan:

P = Daya pompa (KW)

γ = massa jenis cairan (1,6 gr/cm³)

H = *Head* total pompa (m)

Q = Debit pemompaan (l/detik)

η = Efisiensi pompa (%)

Berdasarkan pembacaan grafik diatas grafik diatas diketahui nilai effisiensinya adalah 68% dengan total *head* nya 16,56 m dan debit pompa 282,35 m³/jam. Jadi daya pompa yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1,6 \times 16,56 \times 282,35}{102 \times 68 \times 100} \right) \times 1000 \\ &= 10,786 \text{ KW} \end{aligned}$$

LAMPIRAN M
DATA JAM HUJAN BULAN SEPTEMBER 2019

Tabel N. 1 Jam hujan daerah penelitian

Tanggal	Jam Hujan	Tanggal	Jam Hujan
1		17	
2		18	4,5
3		19	
4		20	
5		21	
6		22	
7		23	0,5
8		24	0,5
9		25	
10		26	
11		27	
12		28	2
13		29	2,5
14	0,5	30	
15	3	Jumlah	13,5
16		Rata-Rata	0,45

Jadi, rata-rata jam hujan pada bulan Desember 2019 adalah 0,45 jam

Jika diubah ke menit = $0,45 \times 60$

= 27 menit

LAMPIRAN N

PERHITUNGAN WAKTU KERJA EFEKTIF ALAT GALI- MUAT DAN ALAT ANGKUT

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara jam kerja efektif terhadap jam kerja yang tersedia. Jam kerja efektif adalah banyaknya jumlah jam kerja yang benar benar digunakan untuk kegiatan produksi, waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$We = Wt - (Wd + Wtd)$$

Keterangan:

We = Waktu Kerja Efektif

Wt = Waktu Kerja Tersedia

Wd = Total waktu kerja dengan hambatan yang dapat dihindari

Wtd = Total Waktu kerja dengan hambatan yang tidak dapat dihindari.

Setelah memperoleh nilai waktu kerja efektif (W_e) maka kita dapat menghitung nilai efisiensi kerja dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi kerja} = \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu kerja tersedia}} \times 100\%$$

1. Jadwal Kerja

Dalam pengaturan jadwal kerja PT. Antam Unit Bisnis Pertambangan Bauksit Tayan menempatkan waktu kerja yakni senin sampai sabtu dengan dua *shift* kerja yaitu *shift* pagi dan malam. Pada penelitian yang dilakukan hanya menggunakan *shift* pagi yang bekerja pada kegiatan pemindahan lumpur dengan total waktu kerja rata rata yaitu 9,3 jam perhari (Tabel F. 1)

2. Hambatan Kerja

Berdasarkan Pengamatan di lapangan diperoleh hambatan kerja alat muat dan alat angkut (Tabel Q.1) sebagai berikut:

Tabel Q.1 Hambatan kerja pada alat gali muat dan angkut

Jenis Hambatan Tiap Shift Kerja	Hambatan Aktual (menit)	
	LA ZAXIS 210 LC	DT
Hambatan yang dapat dihindari (Wd)		
Terlambat bekerja awal <i>shift</i>	16	16
Istirahat lebih awal	15	15
Istirahat terlalu lama	10	10
Selesai sebelum waktunya	20	20
Keperluan Operator	15	20
Jumlah (menit)	76	81
Hambatan yang tidak dapat dihindari (Wtd)	LA ZAXIS 210 LC	DT
Hujan	27	27
Perbaikan jalan	22	22
Pemeriksaan alat dan pemanasan	20	23
Penyiraman Jalan Tambang	10	10
Jumlah (menit)	79	82
Jumlah Total (menit)	155	163

3. Efisiensi kerja alat gali muat

Waktu Kerja Produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned}
 W_{ke} &= W_{kt} - (W_d + W_{td}) \\
 &= 9,3 \text{ Jam} - (76 \text{ menit} + 79 \text{ menit}) \\
 &= 558 \text{ menit} - 155 \text{ menit} \\
 &= 403 \text{ menit} = 6,7 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat muat, yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja Tersedia}) \times 100\% \\
 &= (403 \text{ menit} / 558 \text{ menit}) \times 100\% \\
 &= 72,2 \%
 \end{aligned}$$

1. Effisiensi Kerja Alat Angkut

Waktu Kerja Produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu tidak produktif.

$$\begin{aligned} \text{Wke} &= \text{Wkt} - (\text{Wd} + \text{Wtd}) \\ &= 9,3 \text{ Jam} - (81 \text{ menit} + 82 \text{ menit}) \\ &= 558 \text{ menit} - 163 \text{ menit} \\ &= 395 \text{ menit} = 6,58 \text{ jam} \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat muat, yaitu:

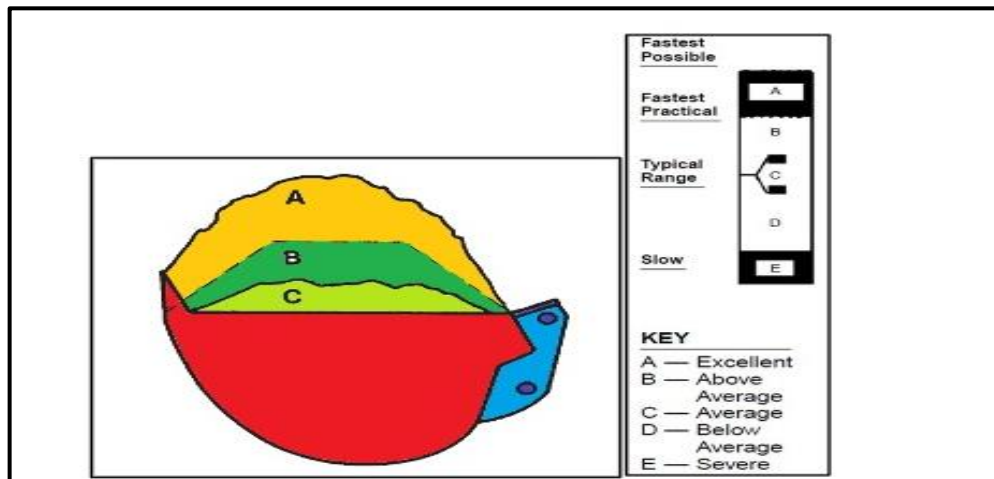
$$\begin{aligned} \text{Eff} &= (\text{Waktu kerja produktif} / \text{Waktu kerja Tersedia}) \times 100\% \\ &= (395 \text{ menit} / 558 \text{ menit}) \times 100\% \\ &= 70,78 \% \end{aligned}$$

