

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil perhitungan produksi
  - a. Penetapan target produksi penambangan bijih bauksit PT Aneka Tambang yaitu yaitu 150.000 BCM/bulan.
  - b. Kombinasi antara alat hauler dan alat loader yaitu 1 unit alat loader dan 6 unit alat hauler.
  - c. Produksi bijih bauksit berdasarkan perhitungan tanpa metode OEE sebesar 100.000,25 BCM/ bulan
  - d. Produksi bijih bauksit berdasarkan perhitungan menggunakan metode OEE sebesar 57.086,9 BCM/ bulan
  - e. Nilai OEE alat loader yaitu 0,487
  - f. Nilai OEE alat hauler yaitu 0,211
2. Faktor penyebab tidak tercapai target produksi
  - a. Cycle time alat loader belum optimal yaitu sebesar 0,38 menit
  - b. Cycle time alat hauler belum optimal yaitu sebesar 20,819 menit
  - c. Working time alat belum efektif yaitu untuk alat loader sebesar 14,753 jam per hari dan alat hauler sebesar 14,718 jam per hari.
  - d. Loading area relative sempit sehingga manuver alat hauler lebih lama
  - e. Perbaikan jalan yang dapat menghambat kerja alat loader
  - f. Pengisian bahan bakar kedua alat kerja tidak sesuai dengan jadwal pengisian, bahkan pengisian dilakukan ketika aktivitas produksi.
3. Upaya pencapaian target produksi
  - a. Melakukan pengoptimalan cycle time alat loader dari 0,38 menit menjadi 0,28 menit.
  - b. Melakukan pengoptimalan cycle time alat hauler dari 20,819 menit menjadi 10,37 menit.
  - c. Perbaikan working time efektif alat loader dari 14,753 jam per hari menjadi 17,00 jam per hari
  - d. Perbaikan working time efektif alat hauler dari 14,718 jam per hari menjadi 17,06 jam per hari

- e. Perbaikan jalan dilakukan saat tidak melakukan aktivitas pengangkutan material bijih bauksit.
- f. Pengisian bahan bakar dapat dilakukan sebelum shift atau setelah selesai shift.

## 7.2. Saran

1. Perlu dilakukan Penetapan waktu efektif *cycle time* alat loader dan alat hauler sehingga operator alat memiliki acuan waktu dalam bekerja.
2. Melakukan perluasan di area loading agar alat hauler mudah melakukan manuver sehingga dapat mengurangi waktu edar alat hauler.
3. Peningkatan pemantauan operasi penambangan bauksit untuk membuat working time lebih efisien dan menghindari penundaan yang dapat dihindari
4. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat mengembangkan penelitian ini, karena penelitian yang diambil masih banyak memiliki kekurangan.
5. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat lebih kompleks pada pengambilan data *cycle time* semua alat kerja, karena data pada area pertambangan sangatlah kompleks.
6. Untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat memperluas area penelitian tidak hanya mengamati aktivitas *ore getting*, karena selain aktivitas tersebut masih banyak aktivitas lain yang sebenarnya berhubungan dengan produktivitas seperti aktivitas pengupasan dari *top soil* sampai *over burden* sehingga penelitian ini dapat lebih kompleks permasalahannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arumugham, A. J., 2015, Quality Circle-Formation and Implementation Investigations on Design of Supply Chain Networks for Manufacturing Industries View project Python View project. In International Journal of Emerging Researches in Engineering Science and Technology (Vol. 2). (PDF) Quality Circle – Formation and Implementation (researchgate.net)
- Atika, F., Putri, R., Adhi, T., dan Arief, J., Hakim, R., 2020, Optimalisasi Produktivitas Alat Hauler Tambang Pasir., Surabaya.
- Brillyant, B., Putra, U., Utamakno, L., dan Kusdarini, E. 2018, Analisis Optimalisasi Alat Loader Dan Alat Hauler Untuk Mencapai Target Produksi Overburden Di Pit 2a Pt. Fontana Resources Indonesia, Kalimantan Tengah.
- Burt, C. N., dan Caccetta, L., 2018, Studies in Systems, Decision and Control 150 Equipment Selection for Mining: With Case Studies, Penerbit Springer Cham
- Burt, C. N., & Caccetta, L., 2014, Equipment selection for surface mining: A review. Interfaces, 44(2), pp. 143–162. <https://doi.org/10.1287/inte.2013.0732>
- Caterpillar., 2015, Caterpillar Performance Handbook 45 45 Caterpillar Performance Handbook Edition 45 1 Articulated Trucks 1 Backhoe Loaders 2 Drills 3 Engines 4 Forest Products 5 Highwall Mining System 6 Hydraulic Excavators-Front Shovels • Hydraulic Excavators, Penerbit Caterpillar
- Dindarloo, S. R., & Osanloo, M. 2015, A Stochastic Simulation Framework For Truck And Shovel Selection And Sizing In Open Pit Mines, Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy.
- Elevli, S., dan Elevli, B., 2010, Performance Measurement of Mining Equipments by Utilizing OEE, In Acta Montanistica Slovaca Ročník (Vol. 15).
- Fitri, ida., 2020, Analisis Produktivitas, Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Dan Dump Truck Padapekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus : Proyek Penggantian Jembatan Sungaiberangas).

- Hariyanto., 2021, ANTAM Targetkan Produksi dan Penjualan Feronikel Hingga Biji Bauksit Tumbuh Positif di 2021 (pp. 1–7), ANTAM Targetkan Produksi dan Penjualan Feronikel Hingga... (industry.co.id).
- Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, R., 2006, Open Pit Mine Planning and Design 1, Fundamentals 3 Rd Edition, Penerbit CRC Press, New York, London
- Katunge, G., English, J., Teacher, L., Girls, M., School, H., Wahu, R., & Dean, M. 2016. Journal of Education and Practice www.iiste.org ISSN (Vol. 7, Issue 29). Online. Academic Hosting & Event Management Solutions (iiste.org)
- Kaufman, W. W., Ault, J. C., dan Andrus, C. D., 1978, Design of Surface Mine Haulage Roads, Penerbit U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, Washington D.C.
- Komatsu., 2005, Specifications and Application Handbook, Penerbit Komatsu, Jepang.
- Nakajima, S., 1988, INTRODUCTION TO TPM - Total Productive Maintenance, Penerbit Productivity Press.
- Nasuhi, M., Taman Tono, E., Program Sarjana, M., Teknik Pertambangan, J., Bangka Belitung, U., dan Pengajar, S, 2017, Optimalisasi dan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat hauler pada Tambang Kabupaten Bangka Tengah (Optimization and Productivity of Excavator and Dump Truck in Granite Mining Activity of PT Vitrama Properti at Air Mesu Village, Pangkalan Baru Subdistrict, Central Bangka Regency). In Maret: Vol. II (Issue 1).
- Nichols, H. L., David, A., Day, P. E., York, N., San, C., Lisbon, F., Madrid, L., City, M., New, M., San, D., & Seoul, J., 2005, Moving The Earth The Workbook Of Excavation Fifth Edition Mcgraw-HILL. <https://doi.org/10.1036/007143058X>
- Nuryono, A., Sjarifudin, D., dan Ahmad, Q., 2016, Peningkatan Produktivitas Alat Loader Sekelas Oht Cat 777 Di Pertambangan Batubara Dengan Pendekatan Quality Control Circle, Jurnal Teknik Industri.
- Pratama, M. E., Pujjo, E., dan Novianto, I., 2017, Pengaruh Utilisasi Alat Continuous Ship Unloaders Terhadap Produktivitas Bongkar Muat Curah

Kering (Phosphate Rock) di Pelabuhan Khusus Petrokimia Gresik, Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan, pp.92–104.

Prof, K., Knights, P., & Nel, S. (2011). Improving Truck-Shovel Matching.

Purwoko, B., Herlambang, Y., dan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Tanjungpura Pontianak, D., 2019, Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Hitachi Zx210-5 Dan Alat Hauler (Dump Truck) Mitsubishi Fn 527 MI Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batu Granit Di Pt Hansindo Mineral Persada Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat, Jurnal JeLAST.

Qariatullailiyah dan Indryani, R., 2013, Optimasi Biaya Penggunaan Alat Berat untuk Pekerjaan Pengangkutan dan Penimbunan pada Proyek Grand Island Surabaya dengan Program Linier. 2, Jurnal Teknik POMITS.

Shtub, A., dan Cohen, C., 2016, Introduction To Industrial Engineering Second Edition, Penerbit CRC Press, United States.

Sukandarrumidi, 1942-, dan Gajah Mada University Press. (n.d.). Bahan galian Industri.

Tannant, D., dan Regensburg, B., 2001, Guidelines for Mine Haul Road Design, School of Engineering, University of British Columbia, Okanagan.

