

## Optimalisasi Performa Alat Angkut *Dump Truck Scania P360* Dalam Pengangkutan Batu Kapur Dari PNBP VI Menuju *Stockpile Limestone Crusher 6* Di Bukit Karang Putih PT. Semen Padang, Provinsi Sumatera Barat

Hadi Pranata<sup>1,\*</sup>, Mulya Gusman,<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

[\\*hadipranata0912@gmail.com](mailto:*hadipranata0912@gmail.com)

**Abstract.** PT. Semen Padang merupakan salah satu perusahaan pembuat semen di Indonesia yang tergabung dalam kelompok Semen Indonesia. Dalam kegiatan penambangannya, perusahaan ini melakukan ekstraksi batu kapur dan silika di daerah Bukit Karang Putih dengan Izin Operasi Pertambangan (IUP) PT. Semen Padang. Proses penambangan dilakukan melalui metode tambang terbuka (quarry). Untuk menjalankan operasi produksinya, PT. Semen Padang bermitra dengan PT. United Tractor Semen Gresik (UTSG) Dalam area Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP), perusahaan menggunakan 1 Excavator Komatsu PC300-8LC dan 4 Dump Truck Scania P360. PT. Semen Padang menetapkan target produksi sebesar 3.000 ton per hari untuk UTSG. Namun, kapasitas produksi sebenarnya hanya mencapai 3.804,87 ton per hari, dengan kapasitas angkut sebesar 1.740 ton per hari. Tingginya lost time disebabkan oleh ketidakefektifan waktu kerja alat-alat mekanik akibat adanya kendala. Beberapa hambatan yang teramati meliputi antrian selama 15 menit di area Crusher VI, siklus pengangkutan yang sebenarnya memakan waktu 21 menit dibandingkan dengan 15 menit yang direncanakan, dan penundaan nyata selama 10 menit dalam pengoperasian peralatan. Setelah menghitung nilai kesesuaian indera muat dan indera angkut, jika Match Factor (MF) < 1, maka alat muat menunggu, sementara indera angkut beroperasi penuh. Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan menerapkan metode Match Factor. Akibat dari penerapan metode ini, produksi setelah pemugaran mengalami peningkatan sebesar 123% dari target produksi.

**Keywords:** Batu Kapur, *Match Factor*, Produktivitas.

## 1 PENDAHULUAN

PT. Semen Padang merupakan bagian dari Semen Indonesia group dan merupakan salah satu produsen semen terkemuka di Indonesia. Perusahaan ini aktif dalam berbagai kegiatan, dengan penambangan batu kapur mencakup sekitar 85%, pasir silika sekitar 10%, dan pasir besi bersama basalt sekitar 5%. Proses penambangan limestone dan pasir silika dilaksanakan oleh PT. Semen Padang di wilayah Bukit Karang Putih dengan memegang Izin Usaha Pertambangan (IUP). Kegiatan penambangan ini dilakukan dengan metode tambang terbuka (quarry). Penambangan yg pada lakukan PT. Semen Padang merupakan tambang terbuka yg membentuk suatu strata (bench) buat membuat suatu lokasi penambangan sinkron menggunakan kebutuhan penambangan. Pertambangan Sejak tahun 1190 sudah memakan banyak lahan buat mineral kapurnya. Batu kapur yang melimpah membutuhkan produktivitas yg lebih tinggi buat memenuhi yg dibutuhkan pasar. Permintaan pasar yang tinggi menuntut PT. Semen Padang memastikan produksi meningkat setiap bulannya.