LAMPIRAN O
BUCKET FILL FACTOR LA ZAXIS 210 LC

Average Bucket Payload = (Headped Bucket Capacity) x (Bucket Fill Factor)

Tabel O.1 Penentuan *fill factor bucket*

<i>Material</i>	<i>Fill factor range (percent of headped bucket capacity)</i>
<i>Most loarn or sandy clay</i>	A- 100-110%
<i>Sand and gravel</i>	B- 95-100%
<i>Hard, Tough Clay</i>	C- 80-90%
<i>Rock- well blasted</i>	60-75%
<i>Rock- poorly blasted</i>	40-50%



Gambar S.1 *Fill factor bucket*

Tabel O.2 *Bucket fill faktor*

No	Kap. Bucket (m ³)	kap. Bak (m ³)	Jumlah curah pengisian	Volume pengisian	BFF
1	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
2	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
3	0,45	13,8	14	0,41	91,11111
4	0,45	13,8	14	0,4	88,88889
5	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
6	0,45	13,8	14	0,4	88,88889
7	0,45	13,8	14	0,41	91,11111
8	0,45	13,8	14	0,44	97,77778
9	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
10	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
11	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
12	0,45	13,8	14	0,41	91,11111
13	0,45	13,8	14	0,44	97,77778
14	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
15	0,45	13,8	14	0,4	88,88889
16	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
17	0,45	13,8	14	0,44	97,77778
18	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
19	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
20	0,45	13,8	14	0,44	97,77778
21	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
22	0,45	13,8	14	0,44	97,77778
23	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
24	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
25	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
26	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
27	0,45	13,8	14	0,43	95,55556
28	0,45	13,8	14	0,42	93,33333
29	0,45	13,8	14	0,44	97,77778
30	0,45	13,8	14	0,4	88,88889
Rata rata					94,07407

LAMPIRAN P
CYCLE TIME ALAT GALI MUAT DAN ANGKUT

Tabel P.1 *Cycle time long arm*

No.	Loading isi (detik)	Swing berisi (detik)	Dumping (detik)	Swing kosong (detik)
1	7,45	3,81	2,21	4,18
2	6,89	7,28	3,29	3,52
3	6,15	3,72	4,33	5,13
4	8,17	4,45	3,92	5,25
5	7,57	4,87	3,26	4,45
6	7,87	5,61	3,15	4,56
7	4,39	6,8	3,87	3,72
8	6,19	5,25	3,54	4,78
9	5,56	5,75	3,12	5,29
10	6,94	5,4	3,24	5,32
11	6,76	5,54	3,57	5,35
12	7,84	5,04	3,46	6,4
13	5,12	5,2	3,97	6,02
14	11,66	3,94	4,65	5,37
15	11,74	5,22	3,37	5,52
16	8,74	4,96	3,88	5,2
17	8,26	4,53	3,69	4,36
18	12,23	4,54	3,43	5,03
19	12,64	6,15	3,14	5,18
20	9,2	4,68	3,56	4,34
21	7,56	4,58	3,11	5,01
22	9,74	5,71	3,91	5,21
23	4,83	3,94	2,69	5,03
24	7,05	3,81	2,52	4,78
25	6,9	4,36	3,45	5,55
26	9,25	4,78	2,82	4,35
27	8,22	4,32	3,14	4,89
28	7,49	4,76	3,49	5,73
29	8,83	5,45	3,61	7,23
30	7,47	5,92	3,27	4,31
Rata-rata	7,957	5,012333333	3,422	5,035333333
Cycle time	21,42666667			

Tabel P.2 *Cycle time dump truck*

No	CTa1	CTa2	CTa3	CTa4	CTa5	CTa6
1	32,31	299,74	140,15	10,22	23,21	144,3
2	33,2	302,68	155,2	11,11	24,31	154,17
3	32,24	306,74	153,25	10,47	24,5	154,42
4	34,21	301,42	161,18	11,42	24,1	162,36
5	36,32	299,32	155,3	11,31	24,42	155,47
6	34,37	300,86	162,5	11,9	23,35	161,2
7	35,21	301,98	153,26	10,31	23,32	152,4
8	33,1	304,36	161,32	11,42	24,21	161,1
9	33,21	308,7	153,47	12,1	24,28	153,4
10	32,33	309,68	150,32	11,12	23,7	157,6
11	32,21	309,96	142,16	11,21	24,21	143,3
12	33,28	306,46	152,43	12,23	23,52	155,45
Rata-rata	33,4992	304,325	153,378	11,235	23,9275	154,598
CT detik	680,9627					
CT menit	11,34937833					

LAMPIRAN Q
MECHANICAL AVAILABILITY (MA)
ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT

Mechanical Availability adalah merupakan faktor kemampuan alat yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan ataupun *maintenance* alat.