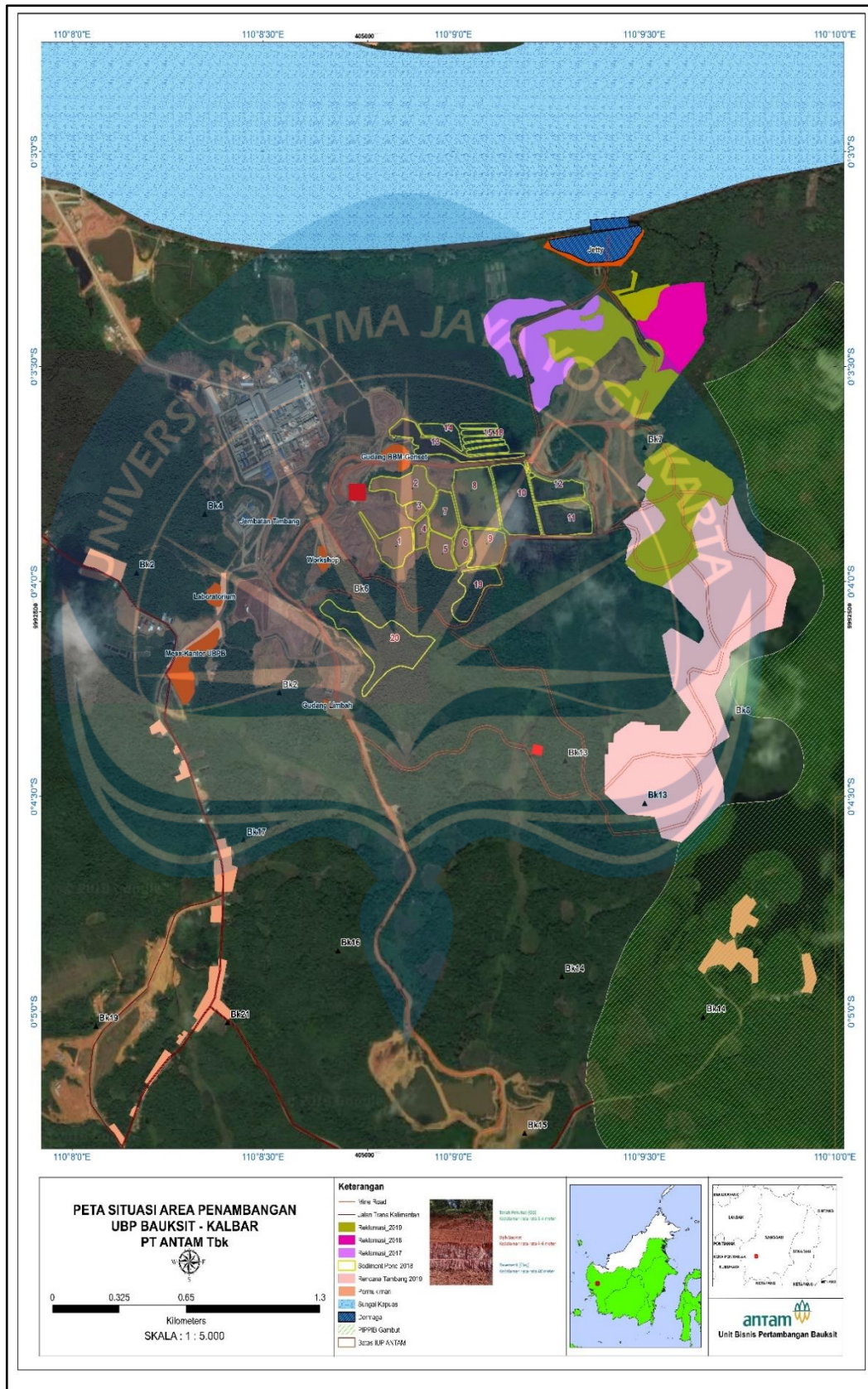
Waqas, M., 2013, Measuring Performance of Mining Equipment Used in Cement Industri by Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) Geothermal Energy-Resources, generation and sustainability View project Predictive Analysis of Mechanical Properties in limestone with an emphasis on blast design View project. (PDF) Measuring Performance of Mining Equipment Used in Cement Industry by Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) (researchgate.net)

Williamson, R. M., 2006, Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures, Strategic Work System.





## LAMPIRAN A PETA SITUASI AREA PENAMBANGAN







Tabel B.2  
Data Curah Hujan PT. Aneka Tambang Februari 2020

STASIUN KALIMATOLOGIO : PIASAK TAYAN HILIR						
BULAN		: Febuari 2020				
PENCATAT		: Sarbitu				
No	Tanggal	Jam Hujan			Tinggi Hujan (mm)	Keterangan
		Mulai	Selesai	Jumlah JAM		
1	02/08/2020	19,00	21,00	2	8	
2	15/2/2020	16,00	17,00	1	3	
3	16/2/2020	19,00	20,00	1	2	
4	17/2/2020	19,00	20,00	1	1	
		7,00	8,00	1	1	
5	20/2/2020	21,00	22,00	1	5	
6	25/2/2020	19,00	20,00	1	2	
7	28/2/2020	22,00	24,00	2	95	
Jumlah hari hujan		7				
Jumlah jam hujan		10				
Jumlah Curah hujan		117		117 : 7 = 16,7 mm/ Dalam /hari hujan		
Curah hujan rata-rata/ hari		16,7		117 : 28 = 4,17 mm/dalam bulan Febuari		
Curah hujan maksimal		95		10 : 7 = 1,1,42 mm/ jam hari hujan		
Curah hujan minimal		1				







**Tabel B.5**  
**Data Curah Hujan PT. Aneka Tambang Mei 2020**

STASIUN KALIMATOLOGIO : PIASAK TAYAN HILIR						
BULAN		: Mei 2020				
PENCATAT		: Sarbitu				
No	Tanggal	Jam Hujan			Tinggi Hujan (mm)	Keterangan
		Mulai	Selesai	Jumlah JAM		
1	3/5/2020	18,00	19,00	1	5	
2	6/5/2020	1,00	2,00	1	12	
3	8/5/2020	6,00	8,00	2	4	
4	9/5/2020	14,00	15,00	1	6	
5	11/5/2020	17,00	19,00	2	59	
6	12/5/2020	16,30	19,30	3	53	
7	13/5/2020	18,00	21,00	3	38	
		22,00	23,00	1	6	
8	14/5/2020	17,30	19,30	3	12	
		20,00	21,00	1	5	
9	17/5/2020	16,00	19,00	3	155	
10	18/5/2020	17,30	19,30	2	22	
11	19/5/2020	18,00	21,00	3	12	
12	22/5/2020	20,00	21,00	1	6,5	
13	25/5/2020	21,30	22,30	2	17	
14	26/5/2020	16,30	18,30	3	5	
15	27/5/2020	4,00	9,00	5	15	
16	29/5/2020	21,00	22,00	1	7	
17	31/5/2020	14,30	16,30	3	13	
Jumlah hari hujan		17				
Jumlah jam hujan		41				
Jumlah Curah hujan		446			446 : 17 = 26,23 mm/ Dalam /hari hujan	
Curah hujan rata-rata/ hari		26,32			446 : 31 = 14,38 mm/dalam bulan Mei 2020	
Curah hujan maksimal		155			41 : 17 = 2,41 mm/ jam hari hujan	
Curah hujan minimal		4				

**Tabel B.6**  
**Data Curah Hujan PT. Aneka Tambang Juni 2020**

STASIUN KALIMATOLOGIO : PIASAK TAYAN HILIR						
BULAN		: Juni 2020				
PENCATAT		: Sarbitu				
No	Tanggal	Jam Hujan			Tinggi Hujan (mm)	Keterangan
		Mulai	Selesai	Jumlah JAM		
1	1/6/2020	18,00	23,00	5	35	
2	2/6/2020	20,00	21,00	1	10	
3	5/6/2020	2,00	5,00	3	9	Campur Gerimis
	5/6/2020	19,00	21,00	2	15	
4	6/6/2020	5,00	10,00	5	32	
5	9/6/2020	21,00	2,00	5	34	
6	10/6/2020	18,00	22,00	4	32	
7	13/6/2020	18,00	20,00	2	16	
8	14/6/2020	18,00	22,00	4	43	
9	19/6/2020	18,00	19,00	1	4	
10	26/6/2020	2,00	4,00	2	102	
		12,00	14,00	2	24	
		17,00	18,00	1	4	
11	30/6/2020	16,30	17,00	0,5	2	
		18,00	19,00	1	6	
Jumlah hari hujan		11				
Jumlah jam hujan		38				
Jumlah Curah hujan		368			368 : 11 = 33 mm/ Dalam /hari hujan	
Curah hujan rata-rata/ hari		33			368 : 30 = 12,26 mm/dalam bulan Juni 2020	
Curah hujan maksimal		102			38 : 11 = 3,45 mm/ jam hari hujan	
Curah hujan minimal		2				



**Tabel B.7**  
**Data Curah Hujan PT. Aneka Tambang Juli 2020**

STASIUN KALIMATOLOGIO : PIASAK TAYAN HILIR						
BULAN		: Juli 2020				
PENCATAT		: Sarbitu				
No	Tanggal	Jam Hujan			Tinggi Hujan (mm)	Keterangan
		Mulai	Selesai	Jumlah JAM		
1	10/7/2020	21,00	1,00	4	40	
2	11/7/2020	16,00	19,00	3	72	
Jumlah hari hujan			2			
Jumlah jam hujan			7			
Jumlah Curah hujan			112	112 : 2 = 56 mm/ Dalam /hari hujan		
Curah hujan rata-rata/ hari			56	112 : 31 = 4 mm/dalam bulan Juli 2020		
Curah hujan maksimal			72	7 : 2 = 3,5 mm/ jam hari hujan		
Curah hujan minimal			40			