Dalam melaksanakan proses produksinya PT. Semen Padang bekerjasama dengan PT. United Tractors Semen Gresik (UTSG), yang menjadi bagian dari PT. Semen Padang sejak tahun 2018. Dalam kegiatan

penambangannya, PT. Semen Padang menggunakan berbagai peralatan berat yang dipasok oleh UTSG, termasuk 3 unit Excavator Komatsu PC400, 2 unit Excavator Komatsu PC300, dan 24 unit Dump Truck Scania P360. Beberapa peralatan ditempatkan di daerah Pit Limit Barat (PLB). Selebihnya di tempat Penerimaan Negara Bebas Pajak (PNBP). karena tercampur dengan mineral yang lain, tetapi recovery akan meningkat.

buat mencapai target produksi sebanyak 3000 ton/hari, diperlukan penggunaan peralatan yang seefisien mungkin. syarat ideal saat memuat serta mengangkut batu kapur sangat sulit dicapai. namun, hal ini dapat dicapai menggunakan mengoptimalkan alat-alat ekskavasi dan transportasi. berdasarkan perseteruan tadi dipergunakan match factor.

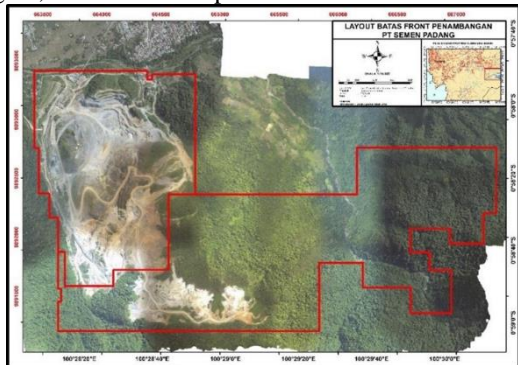
## 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1 Deskripsi Perusahaan

#### 2.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi PT. Semen Padang berada pada Bukit Karang Putih yg berada pada Kecamatan Indarung. menggunakan bagian atas air 350 mdpl, Kecamatan Lubuk Kilangan di Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat, berjarak sekitar 15 km di sebelah tenggara Kota

Padang. Secara geografis, luasnya berkisar antara 1° 04' 30" LS sampai 1° 06' 30" LS dan asal 100° 15' 30" BT hingga 100° 10' 30" BT. PT. Semen Padang dicapai melalui jalan utama yg menghubungkan Kota Padang serta Kota Solok asal barat, asal Kabupaten Solok di tenggara, serta asal Kabupaten Pesisir Selatan di utara.