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100 \%$$

Keterangan:

MA = *Mechanical availability*

W = Jam Kerja Alat

R = Repair Hours

1. *Mechanical Availability (MA) Alat Muat*

W = 9,3 Jam

R = 0,37 Jam

$$MA = \frac{9,3}{9,3 + 0,37} \times 100\%$$

MA = 96,17 %

2. *Mechanical Availability (MA) Alat Angkut*

W = 9.3 Jam

R = 0,32 Jam

$$MA = \frac{9,3}{9,3+0,32} \times 100\%$$

MA = 96,67 %

LAMPIRAN R
PERHITUNGAN PRODUKTIFITAS AKTUAL
ALAT GALI-MUAT DAN ANGKUT

1. Produksi Alat Gali Muat

a. Produktivitas = $(3600/Ct) \times KB \times FF \times FK \times F_k$

Keterangan:

CT = *Cycle Time* (21,42 detik)

KB = *Kapasitas Bucket* (0,45 m³)

FF = *Fill Factor* (94%)

FK = *Faktor Koreksi* (efisiensi kerja = 100%)

F_k = *Faktor Konversi* (*well Factor* = 0,83)

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{3600 \text{ detik}}{21,42 \text{ detik}} \times 0,45 \text{ m}^3 \times 0,94 \times 1 \times 0,83 \\ &= 59,01 \text{ BCM/Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Alat Gali Muat/hari} &= \text{Produktivitas/jam} \times \text{waktu kerja efektif} \\ &= 59,01 \text{ BCM/Jam} \times 9,3 \text{ jam} \\ &= 548,793 \text{ BCM/hari} \times (\text{Density } 1,6 \text{ ton/m}^3) \\ &= 878,07 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

b. Produksi = $(3600/Ct) \times KB \times FF \times SF \times Ek \times MA$

Keterangan:

CT = *Cycle Time* (21,42 detik)

KB = *Kapasitas Bucket* (0,45 m³)

FF = *Fill Factor* (94%)

FK = *Faktor Koreksi* (efisiensi kerja = 72,2 %)

F_k = *Faktor Konversi* (*well Factor* = 0,83)

MA = *Mecanical availability* (96,17%)

Perhitungan:

$$P_{\text{muat}} = \frac{3600 \text{ detik}}{21,42 \text{ detik}} \times 0,45 \text{ m}^3 \times 0,94 \times 0,722 \times 0,83 \times 0,9617$$

$$= 40,97 \text{ BCM/Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi Alat Gali Muat/hari} &= \text{Produksi/jam} \times \text{waktu kerja efektif} \\ &= 40,97 \text{ BCM/Jam} \times 6,7 \text{ jam} \\ &= 274,499 \text{ BCM/hari} \times (\text{Density } 1,6 \text{ ton/m}^3) \\ &= 439.19 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

2. Produksi Alat Angkut

a. $\text{Produktivitas} = (60/\text{CTa}) \times \text{Kt} \times \text{Ek}$

Keterangan:

CTa = Waktu edar alat angkut (11,35 menit)

Kt = Kapasitas bak (*vessel*) truck (13,8 m³)

Ek = Efisiensi kerja (100 %)

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{60 \text{ menit}}{11,35 \text{ menit}} \times 13,8 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 72,95 \text{ BCM/Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Alat Angkut/hari} &= \text{Produktivitas/jam} \times \text{waktu kerja efektif} \\ &= 72,95 \text{ BCM/Jam} \times 9,3 \text{ jam} \\ &= 679,435 \text{ BCM/jam} \times (\text{Density } 1,6 \text{ ton/m}^3) \\ &= 1085,496 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

b. $\text{Produksi} = (60/\text{Ct}) \times \text{Kt} \times \text{Ek} \times \text{MA}$

Keterangan:

CTa = Waktu edar alat angkut (11,35 menit)

Kt = Kapasitas bak (*vessel*) truck (13,8 m³)

Ek = Efisiensi kerja (70,78 %)

Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \frac{60 \text{ menit}}{11,35 \text{ menit}} \times 13,8 \text{ m}^3 \times 0,7078 \times 0,9667 \\ &= 49,92 \text{ BCM/Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi Alat Angkut/hari} &= \text{Produktivitas/jam} \times \text{waktu kerja efektif} \\ &= 49,92 \text{ BCM/Jam} \times 6,58 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$= 328,47 \text{ BCM/jam} \times (\text{Density } 1,6 \text{ ton/m}^3)$$

$$= 525,552 \text{ ton/hari}$$

LAMPIRAN S

MATCH FACTOR AKTUAL

Nilai keserasian kerja (*Match Factor*) dari rangkaian alat mekanis dapat diketahui menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$MF = \frac{Na \times n \times Ctm}{Nm \times Cta}$$

Keterangan:

- MF = *Match Factor* atau faktor keserasian
- Na = Jumlah alat angkut dalam kombinasi kerja (2 unit)
- Ctm = Waktu edar alat gali-muat (0,36 menit)
- n = Banyaknya pengisian tiap satu alat angkut (14)
- Nm = Jumlah alat muat (1 unit)
- Cta = Waktu edar alat angkut (11.35 menit)

Perhitungan:

$$MF = \frac{2 \times 14 \times 0,36}{1 \times 11,35}$$

$$MF = 0.89$$

Karena nilai $MF < 1$, maka alat gali muat bekerja kurang dari 100%, sedangkan alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat.