**Tabel B.9**  
**Data Curah Hujan PT. Aneka Tambang September 2020**

STASIUN KALIMATOLOGIO : PIASAK TAYAN HILIR						
BULAN		: September 2020				
PENCATAT		: Sarbitu				
No	Tanggal	Jam Hujan			Tinggi Hujan (mm)	Keterangan
		Mulai	Selesai	Jumlah JAM		
1	2/9/2020	5,00	6,00	1	2	
		20,00	23,00	3	20	
2	8/9/2020	23,00	24,00	1	2	
3	13/9/2020	16,00	17,00	1	2	
4	17/9/2020	20,00	23,00	3	22	
5	19/9/2020	19,00	20,00	1	2	
6	23/9/2020	4,00	6,00	2	23	
		8,30	9,00	0,5	1	
		10,30	11,00	1	2	
7	24/9/2020	7,30	8,30	1	10	
8	19/9/2020	19,00	20,00	1	2	
9	24/9/2020	7,30	8,30	1	10	
10	25/9/2020	19,00	22,00	3	23	
11	27/9/2020	20,00	22,00	2	14	
12	29/9/2020	2,00	3,00	1	2	
		20,00	21,00	1	2	
Jumlah hari hujan				12		
Jumlah jam hujan				23		
Jumlah Curah hujan				139	$139 : 12 = 11,58$ mm/ Dalam /hari hujan	
Curah hujan rata-rata/ hari				11,58	$139 : 30 = 4,63$ mm/dalam bulan September 2020	
Curah hujan maksimal				23	$23 : 12 = 1,91$ mm/ jam hari hujan	
Curah hujan minimal				1		







**Tabel B.12**  
**Data Curah Hujan PT. Aneka Tambang Desember 2020**

STASIUN KALIMATOLOGI : PIASAK TAYAN HILIR						
BULAN		: Desember 2020				
PENCATAT		: Sarbitu				
No	Tanggal	Jam Hujan			Tinggi Hujan (mm)	Keterangan
		Mulai	Selesai	Jumlah JAM		
1	1/12/2020	2,00	4,00	2	28	
		15,00	15,30	0,5	1	
		18,00	19,00	1	2	
2	3/12/2020	18,30	19,00	0,5	1	
3	5/12/2020	15,00	15,30	0,5	1	
4	7/12/2020	15,00	16,00	1	3	
5	8/12/2020	2,00	2,30	0,5	1	
6	9/12/2020	18,00	20,00	2	12	
7	14/12/2020	20,00	21,00	1	2	
8	17/12/2020	15,00	15,30	0,5	2	
9	18/12/2020	15,00	17,00	2	17	
10	20/12/2020	19,00	23,00	4	15	agak gerimis
11	22/12/2020	15,00	15,30	0,5	2	
12	23/12/2020	4,00	6,00	2	4	
		15,00	15,30	0,5	1	
		21,00	21,30	0,5	1	
13	26/12/2020	19,00	21,00	2	12	
14	27/12/2020	21,00	23,00	2	28	
15	28/12/2020	14,00	17,00	3	26	
		18,00	20,00	2	14	
16	29/12/2020	12,00	16,00	4	14	agak gerimis
		20,00	21,00	1	3	
17	30/12/2020	12,00	12,30	0,5	1	
18	31/12/2020	14,30	15,00	0,5	3	
		15,30	16,00	0,5	3	
		18,00	20,00	2	4	
Jumlah hari hujan		18				
Jumlah jam hujan		31				
Jumlah Curah hujan		201			201 : 18 = 11,16 mm/ Dalam /hari hujan	
Curah hujan rata-rata/ hari		11,16			201 : 31 = 6,48 mm/dalam bulan Desember 2020	
Curah hujan maksimal		28			31 : 18 = 1,7 mm/jam hari hujan	
Curah hujan minimal		1				

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa curah hujan di lokasi operasional PT.

Aneka Tambang pada tahun 2020 adalah:

Curah hujan rata-rata = 244,5 mm/bulan

Hari hujan rata-rata = 13 hari/bulan

Curah hujan tertinggi = 496 mm/bulan (bulan November)

**LAMPIRAN C**  
**JUMLAH HARI KERJA**

PT. Aneka Tambang menerapkan waktu kerja dengan dua *shift* kerja setiap harinya. Pengamatan waktu kerja dapat dilihat pada Tabel C.1.

Tabel C.1

Jadwal Waktu Kerja PT. Aneka Tambang

Hari kerja	Working time		Total jam kerja (jam)
	Shift I	Shift II	
Senin	07.00 - 12.00	18.00 - 24.00	18
	13.00 - 17.00	01.00 - 05.00	
Selasa	07.00 - 12.00	18.00 - 24.00	18
	13.00 - 17.00	01.00 - 05.00	
Rabu	07.00 - 12.00	18.00 - 24.00	18
	13.00 - 17.00	01.00 - 05.00	
Kamis	07.00 - 12.00	18.00 - 24.00	18
	13.00 - 17.00	01.00 - 05.00	
Jumat	07.00 - 11.30	18.00 - 24.00	17,5
	13.00 - 17.00	01.00 - 05.00	
Sabtu	07.00 - 12.00	18.00 - 24.00	18
	13.00 - 17.00	01.00 - 05.00	
Minggu	07.00 - 12.00	0	9
	13.00 - 17.00	0	
Total waktu kerja dalam seminggu			116,5

Total waktu kerja dalam satu minggu adalah 116,5 jam

Total waktu kerja dalam satu bulan adalah 502 jam.

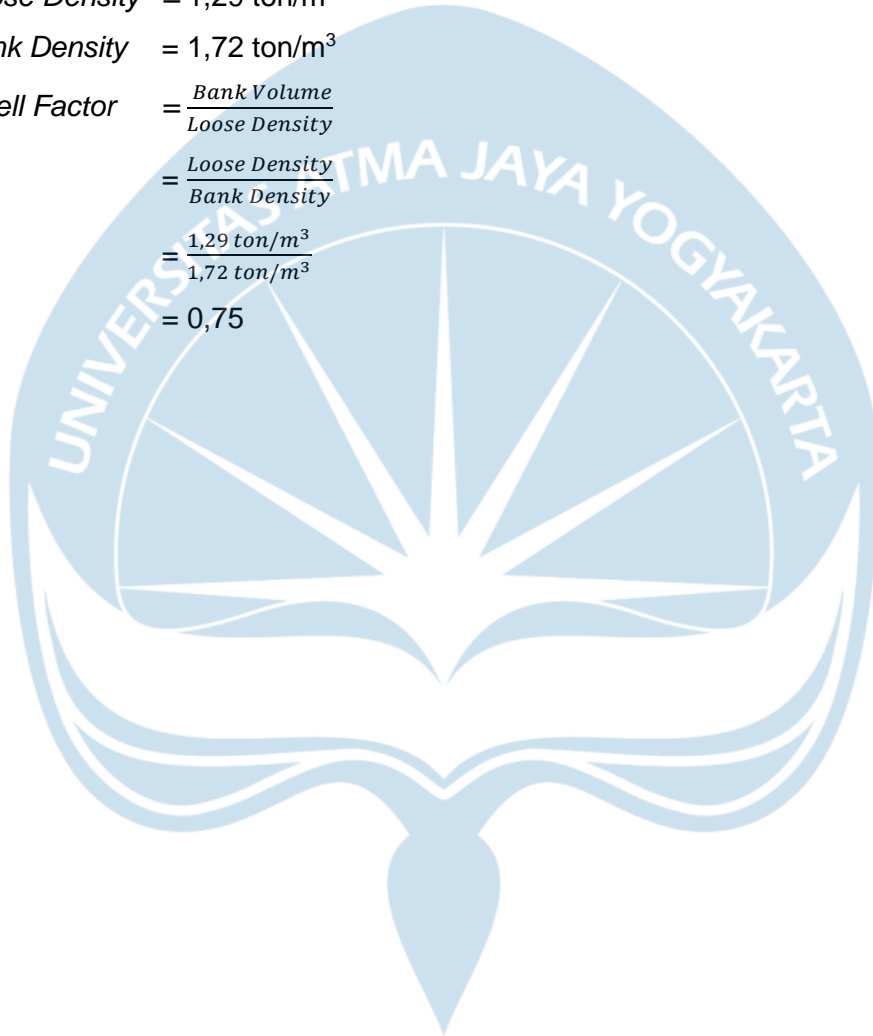
**LAMPIRAN D**  
**PERHITUNGAN FAKTOR PENGEMBANGAN**

Faktor pengembangan (*swell factor*) adalah perbandingan antara volume dalam keadaan alamiah (*bank*) dengan volume dalam keadaan lepas (*loose*). Berikut perhitungan *swell factor* bijih bauksit yaitu:

$$\text{Loose Density} = 1,29 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Bank Density} = 1,72 \text{ ton/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Swell Factor} &= \frac{\text{Bank Volume}}{\text{Loose Density}} \\ &= \frac{\text{Loose Density}}{\text{Bank Density}} \\ &= \frac{1,29 \text{ ton/m}^3}{1,72 \text{ ton/m}^3} \\ &= 0,75 \end{aligned}$$