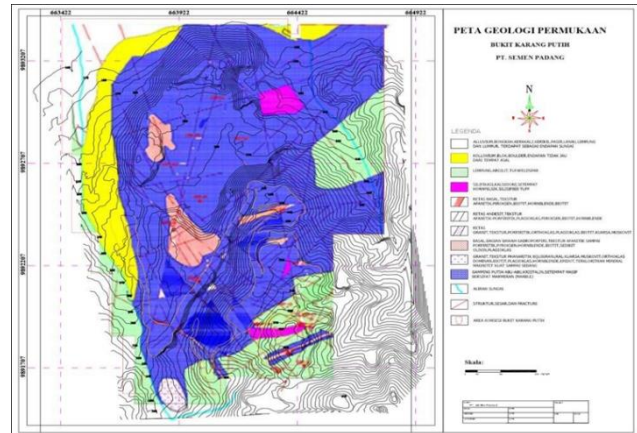


**Gambar 1.** Peta Lokasi IUP PT. Semen Padang

**2.1.2 Keadaan Geologi Daerah Penelitian**

**2.1.2.1 Keadaan Geologi dan Morfologi**

Secara umum, area penambangan PT Semen Padang terletak di daerah perbukitan yang tumbuh dengan pepohonan dan semak, mencakup sebagian kecil lahan pertanian yang dimanfaatkan oleh penduduk setempat. Ketinggian daerah ini berkisar antara 225 hingga 720 meter di atas permukaan laut. Peta topografi Bukit Karang Putih, tempat penambangan batu kapur, dapat ditemukan di lampiran. Ciri geologis daerah ini ditandai oleh bukit yang curam dengan kemiringan alami yang signifikan. Bukit Karang Putih umumnya mengandung batu kapur (gamping) bersama dengan batuan beku seperti basalt, andesit, dan granit. Lapisan batu kapur ini terletak di atas endapan batuan vulkanik dengan ketebalan berkisar antara 100 hingga 350 meter. Di sekitar Penambangan Selatan, terdapat formasi batuan basalt. Hal ini bisa menunjukkan bahwa basal jua sedang diekstrusi di daerah tadi Proses erupsi inilah yg di akhirnya mengarah di transformasi batu gamping sebagai karst menggunakan mengkristal. memakai kekarkekar yg terdapat pada daerah tadi serta yg mengakibatkan rongga, dinding batu pada hal ini mengamati krisis kerapuhan. N 25°/74° E ialah lokasi arah Strike dan Dip bidang lapisan yang ada pada Bukit Karang Putih (Departemen Pertambangan PT. Semen Padang). Front Antiklin ini mempunyai lapisan yang memanjang lebih jauh ke timur, berasal Timur laut sampai Barat Daya. Lapisan epilog yg ditemukan di lokasi penambangan terbuat dari batu gamping basalt dan kapur lapuk.



**Gambar 2.** Peta Geologi Permukaan Bukit Karang Putih

**2.1.2.2 Stratigrafi**

Susunan stratigrafi kawasan Bukit Karang Putih terdiri berasal litologi sekuensial purba sampai belia yg terdiri berasal batuan granular deretan Kuantan menggunakan batugamping kristalin berumur Permokarbonat yg tak konsisten yang melapisi satuan batuan granular kumpulan Kuantan serta satuan batugamping yang diendapkan menggunakan satuan konglomerat deretan Kuantan. perpaduan Tuhur, merupakan kumpulan Trias Tengah Atas yang lebih tua menggunakan permukaan mengandung silika.

Bukit Karang Putih dari dari Miosen Tengah serta asal berasal intrusi batuan beku. pada bagian selatan Bukit Karang Putih terdapat perpaduan batuan yang lebih tua yg disebut Miosen Atas. pada daerah ini jua ada lapisan batuan yang lebih muda yang terdiri asal batuan vulkanik Tersier atau Kuarter. Lapisan ini tidak saling tumpang tindih dengan batuan yg telah terdapat sebelumnya. Batuan yg lebih baru ini bisa ditemukan dalam bentuk batuan vulkanik Tersier atau Kuarter serta tidak mempunyai keselarasan dengan formasi batuan yg terdapat sebelumnya. Meskipun batuan ini bersifat anorganik, pada kondisi iklim tertentu serta di perairan bahari atau air tawar, ada jenis batugamping yang mengandung magnesium, tanah liat, serta pasir, yang beserta-sama mengendapkan pengotor selama proses pengendapan.

Unit Batuan	Tebal Rata-Rata (m)	Simbol Batuan	Pemerian	Sumber Bahan
Endapan Resen	0,8-3,0	[Symbol]	Material Timbunan/Urugan	
	0,4-2,5	[Symbol]	Lempung Residu/Foil	Alumina Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Endapan Vulkanik	13,6	[Symbol]	Tufa	Silika (SiO <sub>2</sub> )
	68,9	[Symbol]	Tufa Kersikan Tektonik Deposit (Bahan Rombakan)	
Batuan Metascdimen dan Metamorf	=360	[Symbol]	Batugamping Marmor	Kapur Cao.Mgo
	>500	[Symbol]	Batulempung Tufaan (Batuan Kersikan)	Silika (SiO <sub>2</sub> )

**Gambar 3.** Stratigrafi Bukit Karang Putih

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Alat Berat

Menurut Rostiyanti (2008), peralatan berat menjadi elemen yang krusial dalam proyek, khususnya pada proyek konstruksi yang berskala besar. Penggunaan peralatan berat bertujuan untuk menyederhanakan tugas manusia, sehingga pencapaian hasil yang diharapkan dapat dilakukan dengan lebih efisien dan dalam waktu yang lebih singkat secara relative