LAMPIRAN T

MAINTENANCE KOLAM

Waktu *maintenance* pada kolam pengendapan dilakukan untuk mengetahui kapan waktu yang tepat kolam pengendapan dibersihkan dari partikel-partikel yang mengendap agar tidak terjadi pendangkalan setelah kegiatan pencucian bijih bauksit.

$$\text{Volume padatan segmen } Waterpool = 2,2 \text{ m} \times 29.736 \text{ m}^2 = 65.419,2 \text{ m}^3$$

Waktu membersihkan kolam yang mengalami pendangkalan atau sama dengan pipa *outlet* dengan menggunakan pompa adalah:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{jumlah material yang ditangani}}{\text{produksi alat perhari}} \\ &= \frac{65.419,2 \text{ m}^3}{2625,855 \text{ m}^3/\text{hari}} = 25 \text{ hari} \end{aligned}$$

waktu membersihkan kolam yang mengalami pendangkalan atau sama dengan pipa *outlet* dengan menggunakan alat gali muat adalah :

$$= \frac{65.419,2 \text{ m}^3}{548,793 \text{ m}^3/\text{hari}} = 119,19 \text{ hari}$$

Dengan waktu membersihkan kolam 25 hari dengan menggunakan pompa dan 119,19 hari dengan menggunakan alat gali muat, maka waktu pengerukkan optimum ketika padatan mencapai *outlet*:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{volume kolam hingga ketinggian } outlet \text{ (m}^3\text{)}}{\text{vol. total padatan yang berhasil diendapkan (m}^3\text{/hari)}} \\ &= \frac{65.419,2 \text{ m}^3}{91,47 \text{ m}^3/\text{hari}} = 715,2 \text{ hari} \end{aligned}$$

LAMPIRAN U

PERHITUNGAN BIAYA SEWA DAN BELI ALAT

Perhitungan biaya sewa alat bertujuan untuk mendapatkan perbandingan mengenai produktivitas *slurry pump* dan *long arm excavator* yang ditinjau dari segi biaya sewa dan beli alat.

Tabel v. 1. Komponen biaya sewa dan beli alat

Biaya Sewa Alat	Harga (Rp)/Jam
1 Set Pompa Lumpur	1.000.000,00
1 Unit <i>Long Arm Excavator</i> Zaxis 210 LC	500.000,00
1 Unit <i>Dump Truck</i> Hino Ranger FM 260 JD	362.000,00
Biaya Pembelian Alat	Harga (Rp)
1 Set Pompa Lumpur	4.243.000.000,00
1 Unit <i>Long Arm Excavator</i> Zaxis 210 Lc	1.829.000.000,00
1 Unit <i>Dump Truck</i> Nissan Cwa -260x	760.000.000,00

Alat yang digunakan dalam pemindahan lumpur yaitu 1 unit pompa lumpur, 1 unit long arm dan 2 unit dump truck.

1. Biaya sewa *slurry pump*

Biaya sewa *slurry pump* pada PT. Antam Unit Bisnis Pertambangan Bauksit Tayan yaitu Rp1.000.000,00 (satu juta rupiah)/jam, berdasarkan perhitungan maintenance kolam (Lampiran T) dan dengan umur ekonomis dari alat yaitu 5 tahun (Douglas, 1975), maka biaya yang dikeluarkan berdasarkan jam kerja perusahaan yaitu 1 *shift* adalah 9,3 jam adalah :

$$5 \text{ tahun} = 5 \times 365 \text{ hari} = 1.825 \text{ hari}$$

$$1.825 \text{ hari} : 715,2 \text{ hari} = 2,55 \text{ atau } 3 \text{ kali pembersihan}$$

$$3 \times 25 \text{ hari} = 75 \text{ hari penggunaan alat}$$

$$1 \text{ hari (1 shift)} = 9,3 \text{ jam}$$

$$= (9,3 \times \text{Rp}1.000.000)$$

$$= \text{Rp}9.300.000,00 / \text{hari}$$

$$= 75 \text{ hari} \times \text{Rp}9.300.000,00/\text{hari} = \text{Rp}697.500.000,00$$

2. Biaya sewa Long Arm Excavator Hitachi Type Zaxis 210 LC

Biaya sewa satu unit *long arm* yaitu Rp500.000,00 / jam berdasarkan perhitungan maintenance kolam (Lampiran T) dan dengan umur ekonomis dari alat yaitu 5 tahun maka biaya yang dikeluarkan berdasarkan jam kerja perusahaan yaitu 1 *shift* adalah 9,3 jam adalah :

$$5 \text{ tahun} = 5 \times 365 \text{ hari} = 1.825 \text{ hari}$$

$$1.825 \text{ hari} : 715,2 \text{ hari} = 2,55 \text{ atau } 3 \text{ kali pembersihan}$$

$$3 \times 119,19 \text{ hari} = 357,57 \text{ hari penggunaan alat}$$

$$1 \text{ hari (1 shift)} = 9,3 \text{ jam}$$

$$= (9,3 \times 500.000)$$

$$= 4.650.000 / \text{hari}$$

$$= 357,57 \text{ hari} \times \text{Rp}4.650.000 / \text{hari} = \text{Rp}1.662.700.500,00$$

3. Biaya sewa dump truck

Biaya sewa satu unit *dump truck* yaitu Rp362.000,00 / jam dengan penggunaan 2 unit *dump truck*, maka biaya yang dikeluarkan berdasarkan jam kerja perusahaan yaitu Rp724.000 / jam, berdasarkan perhitungan maintenance kolam (Lampiran T) dan dengan umur ekonomis dari alat yaitu 5 tahun maka biaya yang dikeluarkan berdasarkan jam kerja perusahaan yaitu 1 *shift* adalah 9,3 jam adalah :

$$5 \text{ tahun} = 5 \times 365 \text{ hari} = 1.825 \text{ hari}$$

$$1.825 \text{ hari} : 715,2 \text{ hari} = 2,55 \text{ atau } 3 \text{ kali pembersihan}$$

$$3 \times 119,19 \text{ hari} = 357,57 \text{ hari penggunaan alat}$$

$$1 \text{ hari (1 shift)} = 9,3 \text{ jam}$$

$$1 \text{ hari (1 shift)} = \text{Rp}6.733.200 / \text{hari}$$

$$= 357,57 \text{ hari} \times \text{Rp} 6.733.200 / \text{hari}$$

$$= \text{Rp}2.407.590.324,00$$

Tabel V. 2 Perbandingan biaya sewa dan beli alat selama penggunaan

Nama alat	Jumlah unit	Harga sewa(Rp)/jam	Harga beli (Rp)/unit	Biaya sewa penggunaan alat / 5 tahun
Pompa	1	1.000.000	4.243.000.000	697.500.000
<i>Long Arm</i> Excavator	1	500.000,00	1.829.000.000	1.662.700.500
Dump Truck	2	724.000,00	1.520.000.000	2.407.590.324