**LAMPIRAN E**  
**SPESIFIKASI ALAT LOADER**



Gambar E.1  
Alat Muat Volvo EC330BLC

**1. Dimensions**

<i>Overall width of superstructure</i>	2.990 mm
<i>Overall width</i>	3.390 mm
<i>Overall height of cab</i>	3.190 mm
<i>Tail swing radius</i>	3.390 mm
<i>Overall height of engine hood</i>	2.700 mm
<i>Counterweight clearance</i>	1.210 mm
<i>Tumbler length</i>	4.020 mm
<i>Track length</i>	4.962 mm
<i>Track gauge</i>	2.590 mm
<i>Shoe width</i>	800 mm
<i>Min. ground clearance</i>	500 mm
<i>Overall length</i>	10.910 mm
<i>Overall height of boom</i>	3700 mm

**2. Buckets**

<i>Reference Bucket Capacity</i>	1,9 yd <sup>3</sup>
<i>Minimum Bucket Capacity</i>	1,9 yd <sup>3</sup>
<i>Maximum Bucket Capacity</i>	2,5 yd <sup>3</sup>

**LAMPIRAN F**  
**SPESIFIKASI ALAT HAULER**



Gambar E.2  
Alat hauler Hino Ranger 280 JD

**1. Dimensi**

Jarak Sumbu Roda	5380 mm
Total Panjang	8.600 mm
Total Lebar	2.490 mm
Total Tinggi	2.780 mm
Lebar Jejak Depan	2.050 mm
Lebar Jejak Belakang	1.860 mm
Julur Depan	1.280 mm
Julur Belakang	1.940 mm
Kabin Kesumbu Roda Belakang	3.875 mm

**2. Roda dan Ban**

Ukuran Rim	20X7.50V-165
Ukuran Ban	11.00-R20-18PR
Jumlah Ban	10 + 1(Cadangan)

**LAMPIRAN G**  
**FAKTOR PENGISI MANGKUK**

Faktor pengisi mangkok (*bucket fill factor*) merupakan perbandingan antara kapasitas aktual dengan kapasitas baku alat. *Bucket fill factor* menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat produktivitas dari alat loader yang digunakan. Nilai *bucket fill factor* tergantung sifat material, kondisi material di lapangan, dan keahlian operator.

Tabel G.1  
Tabel Perhitungan *Bucket Fill Factor*

No	Pass	Kapasitas Bucket (m3)	Kapasitas Bak (m3)	Bucket Fill Factor (%)
1	6	3,58	21,49	100%
2	6	3,58	21,49	100%
3	6	3,58	21,49	100%
4	6	3,58	21,49	100%
5	6	3,58	21,49	100%
6	6	3,58	21,49	100%
7	6	3,58	21,49	100%
8	6	3,58	21,49	100%
9	6	3,58	21,49	100%
10	6	3,58	21,49	100%
11	6	3,58	21,49	100%
12	6	3,58	21,49	100%
13	6	3,58	21,49	100%
14	6	3,58	21,49	100%
15	6	3,58	21,49	100%
16	6	3,58	21,49	100%
17	6	3,58	21,49	100%
18	6	3,58	21,49	100%
19	6	3,58	21,49	100%
20	6	3,58	21,49	100%
21	6	3,58	21,49	100%
22	6	3,58	21,49	100%
23	6	3,58	21,49	100%
24	6	3,58	21,49	100%
25	6	3,58	21,49	100%
26	6	3,58	21,49	100%
27	6	3,58	21,49	100%
28	6	3,58	21,49	100%
29	6	3,58	21,49	100%
30	6	3,58	21,49	100%
31	6	3,58	21,49	100%
Rata-rata	6	3,58	21,49	100%

## LAMPIRAN H GEOMETRI HAULING ROAD

### H.1. Lebar *Hauling Road* Minimum

#### H.1.1. Lebar *Hauling road* Minimum *straight path*

Berikut adalah parameter yang digunakan dalam perhitungan lebar *hauling road* minimum pada *straight path*:

Jumlah jalur *hauling road* : 1  
Lebar alat hauler : 2,49 m

$$\begin{aligned} W &= (1,5L + 0,5) X \\ &= (1,5(1) + 0,5) 2,49 \text{ m} \\ &= 4,98 \text{ m} \end{aligned}$$

#### H.1.2. Lebar *Hauling road* Minimum Pada Tikungan

Berikut adalah parameter yang digunakan dalam perhitungan lebar *hauling road* minimum pada jalan tikungan:

Jarak antara as depan dengan as belakang ( $W_b$ ) : 5,900 m  
Jarak antarafas depan dengan bagian depan ( $A_d$ ) : 1,280 m  
Jarak antara as belakang dengan bagian belakang ( $A_b$ ) : 1,558 m  
Lebar jejak depan ( $U$ ) : 2,050 m  
Sudut penyimpangan roda depan ( $\alpha$ ) : 39,77°

$$\begin{aligned} F_a &= A_d \cdot \sin \alpha \\ &= 1,280 \cdot \sin 39,77 \\ &= 1,123 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_b &= A_b \cdot \sin \alpha \\ &= 1,558 \cdot \sin 39,77 \\ &= 1,367 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z = C &= 0,5 (2,050 + 1,123 + 1,367) \\ &= 2,270 \end{aligned}$$

Jadi lebar *hauling road* minimum pada tikungan adalah:

$$\begin{aligned} W_{\min} &= 2 (2,050 + 1,123 + 1,367 + 2,270) + 2,270 \\ &= 9,081 \text{ m} \end{aligned}$$

### H.2. Lebar Jalan dan Grade Jalan Aktual

Berikut ini adalah perhitungan grade *hauling road* dari *front* 7B menuju area *stockpile* dan sebaliknya dari area *stockpile* menuju *front* penambangan, serta lebar *hauling road*.



Tabel G.1  
Grade dan Lebar Hauling road *Front 7B ke Stockpile*

No.	Segmen	$\Delta X$	$\Delta H$	Grade (%)	Lebar lurus (m)	Lebar Tikungan (m)
1	A-B	123	-3	-2,439	5,2	10
2	B-C	348	23	6,609	5	10,2
3	C-D	226	4	1,770	5,15	10,2
4	D-E	763	-49	-6,422	5	10,1
5	E-F	70	2	2,857	5	10,4
6	F-G	170	-7	-4,118	5	10,2

### H.3. *Superelevasi*

*Superelevasi* merupakan sudut elevasi yang terbentuk pada tikungan jalan dari batas tepi jalan bagian dalam dengan batas tepi jalan bagian luar karena perbedaan ketinggian. Penentuan nilai *superelevasi* berdasarkan besarnya radius tikungan dan kecepatan kendaraan dapat dilihat di tabel G.2.

Tabel G.2  
Angka *Superelevasi* yang Direkomendasikan

Radius tikungan (m)	Kecepatan (km/jam)				
	24	32	40	48	>56
15	4%				
30	4%	4%			
45	4%	4%	5%		
75	4%	4%	4%	6%	
90	4%	4%	4%	4%	6%
180	4%	4%	4%	4%	4%
300	4%	4%	4%	4%	4%

Berdasarkan pengukuran di lapangan didapat:

- Kecepatan alat hauler saat *hauling* isi yaitu 20 km/jam
- Kecepatan alat hauler saat *hauling* kosong yaitu 32 km/jam
- Radius tikungan sebesar 28,4 m

Maka, *superelevasi* yang direkomendasikan adalah 4%.

**LAMPIRAN I**  
**DATA WAKTU DAN HAMBATAN PADA ALAT LOADER**

**I.1. Work bottlenecks yang Dapat Dihindari**

Work bottlenecks yang dapat dihindari oleh alat loader Volvo EC330BLC dapat dilihat pada Tabel I.1.

Tabel I.1  
Data Bottleneck time yang Dapat Dihindari oleh Alat loader Volvo EC330BLC

No	Volvo EC330BLC					
	A	B	C	D	E	F
1	21	12	15	8	0	0
2	16	10	11	6	5	0
3	20	8	15	9	0	0
4	15	11	13	7	4	0
5	18	13	16	7	8	0
6	14	9	14	6	0	0
7	15	7	16	7	0	0
8	13	15	12	8	0	0
9	16	13	15	9	7	0
10	15	11	14	11	5	0
11	18	9	16	6	0	0
12	14	8	13	5	4	0
13	20	10	11	7	0	0
14	14	12	14	7	0	0
15	16	7	10	8	0	0
16	15	9	12	6	0	0
17	18	11	13	5	0	0
18	17	13	15	9	3	0
19	14	10	11	6	0	0
20	20	8	14	5	0	0
21	18	12	11	7	5	0
22	17	13	15	8	4	0
23	22	8	10	7	6	0
24	20	9	12	5	0	0
25	18	7	13	9	0	0
26	16	9	15	6	6	0
27	19	10	12	8	4	0
28	18	12	15	6	5	0
29	24	11	11	5	3	0
30	20	9	14	9	0	0
31	15	8	11	7	6	0
Total	536	314	409	219	75	0
Rata-rata	17	10	13	7	2	0

Data statistik hambatan yang dapat dihindari alat loader alat loader Volvo EC330BLC dapat dilihat pada Tabel I.2.