### 2.2.2 Pemuatan dan Pengangkutan

### 2.2.3 Produktifitas Excavator

$$Q = \frac{3600}{CTm} \times q \times E \times SF$$

### 2.2.4 Produktifitas Dump truck

$$Q = \frac{60}{CTa} \times C \times E \times SF$$

### 2.2.5 Match Factor

Dalam upaya untuk meningkatkan kualitas sistem kerja, perlu diperhatikan tingkat keterpaduan operasional antara peralatan, termasuk alat muat dan alat angkut.

Aspek ini memerlukan evaluasi dari berbagai sudut pandang, yaitu:

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

### 2.2.6 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat

#### 2.2.6.1 Efisiensi Kerja

Partanto Prodjosumarto (1996:8), "Produktivitas tenaga kerja merupakan perbandingan antara waktu kerja yang menghasilkan produk dengan total waktu kerja yang tersedia.", diukur dalam bentuk persentase (%)." Dampak dari tingkat efisiensi kerja ini dapat mempengaruhi kapasitas produksi peralatan.

Tabel 1. Efisiensi Kerja

Kondisi Alat	Pemeliharaan Alat				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

#### 2.2.6.2 Faktor Pengembangan Material (swell factor)

Swell factor adalah pemuatan volumetrik material setelah ditarik keluar dari posisinya. Ketika material digali di bagian bawah, itu mengembang. Laju

pembengkakan juga dapat ditentukan dari rasio densitas material curah terhadap densitas material in situ.

Tabel 2. Faktor Pengembangan Berbagai Material

Jenis Material	Density (Lb/Cuyd)	Swell Faktor
Bauksit	2700-4325	0,75
Tanah Liat,Kering	2300	0,85
Tanah Liat, Basah	2800-3000	0,82-0,80
Antracite	2200	0,76
Bituminous	1900	0,74
Bijih Tembaga	3800	0,74
Tanah Biasa, Kering	2800	0,85
Tanah Biasa, Basah	3370	0,85
Tanah Biasa Bercampur Pasir dan Kerikil	3100	0,90
Kerikil (Gravel), Kering	3250	0,89
Kerikil (Gravel), Basah	3600	0,88
Granite, Pecah- pecah	4500	0,67-0,56
Hematite, Pecah-pecah	6500-8700	0,45
Bijih Besi, Pecah-pecah	3600-5500	0,45
<b>Batu Kapur, Pecah-pecah</b>	<b>2500-4200</b>	<b>0,60-0,57</b>
Lumpur	2160-2970	0,83
Lumpur, Sudah Ditekan	2970-3510	0,83
Pasir, Kering	2200-3250	0,89
Pasir, Basah	3300-3600	0,88
Shale	3000	0,75
Slate	4590-4860	0,77

#### 2.2.6.3 Faktor Isian Mangkuk

Dimensi faktor pengisian mangkuk bervariasi berdasarkan jenis material yang diangkat

Tabel 3. Faktor Pengisian Bucket (Fill Factor)

Jenis Pekerjaan	Kondisi Kerja	Faktor Bucket
Ringan	Menggali dan memuat dari stock room dan stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain yang tidak membutuhkan daya gali dan dapat dimuat munjung.	1,0 – 0,8
Sedang	Menggali dan memuat dari stock room atau stockpile, dengan kondisi tanah yang sulit digali dan dikeruk akan tetapi dapat dimuat hampir munjung. Menggali dan memuat dari stock room atau stockpile, dengan kondisi tanah yang sulit digali dan dikeruk akan tetapi dapat dimuat hampir munjung.	0,8 – 0,6
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu pecah, tanah liat yang keras, pasir dan kerikil yang telah dikumpulkan, sulit mengisi bucket dengan material tersebut.	0,6 – 0,5
Sulit	Bongkahan batu besar dengan bentuk tidak teratur dengan banyak rongga diantaranya.	0,5 – 0,4

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1. Desain Penelitian

##### 3.1.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh penulis bersifat kuantitatif, karena pada tahap penelitian selanjutnya akan menggunakan data berupa nilai numerik. (Kontjojo 2009:11)

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian yang dilakukan di PT. Semen Padang 1 Februari sampai 1 Maret 2023 dan pengambilan data baik data primer dan data sekunder.