4. Perbandingan efisiensi pengadaan alat berdasarkan biaya sewa dan beli alat

a. Selisih Pompa

$$\text{Beli} = 4.243.000.000$$

$$\text{Sewa} = 697.500.000$$

$$\text{Selisih} = \frac{697.500.000}{3.545.500.000} \times 100\% = 508,32\%$$

b. Selisih alat gali muat dan angkut

$$\text{Beli} = 1.829.000.000 + 1.520.000.000 = 3.349.000.000$$

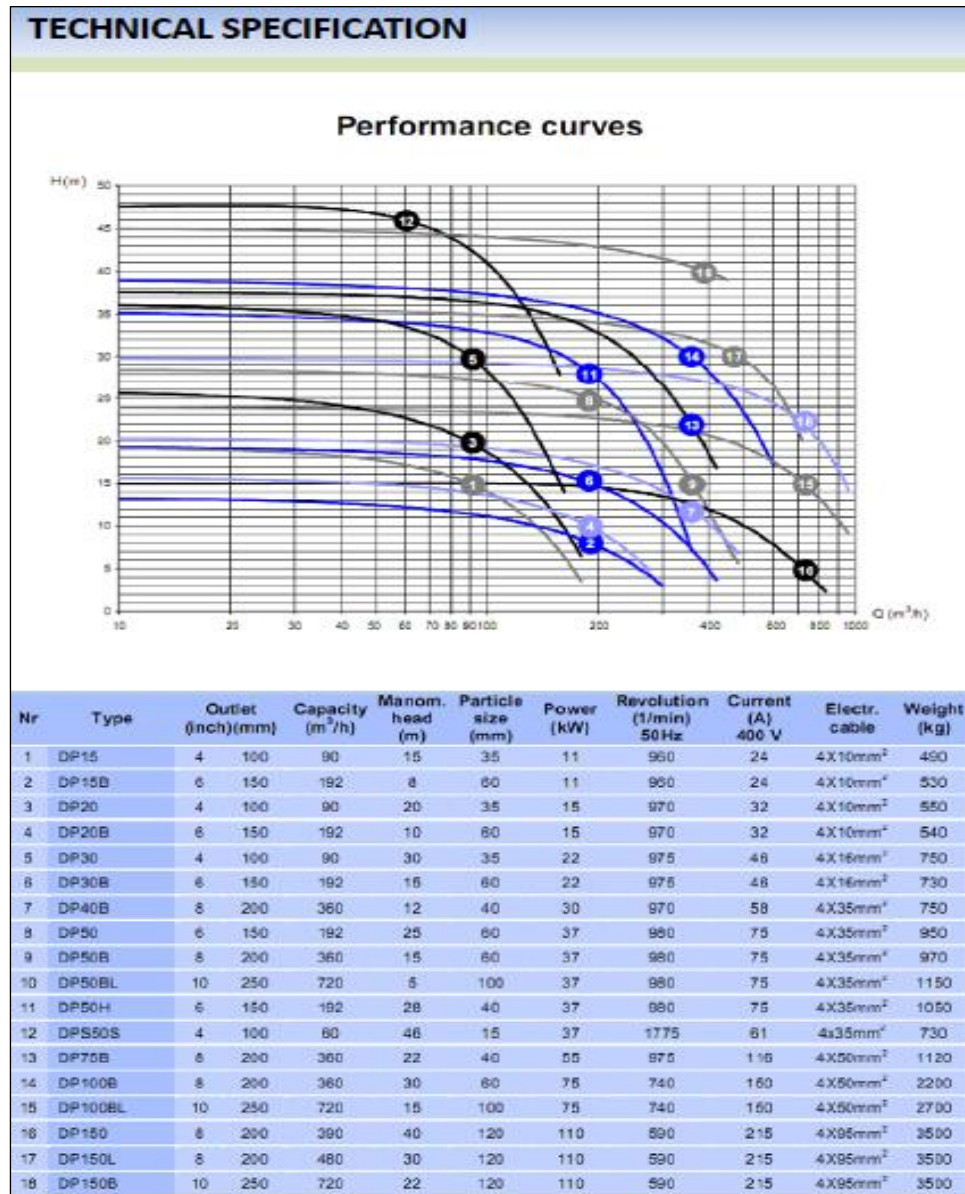
$$\text{Sewa} = 1.662.700.500 + 2.407.590.324 = 4.070.290.824$$

$$= \frac{721.290.824}{3.349.000.000} \times 100\% = 21,54\%$$

Untuk pompa menyewa lebih efisien dibandingkan dengan membeli dengan persentase efisiensi sebesar 508,32% sedangkan untuk alat gali muat dan angkut, membeli lebih efisien dibandingkan menyewa dengan persentase efisiensi sebesar 21,54%