Tabel I.2  
Data Statistik Hambatan yang Dapat Dihindari oleh Alat loader Volvo EC330BLC

Data statistik	A	B	C	D	E	F
Min	13	7	10	5	0	0
Mean	17	10	13	7	2	0
Median	17	10	13	7	0	0
Modus	18	9	15	7	0	0
Max	24	15	16	11	8	0

Keterangan:

- A = Berhenti bekerja sebelum istirahat
- B = Terlambat bekerja setelah istirahat
- C = Berhenti bekerja lebih awal dari akhir shift
- D = Terlambat bekerja pada awal shift
- E = Keperluan operator
- F = Pengisian bahan bakar ketika jam kerja

### I.2. **Work bottlenecks yang Tidak Dapat Dihindari**

Work bottlenecks yang tidak dapat dihindari pada alat loader alat loader Volvo EC330BLC dapat dilihat pada Tabel I.3.

Tabel I.3  
Data Bottleneck time yang Tidak Dapat Dihindari oleh  
Alat loader Volvo EC330BLC

No	Volvo EC330BLC				
	A	B	C	D	E
1	288	5	0	6	20
2	0	4	0	7	19
3	0	6	0	5	17
4	316	4	254	8	20
5	42	4	0	6	21
6	0	5	0	9	18
7	0	6	0	5	19
8	0	7	0	7	17
9	0	4	210	5	18
10	162	5	0	10	19
11	0	6	0	9	17
12	0	5	124	5	19

13	0	5	0	7	18
14	312	4	0	6	19
15	0	6	0	8	20
16	0	5	0	5	19
17	540	4	128	9	18
18	62	7	0	7	19
19	0	4	0	8	17
20	0	4	0	6	16
21	0	5	210	8	19
22	0	4	0	5	18
23	0	6	0	8	19
24	0	6	0	9	19
25	312	5	0	7	18
26	46	4	135	8	17
27	146	5	0	6	18
28	57	4	0	9	18
29	0	6	0	7	17
30	0	4	155	7	20
31	42	7	0	6	18
Total	2325	156	1216	218	571
Rata-rata	75	5	39	7	18

Data statistik hambatan yang tidak dapat dihindari alat loader alat loader Volvo EC330BLC dapat dilihat pada Tabel I.4.

Tabel I.2  
Data Statistik Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari oleh  
Alat loader Volvo EC330BLC

Data statistik	A	B	C	D	E
Min	0	4	0	5	16
Mean	75	5	39	7	18
Median	0	5	0	7	18
Modus	0	4	0	7	19

Keterangan:

A = Rain and wet delay

B = Safety Talk

C = Breakdown dan perawatan alat

D = Pemindahan posisi alat

E = Pengisian fuel

## LAMPIRAN J

### DATA WAKTU DAN HAMBATAN PADA ALAT HAULER

#### J.1. Work bottlenecks yang Dapat Dihindari

Work bottlenecks yang dapat dihindari oleh alat hauler Hino Ranger 280 JD dapat dilihat pada Tabel J.1.

Tabel J.1  
Data Bottleneck time yang Dapat Dihindari oleh  
Alat hauler Hino Ranger 280 JD

No	Hino Ranger 280 JD					
	A	B	C	D	E	F
1	15	12	13	5	0	21
2	17	10	11	6	4	0
3	19	7	15	7	0	0
4	17	9	13	5	6	0
5	16	8	16	8	4	0
6	20	9	12	6	7	18
7	18	9	11	7	5	0
8	17	11	17	6	6	0
9	17	7	14	6	0	0
10	16	7	14	6	0	13
11	18	7	15	8	0	0
12	16	8	13	6	0	0
13	17	7	16	9	0	0
14	17	9	14	7	6	19
15	15	8	13	8	5	0
16	16	8	15	8	6	0
17	16	7	14	10	4	18
18	18	9	15	8	0	0
19	18	9	16	7	3	0
20	19	6	11	9	4	0
21	19	10	17	9	0	0
22	19	9	12	6	0	20
23	16	9	14	8	0	0
24	18	7	16	9	0	0
25	19	9	13	7	5	19
26	15	8	12	8	4	0
27	17	5	16	6	7	0
28	17	9	13	8	0	18
29	15	9	15	9	0	0
30	19	7	12	9	6	0
31	15	10	14	7	0	17
Total	531	259	432	228	82	163
Rata-rata	17	8	13	7	2	5



Data statistik hambatan yang dapat dihindari alat hauler Hino Ranger 280 JD dapat dilihat pada Tabel J.2.

Tabel J.2  
Data Statistik Hambatan yang Dapat Dihindari oleh  
Alat hauler Hino Ranger 280 JD

Data statistik	A	B	C	D	E	F
Min	15	5	11	5	0	0
Mean	17	8	13	7	2	5
Median	17	9	14	7	3	0
Modus	17	9	13	6	0	0
Max	20	12	17	10	7	21

Keterangan:

- A = Berhenti bekerja sebelum istirahat
- B = Terlambat bekerja setelah istirahat
- C = Berhenti bekerja lebih awal dari akhir shift
- D = Terlambat bekerja pada awal shift
- E = Keperluan operator
- F = Pengisian bahan bakar ketika jam kerja

### J.2. Work bottlenecks yang Tidak Dapat Dihindari

Work bottlenecks yang tidak dapat dihindari alat hauler Hino Ranger 280 JD dapat dilihat pada Tabel J.3.

Tabel J.3  
Data Bottleneck time yang Tidak Dapat Dihindari oleh  
Alat loader Volvo EC330BLC

No	Volvo EC330BLC				
	A	B	C	D	E
1	288	5	64	0	20
2	0	4	0	0	20
3	0	6	0	0	18
4	316	4	0	0	17
5	42	4	264	0	18
6	0	5	0	0	20
7	0	6	0	0	19
8	0	7	0	0	20
9	0	4	54	0	17
10	162	5	0	0	19
11	0	6	0	0	17
12	0	5	0	0	16

13	0	5	0	0	19
14	312	4	324	0	20
15	0	6	0	0	18
16	0	5	0	0	16
17	540	4	0	0	20
18	62	7	256	0	21
19	0	4	0	0	20
20	0	4	0	0	18
21	0	5	65	0	19
22	0	4	0	0	17
23	0	6	0	0	20
24	0	6	0	0	17
25	312	5	243	0	20
26	46	4	0	0	19
27	146	5	0	0	18
28	57	4	0	0	20
29	0	6	76	0	19
30	0	4	0	0	21
31	42	7	0	0	20
Total	2325	156	1346	0	583
Rata-rata	75	5	43	0	18

Data statistik hambatan yang tidak dapat dihindari alat hauler Hino Ranger 280 JD dapat dilihat pada Tabel J.4.

Tabel J.4  
Data Statistik Hambatan yang Tidak Dapat Dihindari oleh  
Alat hauler Hino Ranger 280 JD

Data statistik	A	B	C	D	E
Min	0	4	0	0	16
Mean	75	5	43	0	18
Median	0	5	0	0	19
Modus	0	4	0	0	20
Max	540	7	324	0	21

A = Rain and wet delay

B = Safety Talk

C = Breakdown dan perawatan alat

D = Pemindahan posisi alat

E = Pengisian fuel

**LAMPIRAN K**  
**PERHITUNGAN WORKING TIME DAN EFISIENSI KERJA**

**K.1. Perhitungan Working time Efektif**

Dalam perhitungan working time efektif maka diperlukan data waktu yang tersedia, data bottleneck time baik yang dapat dihindari maupun tidak dapat dihindari. Berikut adalah parameter perhitungan working time efektif PT. Aneka Tambang.

Tabel K.1  
Parameter Perhitungan Working time Efektif

Jenis alat	Alat loader	Alat hauler
Waktu yang tersedia	1080	1080
<b>Hambatan yang dapat dihindari</b>		
Berhenti bekerja sebelum istirahat	17,290	17,129
Terlambat bekerja setelah istirahat	10,129	8,355
Berhenti bekerja lebih awal dari akhir shift	13,194	13,935
Terlambat bekerja pada awal shift	7,065	7,355
Keperluan operator	2,419	2,645
Pengisian bahan bakar ketika jam kerja	0,000	5,258
<b>Jumlah (Menit)</b>	<b>50,097</b>	<b>54,677</b>
<b>Hambatan yang tidak dapat dihindari</b>		
Rain and wet delay	75,000	75,000
Safety Talk	5,032	5,032
Breakdown dan perawatan alat	39,226	43,419
Pemindahan posisi alat	7,032	0,000
Pengisian fuel	18,419	18,806
<b>Jumlah (Menit)</b>	<b>144,710</b>	<b>142,258</b>

Dari data parameter perhitungan working time efektif pada Tabel K.1 maka:

a. Working time efektif alat loader (*backhoe*)

$$\begin{aligned}
 W_{eb} &= 1080 \text{ minutes/day} - (50,097 \text{ minutes/day} + 144,710 \text{ minutes/day}) \\
 &= 885,194 \text{ minutes/day} \\
 &= 14,753 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

b. Working time efektif alat hauler (*dump truck*)

$$\begin{aligned}
 W_{edt} &= 1080 \text{ minutes/day} - (54,677 \text{ minutes/day} + 142,258 \text{ minutes/day}) \\
 &= 883,065 \text{ minutes/day} \\
 &= 14,718 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

**K.2. Efisiensi Kerja**

Berikut adalah perhitungan efisiensi kerja alat loader dan alat hauler pada PT. Aneka Tambang:

a. Efisiensi kerja alat loader (*backhoe*)