##### 3.1.3 Jenis Penelitian

Aktivitas yang dijalankan di PT. Semen Padang berlokasi di Bukit Karang Putih, yang terletak di Kecamatan Indarung dan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat.

#### 3.2 Variabel Penelitian

##### 3.2.1 Data

###### 3.2.1.1 Data Primer

Data cycle time alat gali-muat dan angkut.

###### 3.2.1.2 Data Sekunder

- Data jam kerja alat dan operator.
- Data produksi batupaku bulan Maret 2023
- Data spesifikasi alat.
- Data lokasi dan topografi
- Data curah hujan

###### 3.2.2 Jenis Data

Data yang terkumpul dapat dikategorikan ke dalam dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

###### 3.2.3 Sumber Data

#### 3.3 Teknik Pengumpulan Data

##### 3.3.1 Studi Literatur

Pendekatan ini dilaksanakan dengan merangkum berbagai referensi dari literatur dan memeriksa laporan penelitian sebelumnya untuk mendapatkan pemahaman yang umum tentang domain penelitian tersebut.

##### 3.3.2 Observasi Lapangan

Observasi lapangan merujuk pada kegiatan pengamatan yang secara langsung terkait dengan lokasi studi kasus. Dengan melakukan studi kasus, pengumpulan dan analisis data dapat dilakukan dengan lebih mudah.

#### 3.4 Teknis Pengolahan Data

##### 3.4.1 Menghitung Produktifitas Alat

- Ketersediaan Mekanis Alat Gali Muat Dan Alat Angkut
- Menghitung Produktifitas Alat Muat Dan Alat Angkut

##### 3.4.2 Menghitung Match Factor

Berdasarkan hasil dari produktifitas alat gali dan angkut, faktor penyesuaian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Produktifitas Alat

###### 4.1.1.1 Ketersediaan Alat Mekanis

Tabel 4. Hasil Perhitungan Manajemen Alat Gali Muat

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%			
1	Excavator Komatsu PC300 - LC8	98,1	98,2	91,9	90,3

Tabel 5. Hasil Perhitungan manajemen Alat Angkut

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%			
1	Dumptruck Scania P360 (SC - 03)	95,7	96,1	91,5	87,9
2	Dumptruck Scania P360 (SC - 05)	94,1	94,6	92	87,1
3	Dumptruck Scania P360 (SC - 10)	95,3	95,7	91,9	87,9
4	Dumptruck Scania P360 (SC - 14)	93,2	93,7	92,4	86,6

###### 4.1.1.2 Produktifitas Alat Gali Muat Excavator Komatsu PC300-8LC

Tabel 6. Hasil Perhitungan Produksi Alat Muat Per-hari

Jenis Alat Muat		Shift 1	Shift 2	Total
Excavator Komatsu	PC300-8LC	2.027,28	1.777,79	3.804,87
Target produksi Maret 2023		3.000		

Tabel 7. Hasil Perhitungan Produksi Alat Muat Per-bulan

Jenis Alat Muat		Shift 1	Shift 2	Total
Excavator Komatsu	PC300-8LC	62.840	55.111	117.951
Target produksi Maret 2023		93.000		