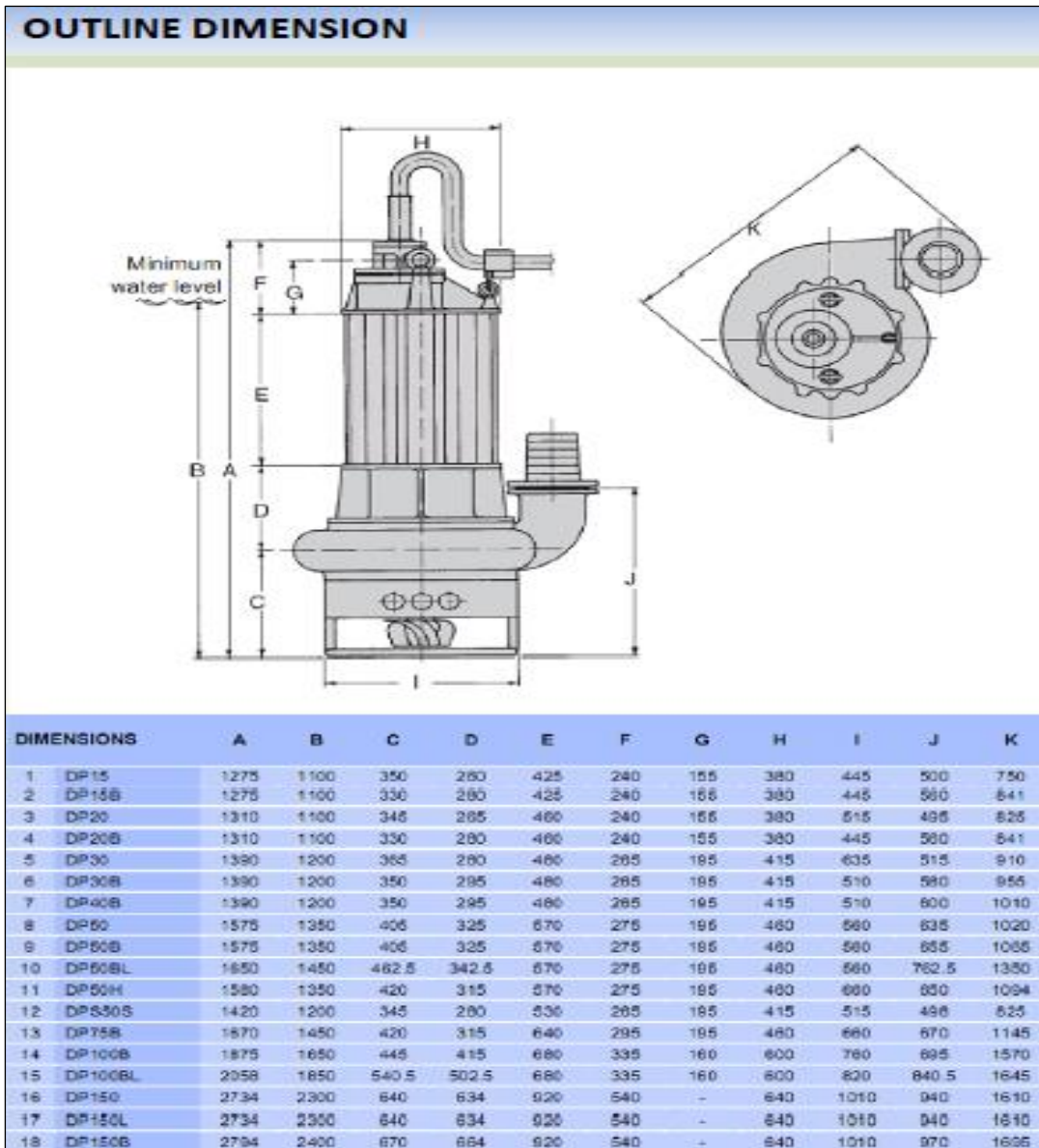
LAMPIRAN V SPESIFIKASI ALAT

1. Spesifikasi Pompa



(Sumber: Arsip PT.Antam Bauksit Tayan, 2019)

Gambar V. 1 Spesifikasi kurva performasi pompa



(Sumber: Arsip PT.Antam Bauksit Tayan, 2019)

Gambar V. 2 Spesifikasi dimensi pompa

2. Spesifikasi Long Arm Excavator Hitachi Zaxis 210 LC

SPECIFICATIONS ZX210LC			
ENGINE			
Model	Isuzu AM-4HK1X		
Type	4-cycle water-cooled, common rail direct injection		
Aspiration	Variable geometry turbocharged, intercooled, cooled EGR		
Aftertreatment	Muffler filter		
No. of cylinders	4		
Rated power			
ISO 9249, net	122 kW (164 HP) at 2 000 min ⁻¹ (rpm)		
EEC 80/1269, net	122 kW (164 HP) at 2 000 min ⁻¹ (rpm)		
SAE J1349, net	122 kW (164 HP) at 2 000 min ⁻¹ (rpm)		
Maximum torque	652 Nm (66.5 kgfm) at 1 500 min ⁻¹ (rpm)		
Piston displacement	5.190 L		
Bore and stroke	115 mm x 125 mm		
Batteries	2 x 12 V / 126 Ah		
HYDRAULIC SYSTEM			
Hydraulic pumps			
Main pumps	3 variable displacement axial piston pumps		
Maximum oil flow	2 x 212 L/min		
	1 x 189 L/min		
Pilot pump	1 gear pump		
Maximum oil flow	33.6 L/min		
Hydraulic Motors			
Travel	2 variable displacement axial piston motors		
Swing	1 axial piston motor		
Relief Valve Settings			
Implement circuit	34.3 MPa (350 kgf/cm ²)		
Swing circuit	32.4 MPa (330 kgf/cm ²)		
Travel circuit	35.5 MPa (362 kgf/cm ²)		
Pilot circuit	3.9 MPa (40 kgf/cm ²)		
Power boost	38.0 MPa (388 kgf/cm ²)		
Hydraulic Cylinders			
	Quantity	Bore	Rod diameter
Boom	2	120 mm	85 mm
Arm	1	135 mm	100 mm
Bucket	1	95 mm	65 mm
UPPERSTRUCTURE			
Revolving Frame			
D-section frame for resistance to deformation.			
Swing Device			
Axial piston motor with planetary reduction gear is bathed in oil. Swing circle is single-row. Swing parking brake is spring-set/hydraulic-released disc type.			
Swing speed	11.8 min ⁻¹ (rpm)		
Swing torque	68 kNm (6 940 kgfm)		
Operator's Cab			
Independent spacious cab, 1 005 mm wide by 1 675 mm high, conforming to ISO* Standards.			
* International Organization for Standardization			
UNDERCARRIAGE			
Tracks			
Heat-treated connecting pins with dirt seals. Hydraulic (grease) track adjusters with shock-absorbing recoil springs.			
Numbers of Rollers and Shoes on Each Side			
Upper rollers	2		
Lower rollers	8		
Track shoes	49		
Track guard	1		
Travel Device			
Each track driven by 2-speed axial piston motor. Parking brake is spring-set/hydraulic-released disc type. Automatic transmission system: High-Low.			
Travel speeds	High : 0 to 5.5 km/h		
	Low : 0 to 3.4 km/h		
Maximum traction force			
	203 kN (20 700 kgf)		
Gradeability	70% (35 degree) continuous		
SOUND LEVEL			
Sound level in cab according to ISO 6396LpA 69 dB(A)			
External sound level according to ISO 6395 and			
EU Directive 2000/14/EC LwA 101 dB(A): ZAXIS 210LC			
SERVICE REFILL CAPACITIES			
Fuel tank	400.0 L: ZAXIS 210LC		
Engine coolant	25.0 L		
Engine oil	23.0 L		
Swing device	6.2 L		
Travel device (each side)	6.8 L		
Hydraulic system	240.0 L: ZAXIS 210LC		
Hydraulic oil tank	135.0 L: ZAXIS 210LC		