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi kerja} &= \frac{W_{eb}}{W_t} \times 100\% \\ &= \frac{885,194}{1080} \times 100\% \\ &= 81,96\%\end{aligned}$$

b. Efisiensi kerja alat hauler (*dump truck*)

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi kerja} &= \frac{W_{edt}}{W_t} \times 100\% \\ &= \frac{883,065}{1080} \times 100\% \\ &= 81,77\%\end{aligned}$$



**LAMPIRAN L**  
**CYCLE TIME ALAT LOADER**

*Cycle time* alat loader diperoleh dengan cara menghitung waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan excavation dan loading dalam satu siklus. Berikut merupakan Data *cycle time* alat loader Volvo EC330BLC:

Tabel L.1  
Data *Cycle Time* Alat loader Volvo EC330BLC

Siklus	Digging	Swing Isi	Loading	Swing Kosong
1	13	8	4	6
2	9	7	3	4
3	9	6	3	5
4	7	5	4	4
5	9	5	4	4
6	6	5	4	5
7	9	5	4	5
8	7	6	4	5
9	8	5	3	4
10	10	7	4	5
11	10	5	4	5
12	8	5	3	5
13	19	6	4	5
14	10	7	4	3
15	8	6	3	4
16	10	6	4	5
17	8	5	3	4
18	11	7	4	5
19	10	7	3	7
20	10	6	4	5
21	9	7	4	5
22	9	6	3	4
23	11	6	3	5
24	7	6	3	5
25	10	6	3	5
26	9	5	3	4
27	8	5	3	5
28	7	7	4	4
29	7	6	4	4
30	7	5	3	3
31	6	6	3	4



32	7	6	3	5
33	8	6	3	4
34	10	6	3	4
35	8	7	4	5
Total (Detik)	314	209	122	161
Total (Menit)	5,23	3,48	2,03	2,68
Rata - rata (Menit)	0,15	0,10	0,06	0,08

$$\begin{aligned} \text{Total CTm (cycle time)} &= (0,15 + 0,1 + 0,06 + 0,08) \\ &= 0,38 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CTm sampai truck heaped} &= 0,38 \text{ detik} \times 6 \text{ pass} \\ &= 2,3028 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan pengamatan dilapangan, *cycle time* alat loader Volvo EC330BLC sebesar 0,38 menit dan untuk melakukan siklus tersebut selama 6 kali atau mencapai *truck heaped* memerlukan waktu 2,3028 menit dalam 6 *pass* (Lampiran G).

**LAMPIRAN M**  
**CYCLE TIME ALAT HAULER**

Waktu siklus alat loader ditentukan dengan menghitung waktu yang diperlukan untuk satu siklus operasi pembongkaran dan pemuatan. Berikut merupakan data *Cycle time* alat hauler yang diperoleh:

Tabel M.1  
Data *Cycle Time* Alat hauler Hino Ranger 280 JD

Siklus	A	B	C	D	E	F	G	H
1	0	20	138	300	28	26	85	180
2	480	72	143	420	45	32	85	180
3	480	76	150	360	40	38	265	180
4	480	30	215	420	50	28	230	180
5	120	42	170	420	0	35	55	180
6	360	48	174	360	42	28	54	240
7	360	66	127	360	45	36	48	240
8	0	75	154	360	85	34	128	240
9	420	87	140	300	0	32	88	300
10	0	70	210	360	0	32	136	180
11	0	60	118	360	0	35	175	180
12	240	52	186	360	40	42	226	180
13	180	101	126	360	0	30	60	540
14	420	52	165	360	285	30	45	240
15	120	79	138	360	90	35	195	180
16	120	75	160	420	30	35	145	180
17	300	42	175	420	62	32	54	180
18	180	48	184	420	54	30	66	180
19	240	54	192	360	175	40	345	180
20	0	36	136	360	0	28	45	180
21	600	21	129	360	40	32	95	240
22	360	43	176	300	40	25	270	180
23	300	53	120	360	0	30	90	180
24	300	40	171	300	20	40	60	180
25	0	77	167	360	0	34	150	240
26	420	52	120	360	0	22	42	180
27	360	63	136	360	0	25	80	180
28	300	65	153	600	80	28	135	120
29	180	76	150	300	35	25	116	180
30	480	52	194	360	40	26	52	240
Total (Detik)	7800	1727	4717	11100	1326	945	3620	6240

Total (Menit)	130	28,78	78,62	185	22,1	15,75	60,33	104
Rata - rata (Menit)	4,3	1,0	2,6	6,2	0,7	0,5	2,0	3,5

Keterangan:

A = Waiting 1

B = Manuver 1

C = Loading

D = Hauling Isi

E = Waiting 2

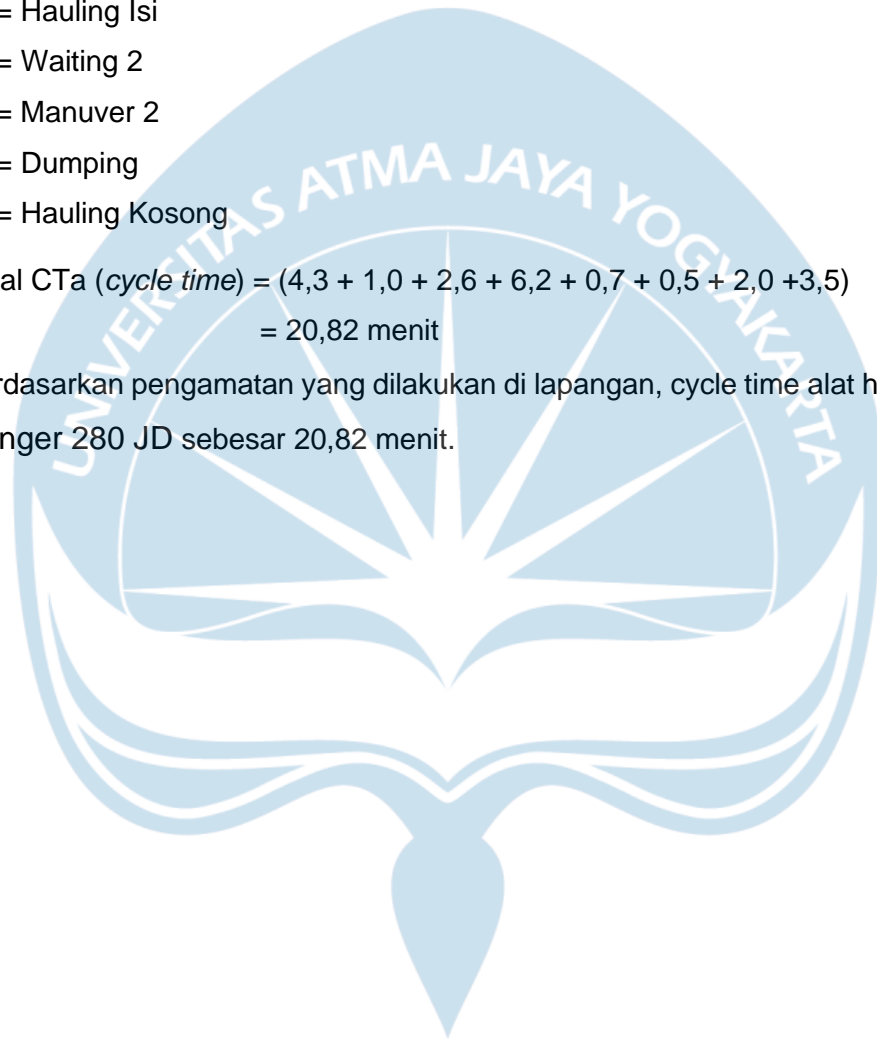
F = Manuver 2

G = Dumping

H = Hauling Kosong

$$\begin{aligned} \text{Total CTa (cycle time)} &= (4,3 + 1,0 + 2,6 + 6,2 + 0,7 + 0,5 + 2,0 + 3,5) \\ &= 20,82 \text{ menit} \end{aligned}$$

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan, cycle time alat hauler Hino Ranger 280 JD sebesar 20,82 menit.



**LAMPIRAN N**  
**PERHITUNGAN *MATCH FACTOR* DAN *WAITING TIME* ALAT AKTUAL**

Berikut merupakan *match factor* antara alat loader Volvo EC330BLC dengan alat hauler Hino Ranger 280 JD:

Diketahui:

$$N_m = 1 \text{ unit}$$

$$N_a = 6 \text{ unit}$$

$$C_{ta} = 20,82 \text{ menit}$$

$$N = 6 \text{ kali}$$

$$C_{tm} = 0,38 \text{ menit}$$

$$CT_m = 2,3028 \text{ menit}$$

Perhitungan *match factor* aktual:

$$\begin{aligned} MF &= \frac{N_a \times C_{Tm}}{N_m \times C_{ta}} \\ &= \frac{6 \times 2,3028}{1 \times 20,82} \\ &= 0,664 \end{aligned}$$

Karena nilai *match factor*  $< 1$ , maka kemampuan *alat hauler* kurang dari 100 %, hal tersebut terjadi karena adanya *waiting time* dari alat hauler. Berikut merupakan cara untuk menghitung *Waiting time* alat loader:

$$\begin{aligned} W_{tm} &= \frac{N_m \times C_{Ta}}{N_a} - C_{tm} \\ &= \frac{1 \times 20,82}{6} - 2,3028 \\ &= 1,1670 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi, *working time* alat loader selama 20,82 menit terdapat *waiting time* selama 7,0023 menit untuk menunggu 6 alat hauler. Apabila *working time* selama 1 jam maka terdapat *waiting time* selama 20,18 menit *waiting time* alat loader. Hal ini akan menyebabkan berkurangnya efektivitas kerja dari alat loader.