4.1.1.3 Produktifitas Alat Angkut Dumptruck Scania P360

Tabel 8. Hasil Perhitungan Produksi Alat Angkut/hari

Jenis Alat Angkut	Shift 1	Shift 2	Total	
Dumptruck Scania P360	SC 03	212,10	181,16	393,26
	SC 05	245,92	212,17	458,09
	SC 10	232,95	207,48	440,43
	SC 14	231,82	207,17	438,99
Total per-shift	922,79	807,98	1.730,78	
Target produksi Maret 2023	3.000			

Tabel 9. Hasil Perhitungan Produksi Alat Angkut/bulan

Jenis Alat Angkut	Shift 1	Shift 2	Total	
Dumptruck Scania P360	SC 03	6.575	5.616	12.191
	SC 05	7.624	6.577	14.200
	SC 10	7.221	6.432	13.653
	SC 14	7.186	6.422	13.608
Total per-shift	28.606	25.047	53.654	
Target produksi Maret 2023	93.000			

4.1.1.4 Faktor Keserasian Alat Gali Muat dan Alat Angkut

$$MF = \frac{CTm \times n \times Na}{CTa \times Nm}$$

$$MF = \frac{20,94 \times 7 \times 4}{1.256,49 \times 1}$$

$$MF = \frac{586,32}{1.256,49}$$

$$MF = 0,47$$

Dalam menghitung waktu tunggu alat angkut dapat dilakukan dengan:

$$MF = \frac{CTm \times n \times Na}{CTa \times Nm}$$

$$1 = \frac{20,94 \times 7 \times 4}{Cta \times 1}$$

$$Cta = 586,32 \text{ detik}$$

$$Cta = 9,78 \text{ menit}$$

Waktu tunggu alat muat:

$$= \text{cycle time aktual} - \text{cycle time ideal}$$

$$= 1.256,49 - 586,32$$

$$= 670,17 \text{ detik}$$

$$= 11,16 \text{ menit}$$

4.1.1.4 Produksi Setelah Perbaikan

Tabel 10. Hasil Perhitungan Produksi Alat Angkut/hari

Jenis Alat Angkut	Shift 1	Shift 2	Total	
Dumptruck Scania P360	SC 03	500,20	428,74	928,94
	SC 05	495,64	424,84	920,48
	SC 10	500,20	428,74	928,94
	SC 14	492,80	422,40	915,20
Total per-shift	1.988,8	1.704,7	3.693,5	
Target produksi Maret 2023	3.000			

Tabel 11. Hasil Perhitungan Produksi Alat Angkut/bulan

Jenis Alat Angkut	Shift 1	Shift 2	Total	
Dumptruck Scania P360	SC 03	15.506	13.291	28.797
	SC 05	15.365	13.170	28.535
	SC 10	15.506	13.291	28.797
	SC 14	15.277	13.094	28.371
Total per-shift	61.654	52.846	114.500	
Target produksi Maret 2023	93.000			

4.2 Pembahasan

Hasil analisis data menunjukkan bahwa produktivitas alat muat Excavator Komatsu PC300-8LC adalah 3.804,87 ton/hari dan 117.950,95 ton/bulan. Sementara itu, produktivitas alat angkut Dumptruck Scania P360 diurai per unit, dengan produktivitas teoritis setelah peningkatan efisiensi kerja adalah 1.730,78 ton/hari dan 53.654 ton/bulan. Namun, produktivitas aktual masing-masing unit Dumptruck Scania P360 adalah 393,26 ton/hari dan 12.191 ton/bulan untuk unit 03, 458,09 ton/hari dan 14.200 ton/bulan untuk unit 05, 440,43 ton/hari dan 13.653 ton/bulan untuk unit 10, serta 438,99 ton/hari dan 13.608 ton/bulan untuk unit 14.

Setelah menghitung produktivitas alat, penelitian juga mengevaluasi nilai Match Factor antara alat gali muat dan alat angkut. Berdasarkan analisis, nilai Match Factor yang diperoleh dari waktu edar 1 unit excavator selama 20,94 detik dan 4 unit Dumptruck selama 1256,49 detik adalah sebesar 0,4. Karena nilai tersebut kurang dari 1, hal ini menunjukkan bahwa alat muat harus menunggu sementara alat angkut terus bekerja.