(<https://pdf.directindustry.com/pdf/hitachi-construction-machinery-europe/super-long-front-zaxis-210lc-250lc-290lc-350lc/21103-578737.html>)

WEIGHTS AND GROUND PRESSURE

ZAXIS 210LC TYPE H15LD SUPER LONG FRONT

Equipped with 8.64 m boom, 5.83 m arm and 0.45 m³ bucket (SAE, PCSA heaped), 5 380 kg counterweight.

Shoe type	Shoe width	kg	kPa (kgf/cm ²)
Triple grouser	600 mm	21 900	45 (0.46)
	700 mm	22 200	39 (0.40)
	800 mm	22 500	35 (0.36)

Basic Machine Weight and Overall width



Excluding front end attachment, fuel, hydraulic oil and coolant etc. Including counterweight.

ZAXIS 210LC

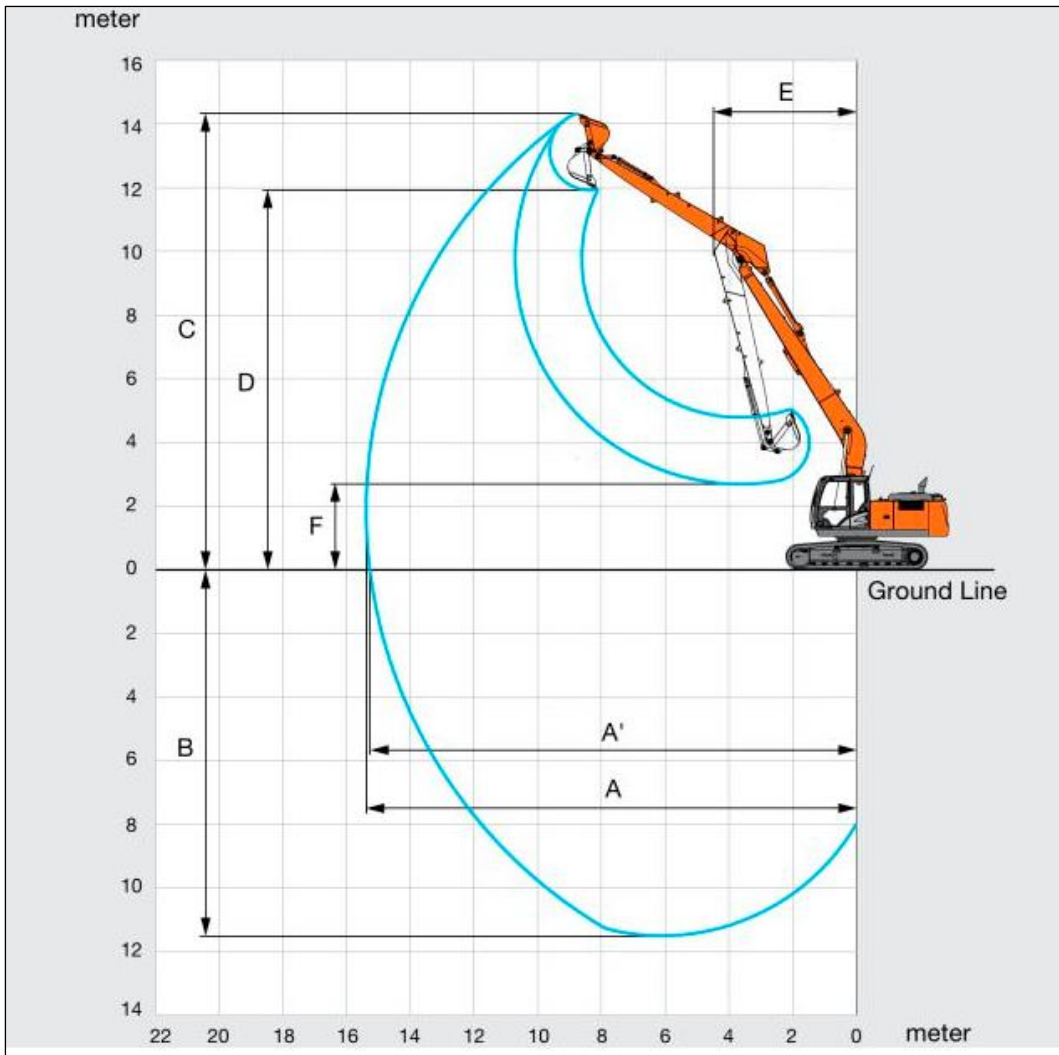
Shoe width	Weight	Overall width
600 mm	17 500 kg	2 990 mm
700 mm	17 800 kg	3 090 mm
800 mm	18 100 kg	3 190 mm