**LAMPIRAN O**  
**PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT LOADER AKTUAL**

Kapasitas produksi alat loader adalah jumlah produksi yang dapat dicapai oleh kerja nyata alat loader pada kondisi (aktual) yang berlaku. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran di lapangan, berikut adalah perhitungan produksi alat loader Volvo EC330BLC :

Waktu edar alat loader (Ctm)	= 0,38 menit
Waktu edar alat loader <i>truck heaped</i> (CTm)	= 2,30 menit
Kapasitas <i>bucket</i> (KB)	= 3,58 m <sup>3</sup>
Faktor pengisian <i>bucket</i> (FF)	= 100%
Efisiensi kerja (EK)	= 81,96 %
<i>Swell factor</i> (SF)	= 0,75
Banyaknya pengisian tiap satu alat hauler (N)	= 6
<i>Waiting time</i> (WT)	= 1,1670 menit

$$\begin{aligned}
 P_m &= \frac{60 \times KB \times FF \times EK \times SF \times N}{CTm + WT} \\
 &= \frac{60 \times 3,58 \times 100\% \times 81,96\% \times 0,75 \times 6}{2,30 + 1,1670} \\
 &= 228,4086 \text{ BCM/jam (produksi satu jam)} \\
 &= 228,4086 \text{ BCM/jam} \times 14,753 \text{ hours/day} \times 30 \\
 &= 101092,95 \text{ BCM/bulan (produksi satu bulan)}
 \end{aligned}$$



**LAMPIRAN P**  
**PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT HAULER AKTUAL**

Kapasitas produksi alat hauler adalah jumlah produksi yang dapat dicapai dengan kerja aktual alat hauler pada kondisi (actual) yang berlaku. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran di lapangan, perhitungan produksi alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

Waktu edar alat hauler ( $CTa$ )	= 20,82 menit
Kapasitas <i>bucket backhoe</i> ( $KBm$ )	= 3,58 m <sup>3</sup>
Faktor pengisian <i>bucket</i> ( $FF$ )	= 100%
Efisiensi kerja ( $EK$ )	= 81,96 %
<i>Swell factor</i> ( $SF$ )	= 0,75
Banyaknya pengisian tiap satu alat hauler ( $N$ )	= 6
Waiting time ( $WT$ )	= 1,1670 menit
Kapasitas bak <i>dump truck</i> ( $Ca$ )	
$Ca$	= $KBm \times FF \times Na$
	= $3,58 \times 100\% \times 6$
	= 21,49 m <sup>3</sup>
$Pa$	= $Na \times \frac{60}{CTa} \times Ca \times SF \times EK$
	= $6 \times \frac{60}{20,82} \times 21,49 \times 0,75 \times 81,96\%$
	= 227,8593 BCM/jam (produksi satu jam)
	= 227,8593 BCM/jam x 14,718 hours/day x 30
	= 100607,25BCM/bulan (produksi satu bulan)

**LAMPIRAN Q**  
**PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT LOADER MENGGUNAKAN METODE**  
**OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)**

1. *Availability Factor (A)*

Perhitungan *availability factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Available Time (AT)} &= 247,43 \text{ jam/bulan} \\ \text{Total Calendar Time (TT)} &= 315 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{AT}{TT} \\ &= \frac{247,43}{315} \\ &= 0,786 \end{aligned}$$

2. *Utilization Factor (U)*

Perhitungan *utilization factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Utilization Time (UT)} &= 176,75 \text{ jam/bulan} \\ \text{Available Time (AT)} &= 247,43 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{UT}{AT} \\ &= \frac{176,75}{247,43} \\ &= 0,714 \end{aligned}$$

3. *Speed Factor (S)*

Perhitungan *speed factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Planned Cycle Time (CTp)} &= 20 \text{ detik} \\ \text{Actual Cycle Time (CTa)} &= 23,03 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{CTp}{CTa} \\ &= \frac{20}{23,03} \\ &= 0,868 \end{aligned}$$

4. *Bucket Fill Factor (B)*

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\text{Output actual bucket (Oac)} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\text{Output planned bucket (Opc)} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{Oac}{Opc} \\ &= \frac{3,58}{3,58} \\ &= 1 \end{aligned}$$

#### 5. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan *overall equipment effectiveness* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\text{Availability Factor (A)} = 0,786$$

$$\text{Utilization Factor (U)} = 0,714$$

$$\text{Speed Factor (S)} = 0,868$$

$$\text{Bucket Fill Factor (B)} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= A \times U \times S \times B \\ &= 0,786 \times 0,714 \times 0,868 \times 1 \\ &= 0,487 \end{aligned}$$

#### 6. Output Produksi (OP)

Perhitungan *output produksi* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\text{Output planned bucket (Opc)} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Calender Time (TT)} = 315 \text{ jam/bulan}$$

$$\text{Overall Equipment Effectiveness (OEE)} = 0,487$$

$$\text{Planned Cyle Time (CTp)} = 20 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{Opc \times TT \times 3600 \times OEE}{CTp} \\ &= \frac{3,58 \times 315 \times 3600 \times 0,487}{20} \\ &= 98957,15 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

**LAMPIRAN R**  
**PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT HAULER MENGGUNAKAN METODE**  
**OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)**

1. *Availability Factor (A)*

Perhitungan *availability factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Available Time (AT)} &= 247,43 \text{ jam/bulan} \\ \text{Total Calendar Time (TT)} &= 315 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{AT}{TT} \\ &= \frac{247,43}{315} \\ &= 0,786 \end{aligned}$$

2. *Utilization Factor (U)*

Perhitungan *utilization factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Utilization Time (UT)} &= 153,64 \text{ jam/bulan} \\ \text{Available Time (AT)} &= 247,43 \text{ jam/bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{UT}{AT} \\ &= \frac{153,64}{247,43} \\ &= 0,621 \end{aligned}$$

3. *Speed Factor (S)*

Perhitungan *speed factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Planned Cycle Time (CTp)} &= 540 \text{ detik} \\ \text{Actual Cycle Time (CTa)} &= 1249,17 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{CTp}{CTa} \\ &= \frac{540}{1249,17} \\ &= 0,432 \end{aligned}$$

4. *Vessel Fill Factor (B)*

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Output actual vessel (Oac)} = 21,49 \text{ m}^3$$

$$\text{Output planned vessel (Opc)} = 21,49 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{Oac}{Opc} \\ &= \frac{21,49}{21,49} \\ &= 1 \end{aligned}$$

#### 5. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan *overall equipment effectiveness* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Availability Factor (A)} = 0,786$$

$$\text{Utilization Factor (U)} = 0,621$$

$$\text{Speed Factor (S)} = 0,432$$

$$\text{Bucket Fill Factor (B)} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= A \times U \times S \times B \\ &= 0,786 \times 0,621 \times 0,432 \times 1 \\ &= 0,211 \end{aligned}$$

#### 6. Output Produksi (OP)

Perhitungan *output produksi* untuk satu alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Output planned vessel (Opc)} = 21,49 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Calender Time (TT)} = 315 \text{ jam/bulan}$$

$$\text{Overall Equipment Effectiveness (OEE)} = 0,211$$

$$\text{Planned Cyle Time (CTp)} = 540 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{Opc \times TT \times 3600 \times OEE}{CTp} \\ &= \frac{21,49 \times 315 \times 3600 \times 0,211}{540} \\ &= 9514,48 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

Dari uraian perhitungan di atas, hasil produksi untuk alat *hauler* Hino ranger 280 JD menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) adalah 9514,48 BCM/bulan untuk satu alat, sehingga untuk enam alat *hauler* Hino ranger 280 JD adalah 57086,90 BCM/bulan.



**LAMPIRAN S**  
**PERBAIKAN *CYCLE TIME* ALAT LOADER**

Berdasarkan perbaikan dengan menggunakan nilai minimum yang didapatkan dari statistik *cycle time* alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

*digging time* = 0,1 menit

*swing time* isi = 0,08 menit

*Loading time* = 0,05 menit

*Swing time* kosong = 0,05 menit

Total CTm (*cycle time*) = (0,1 + 0,08 + 0,05 + 0,05)  
= 0,28 menit

CTm sampai *truck heaped* = 0,28 menit x 6 *pass*  
= 1,70 menit

**LAMPIRAN T**  
**PERBAIKAN *CYCLE TIME* ALAT HAULER**

Berdasarkan perbaikan dengan menggunakan nilai minimum yang didapatkan dari statistik *cycle time* alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

<i>Waiting time 1</i>	= 0 menit
<i>Maneuver time 1</i>	= 0,33 menit
<i>Loading time</i>	= 1,97 menit
<i>hauling time isi</i>	= 5 menit
<i>Waiting time 2</i>	= 0 menit
<i>Maneuver time 2</i>	= 0,37 menit
<i>Dumping time</i>	= 0,7 menit
<i>hauling time kosong</i>	= 2 menit
Total CTm	= (0 + 0,33 + 1,97 + 5 + 0 + 0,37 + 0,7 + 2)
	= 10,37 menit

## LAMPIRAN U

### PERBAIKAN *MATCH FACTOR* DAN *WORKING TIME* EFEKTIF

#### 1. Perbaikan *match factor*

Berdasarkan perbaikan *cycle time* alat loader Volvo EC330BLC dan *cycle time* alat hauler Hino Ranger 280 JD menyebabkan perubahan pada tingkat *match factor*. Perbaikan keserasian kerja (*match factor*) antara alat loader Volvo EC330BLC dengan alat hauler Hino Ranger 280 JD yaitu sebagai berikut.