Dengan penerapan perbaikan, Match Factor antara Excavator Komatsu PC300-8LC sebagai alat muat dan Dump Truck Scania P360 meningkat menjadi 1. Produktivitas alat angkut juga mengalami peningkatan menjadi 3.693,5 ton/hari dan 114.500 ton/bulan.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan perhitungan produktivitas aktual, alat muat memiliki hasil produksi sejumlah 3.804,87 ton/hari dan 117.950,95 ton/bulan. Sementara itu, produktivitas total dari alat angkut mencapai

- 1.730,78 ton/hari dan 53.654 ton/bulan. Produktivitas alat angkut yang tercapai hanya mencapai 58% dari target produksi.
2. Berdasarkan perhitungan menggunakan match factor didapatkan hasil setelah perbaikan, cycle time alat angkut menjadi 9,78 menit, dengan nilai MF = 1
  3. Setelah menggunakan match factor, produktivitas alat angkut mengalami peningkatan menjadi 3.693 ton/hari dan 114.500 ton/bulan..

## 5.2 Saran

1. Agar PT. Semen Padang dapat mencapai produktivitas yang optimal, disarankan untuk memaksimalkan jam kerja efektif dan mengurangi waktu kerja yang tidak produktif.
2. Untuk menghindari gangguan yang dapat menyebabkan kehilangan waktu, seperti keterlambatan operator, kerusakan peralatan, dan pemeriksaan kondisi jalan, perlu diupayakan agar waktu operasional sesuai dengan rencana cycle time PT. Semen Padang.
3. Setelah melihat bahwa alat angkut masih mengalami antrian, disarankan untuk melakukan analisis kebutuhan peralatan gali muat dan angkut guna menghindari antrian, dengan melakukan analisis menggunakan faktor kesesuaian (match factor).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. Data Laporan dan semen Arsip PT.Semen Padang (Persero). Padang, Sumatera Barat.
- [2] Burt, C., & Caccetta, L. (2008). Match Factor for heterogeneous truck semen and loader fleets. *Jurnal Internasional Pertambangan, Reklamasi dan lingkungan*, vol. 21, No. 4, 262-270.
- [3] Choundhary, R.P. (2018). Optimization of Load Haul Dump Mining System by cemen OEE and Match Factor for Surface Mining.
- [4] David Morley, & Tim Joseph. (2018). In Search Of The Ideal Truck Excavatorcemen Combination.
- [5] Fisonga, M. (2017). Optimization of the fleet per shovel productivity in surface mining: Case study of chilanga Cement, kaki Lusaka Zambia. *Cogent Engineering*,3.
- [6] Morley, D., & Joseph, T. (2018). In Search Of The Ideal Truck-Excavator tangan Combination. *Departement of civil and Environmental Engineering*,2.
- [7] Rezky Anisari, Keserasian Alat Muat dan Angkut Untuk Kecapaian Target hadi Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT. Unirich Mega Persada Site Hajak Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah, Politeknik Banjarmasin.
- [8] Partanto. 1996. Produktivitas alat gali muat. Bandung: Departemen sopi Tambang Institut Teknologi Bandung.
- [9] Syarifudin, dkk. 2013. Analisa Kemampuan Kerja Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Overburden 240.000 lazada Bcm Perbulan Di Site Project Darmo PT. Ulima Nitra Tanjung Enim Sumatera Selatan.
- [10] Naya, Gusman. Evaluasi Optimasi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Terhadap Produksi Batu Kapur Menggunakan Metode Match toko Factor, Fishbone dan LinearProgramming Simplex pada Blok Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan Pit Limit Barat (PLB) Bukit Karang Putih PT. Semen Padang.