BUCKET SPECIFICATIONS AND COMPATIBILITY

ZAXIS 210LC

	Capacity ISO heaped	Width Without side cutters	Weight	Recommendation
				ZAXIS 210LC H15LD
Backhoe	0.30 m ³	580 mm	313 kg	⊙
	0.40 m ³	720 mm	361 kg	⊙
	0.45 m ³	800 mm	390 kg	⊙
Slope finishing	—	1 500 mm	356 kg	◇
Max.weight				1 290 kg

- ⊙ Suitable for materials with density of 1 800 kg/m³ or less
- ◇ Slope-finishing service



DIMENSIONS			
Unit: mm			
	ZAXIS 210LC TYPE H15LD	ZAXIS 210LCN TYPE H15LD	
A Distance between tumblers		3 660	
B Undercarriage length		4 460	
*C Counterweight clearance		1 030	
D Rear-end swing radius		2 890	
E Overall width of upperstructure	2 710		2 480
F Overall height of cab		2 950	
F' Overall height of upperstructure		3 010	
*G Min. ground clearance		450	
H Track gauge			1 980
I Track shoe width	G 600 / G 700 / G 800		G 500 / G 600
J Undercarriage width	2 990 / 3 090 / 3 190		2 480 / 2 580
K Overall width	2 990 / 3 090 / 3 190		2 500 / 2 580
L Overall length		12 720	
M Overall height of boom		3 230	
N Track height with triple grouser shoes		920	
* Excluding track shoe lug G: Triple grouser shoe			

LIFTING CAPACITIES

Notes: 1. Ratings are based on ISO 10567.
 2. Lifting capacity does not exceed 75% of tipping load with the machine on firm, level ground or 87% full hydraulic capacity.
 3. The load point is the center-line of the bucket pivot mounting pin on the arm.
 4. *Indicates load limited by hydraulic capacity.
 5. 0 m = Ground.

A: Load radius
 B: Load point height
 C: Lifting capacity

For lifting capacities, subtract bucket and quick hitch weight from lifting capacities without bucket.

Conditions		Load radius											
		1.5 m		3.0 m		4.5 m		6.0 m		7.5 m		9.0 m	
Load point height m		Rating over-front		Rating over-side or 360 degrees		Rating over-front		Rating over-side or 360 degrees		Rating over-front		Rating over-side or 360 degrees	
Boom 8.64 m	10.5												
Arm 5.83 m	9.0												
Counterweight	7.5												
5 380 kg	6.0											*2 870	*2 870
Shoe 600 mm	4.5									*3 550	*3 550	*3 180	3 150
	3.0					*6 990	*6 990	*5 080	*5 080	*4 120	3 870	*3 540	2 960
	1.5					*4 680	*4 680	*5 990	4 800	*4 680	3 570	*3 910	2 770
	0 (Ground)			*1 310	*1 310	*3 680	*3 680	*6 660	4 430	*5 140	3 330	4 110	2 610
	-1.5	*1 600	*1 600	*2 210	*2 210	*4 010	*4 010	7 020	4 210	5 120	3 160	3 980	2 480
	-3.0	*2 540	*2 540	*3 170	*3 170	*4 820	*4 820	6 910	4 120	5 010	3 060	3 900	2 410
	-4.5	*3 490	*3 490	*4 240	*4 240	*5 950	*5 950	6 900	4 110	4 980	3 030	3 870	2 380
	-6.0	*4 530	*4 530	*5 460	*5 460	*7 430	6 360	6 620	4 160	5 010	3 060	3 890	2 400
	-7.5	*5 720	*5 720	*6 960	*6 960	*7 630	6 560	*5 970	4 290	*4 810	3 150	*3 910	2 470
	-9.0			*8 210	*8 210	*6 210	*6 210	*4 920	4 490	*3 920	3 310	*2 920	2 640

3. Spesifikasi *Dump Truck* Hino Ranger FM 260 JD

a. Performa

Tabel V. 4 Spesifikasi performa *dump truck* Hino Ranger FM 260 JD

Performa	
Tenaga maksimum	256 bhp
Max torque	745 Nm
RPM at Max Power	2500 rpm
RPM at Max torque	1500 rpm
Jenis bahan bakar	Diesel
Kecepatan maksimum	87 kmph
Kapasitas	7684 cc

(<https://www.oto.com/truk-baru/hino/ranger-dump-fm-260-jd-mining/gambar>)

b. Kapasitas

Tabel V.5 Spesifikasi kapasitas *dump truck* Hino Ranger FM 260 JD

Kapasitas	
Wheelbase	4030 mm
Berat kotor	26000 kg
Tangki bahan bakar (liter)	200 L
Panjang keseluruhan	8645 mm
Tinggi keseluruhan	2770 mm
Lebar keseluruhan	2490 mm

(<https://www.oto.com/truk-baru/hino/ranger-dump-fm-260-jd-mining/gambar>)

c. Velg dan ban

Tabel V.6 Spesifikasi velg & ban *dump truck* Hino Ranger FM 260 JD

velg & ban	
Ban depan	11.00-20.16 pr
Ban belakang	11.00-20.16 pr

(<https://www.oto.com/truk-baru/hino/ranger-dump-fm-260-jd-mining/gambar>)