Diketahui:

$$N_m = 1 \text{ unit}$$

$$N_a = 6 \text{ unit}$$

$$C_{ta} = 10,37 \text{ menit}$$

$$N = 6 \text{ kali}$$

$$C_{Tm} = 1,70 \text{ menit}$$

$$C_{tm} = 0,28 \text{ menit}$$

Perhitungan *match factor* aktual:

$$\begin{aligned} MF &= \frac{N_a \times C_{Tm}}{N_m \times C_{ta}} \\ &= \frac{6 \times 1,70}{1 \times 10,37} \\ &= 0,984 \end{aligned}$$

Waiting time alat loader dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_{tm} &= \frac{N_m \times C_{Ta}}{N_a} - C_{tm} \\ &= \frac{1 \times 10,37}{6} - 1,70 \\ &= 0,028 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi, *working time* alat loader selama 10,37 menit terdapat *waiting time* selama 0,17 menit untuk menunggu 6 alat hauler. Maka untuk *working time* selama 1 jam terdapat 0,98 menit *waiting time* alat loader.

#### 2. Perbaikan Waktu kerja efektif

Mengurangi *bottleneck time* yang dapat dihindari seperti table dibawah dapat memperbaiki waktu kerja efektif. Berikut ini adalah tabel perbaikan terhadap

working time efektif pada alat gali dan alat loader yang digunakan dalam kegiatan penambangan menggunakan waktu minimum yang didapatkan dari data statistik hambatan yang ada.

Tabel U.1  
Parameter Perhitungan Perbaikan Working time Efektif

Jenis alat	Alat loader	Alat hauler
Waktu yang tersedia	1080	1080
<b>Hambatan yang dapat dihindari</b>		
Berhenti bekerja sebelum istirahat	13	15
Terlambat bekerja setelah istirahat	7	5
Berhenti bekerja lebih awal dari akhir shift	10	11
Terlambat bekerja pada awal shift	5	5
Keperluan operator	0	0
Pengisian bahan bakar ketika jam kerja	0	0
<b>Jumlah (Menit)</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
<b>Hambatan yang tidak dapat dihindari</b>		
Rain and wet delay	0	0
Safety Talk	4	4
Breakdown dan perawatan alat	0	0
Pemindahan posisi alat	5	0
Pengisian fuel	16	16
<b>Jumlah (Menit)</b>	<b>25</b>	<b>20</b>

Dari data pengamatan pada Tabel U.1 dapat diperoleh:

a. *Working time* efektif alat loader (*backhoe*)

$$\begin{aligned}
 W_{eb} &= 1080 \text{ minutes/day} - (35 \text{ minutes/day} + 25 \text{ minutes/day}) \\
 &= 1020 \text{ minutes/day} \\
 &= 17 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

b. *Working time* efektif alat hauler (*dump truck*)

$$\begin{aligned}
 W_{edt} &= 1080 \text{ minutes/day} - (36 \text{ minutes/day} + 20 \text{ minutes/hari}) \\
 &= 1024 \text{ minutes/day} \\
 &= 17,06 \text{ hours/day}
 \end{aligned}$$

### 3. Efisiensi Kerja

Berikut adalah perhitungan efisiensi kerja alat loader dan alat hauler pada PT. Aneka Tambang:

a. Efisiensi kerja alat loader (*backhoe*)

$$EK = \frac{W_{eb}}{W_t} \times 100\%$$

$$= \frac{1020}{1080} \times 100\%$$

$$= 94,44\%$$

b. Efisiensi kerja alat *hauler* (*dump truck*)

$$EK = \frac{W_{edt}}{W_t} \times 100\%$$

$$= \frac{1024}{1080} \times 100\%$$

$$= 94,81\%$$





**LAMPIRAN V**  
**PERBAIKAN PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT LOADER MENGGUNAKAN**  
**METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)**

1. *Availability Factor* (A)

Perhitungan *availability factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

*Available Time* (AT) = 247,43 jam/bulan

*Total Calender Time* (TT) = 315 jam/bulan

$$A = \frac{AT}{TT}$$
$$= \frac{247,43}{315}$$
$$= 0,786$$

2. *Utilization Factor* (U)

Perhitungan *utilization factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

*Utilization Time* (UT) = 232,58 jam/bulan

*Available Time* (AT) = 247,43 jam/bulan

$$U = \frac{UT}{AT}$$
$$= \frac{176,75}{247,43}$$
$$= 0,94$$

3. *Speed Factor* (S)

Perhitungan *speed factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

*Planned Cyle Time* (CT<sub>p</sub>) = 20 detik

*Actual Cycle Time* (CT<sub>a</sub>) = 16,8 detik

$$S = \frac{CT_p}{CT_a}$$
$$= \frac{20}{16,8}$$
$$= 1,19$$

#### 4. *Bucket Fill Factor* (B)

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\text{Output actual bucket (Oac)} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\text{Output planned bucket (Opc)} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{Oac}{Opc} \\ &= \frac{3,58}{3,58} \\ &= 1 \end{aligned}$$

#### 5. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Perhitungan *overall equipment effectiveness* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\text{Availability Factor (A)} = 0,786$$

$$\text{Utilization Factor (U)} = 0,714$$

$$\text{Speed Factor (S)} = 1,19$$

$$\text{Bucket Fill Factor (B)} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= A \times U \times S \times B \\ &= 0,786 \times 0,94 \times 1,19 \times 1 \\ &= 0,879 \end{aligned}$$

#### 6. *Output Produksi* (OP)

Perhitungan *output produksi* untuk alat loader Volvo EC330BLC adalah sebagai berikut:

$$\text{Output planned bucket (Opc)} = 3,58 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Calender Time (TT)} = 315 \text{ jam/bulan}$$

$$\text{Overall Equipment Effectiveness (OEE)} = 0,879$$

$$\text{Planned Cyle Time (CTp)} = 20 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{Opc \times TT \times 3600 \times OEE}{CTp} \\ &= \frac{3,58 \times 315 \times 3600 \times 0,879}{20} \\ &= 178497,26 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

**LAMPIRAN W**  
**PERBAIKAN PERHITUNGAN PRODUKSI ALAT HAULER MENGGUNAKAN**  
**METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE)**

1. *Availability Factor* (A)

Perhitungan *availability factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Available Time (AT)} = 247,43 \text{ jam/bulan}$$

$$\text{Total Calender Time (TT)} = 315 \text{ jam/bulan}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{AT}{TT} \\ &= \frac{247,43}{315} \\ &= 0,786 \end{aligned}$$

2. *Utilization Factor* (U)

Perhitungan *utilization factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Utilization Time (UT)} = 232,58 \text{ jam/bulan}$$

$$\text{Available Time (AT)} = 247,43 \text{ jam/bulan}$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{UT}{AT} \\ &= \frac{232,58}{247,43} \\ &= 0,94 \end{aligned}$$

3. *Speed Factor* (S)

Perhitungan *speed factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Planned Cyle Time (CTp)} = 540 \text{ detik}$$

$$\text{Actual Cycle Time (CTa)} = 622,2 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{CTp}{CTa} \\ &= \frac{540}{622,2} \\ &= 0,868 \end{aligned}$$

#### 4. Vessel Fill Factor (B)

Perhitungan *bucket fill factor* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Output actual vessel (Oac)} = 21,49 \text{ m}^3$$

$$\text{Output planned vessel (Opc)} = 21,49 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{Oac}{Opc} \\ &= \frac{21,49}{21,49} \\ &= 1 \end{aligned}$$

#### 5. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan *overall equipment effectiveness* untuk alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Availability Factor (A)} = 0,786$$

$$\text{Utilization Factor (U)} = 0,621$$

$$\text{Speed Factor (S)} = 0,868$$

$$\text{Bucket Fill Factor (B)} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= A \times U \times S \times B \\ &= 0,786 \times 0,94 \times 0,868 \times 1 \\ &= 0,641 \end{aligned}$$

#### 6. Output Produksi (OP)

Perhitungan *output* produksi untuk satu alat hauler Hino Ranger 280 JD adalah sebagai berikut:

$$\text{Output planned vessel (Opc)} = 21,49 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Calender Time (TT)} = 315 \text{ jam/bulan}$$

$$\text{Overall Equipment Effectiveness (OEE)} = 0,641$$

$$\text{Planned Cyle Time (CTp)} = 540 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{Opc \times TT \times 3600 \times OEE}{CTp} \\ &= \frac{21,49 \times 315 \times 3600 \times 0,423}{540} \\ &= 28917,58 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

Dari uraian perhitungan di atas, hasil produksi untuk alat *hauler* Hino ranger 280 JD menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) adalah 28917,58 BCM/bulan untuk satu alat, sehingga untuk enam alat *hauler* Hino ranger 280 JD adalah 173505,53 BCM/bulan.