

Kajian Biaya Produksi Pemindahan Material Batugamping dari *Room of Material* ke *Crusher* di PT Lafarge Cement Indonesia, Lhoknga, Aceh Besar

Devi Pratiwi*, Hendra Harisman

Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumihan, Universitas Syiah Kuala
Jalan Tengku Syech Abdul Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh

*Email: *devipratiwi229@gmail.com*

Abstract

PT Lafarge Cement Indonesia as cement producer company, entrusted its mining project to PT Macmahon Indonesia with production target of 6000 ton/day. However, due to crusher problems, national holidays and so on that hinder the achievement of production targets, PT Lafarge Cement Indonesia rented one unit wheel loader owned by PT Macmahon Indonesia with type CAT 992D or two units wheel loader owned by PT Meugah Asai Kana with type CAT 966D and CAT 980C to transport limestone from Room of Material to crusher for achieving production target. After the research, production cost by operating wheel loader CAT 992D was higher than wheel loader CAT 966D and CAT 980C although total production by operating wheel loader CAT 966D and CAT 980C was higher. It can be concluded that the operation of wheel loader CAT 966D and CAT 980C is more advantageous compared to the operation of wheel loader CAT 992D.

Keywords: production cost, wheel loader, room of material, crusher

Abstrak

PT Lafarge Cement Indonesia sebagai perusahaan penghasil semen, mempercayakan proyek penambangan batugampingnya pada PT Macmahon Indonesia dengan target produksi 6000 ton/hari. Namun, karena adanya permasalahan pada *crusher*, adanya hari libur nasional dan sebagainya yang menghambat tercapainya target produksi, maka PT Lafarge Cement Indonesia menyewa satu unit *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia dengan tipe CAT 992D atau dua unit *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana dengan tipe CAT 966D dan CAT 980C untuk melakukan proses pengangkutan batugamping dari *Room of Material* menuju *crusher* agar target produksi yang telah ditetapkan dapat tercapai. Setelah dilakukan penelitian, diperoleh biaya produksi dengan pengoperasian *wheel loader* CAT 992D lebih tinggi dibandingkan *wheel loader* CAT 966D dan CAT 980C meskipun total produksi dengan mengoperasikan *wheel loader* CAT 966D dan CAT 980C lebih tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengoperasian *wheel loader* CAT 966D dan CAT 980C lebih menguntungkan dibandingkan dengan pengoperasian *wheel loader* CAT 992D.

Kata kunci: biaya produksi, *wheel loader*, *room of material*, *crusher*

1. Pendahuluan

PT Lafarge Cement Indonesia merupakan salah satu perusahaan penghasil semen. PT Lafarge Cement Indonesia memiliki tambang batugamping dimana Izin Usaha Pertambangannya dipegang oleh PT Aroma Cipta Anugrahtama sedangkan untuk proyek penambangannya dilaksanakan oleh PT Macmahon Indonesia. PT Lafarge Cement Indonesia menargetkan produksi batugamping sebesar 6000 ton/hari. Namun, karena adanya berbagai permasalahan pada *crusher*, adanya hari libur nasional, dan berbagai permasalahan lainnya, sehingga target produksi yang telah ditetapkan tidak dapat tercapai. Untuk mencapai target produksi

tersebut, maka PT Lafarge Cement Indonesia melakukan proses pengangkutan batugamping dari *Room of Material* (ROM) ke *crusher*.

Material batugamping yang ada di ROM adalah material yang diangkut dari loading point saat *crusher* mengalami kerusakan atau saat ROM dalam keadaan kosong. Untuk melakukan proses tersebut, PT Lafarge Cement Indonesia menyewa satu unit *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia dengan tipe CAT 992D atau dua unit *wheel loader* dengan tipe CAT 966D dan CAT 980C milik PT Meugah Asai Kana. Untuk mengetahui pengoperasian *wheel loader* manakah yang lebih menguntungkan bagi PT Lafarge Cement Indonesia maka dilakukan

perhitungan biaya produksi dengan mengoperasikan masing-masing wheel loader tersebut.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Metode Load and Carry

Wheel loader merupakan alat mekanis yang digunakan untuk kegiatan pemuatan. Namun, selain digunakan untuk kegiatan pemuatan, wheel loader juga dapat digunakan untuk kegiatan pengangkutan jarak dekat. Pekerjaan ini dikenal dengan istilah metode load and carry [1].

2.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi

2.2.1 Nilai ketersediaan alat

Ketersediaan alat adalah faktor yang menunjukkan kondisi alat mekanis yang digunakan pada kegiatan penambangan. Parameter yang digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan alat adalah Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Use of Availability (UoA) dan Effective Utilization (EU) [2].

Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah Use of Availability (UoA). Nilai UoA digunakan untuk jam kerja alat yang sesungguhnya dengan menghilangkan nilai jam perbaikan alat.

Nilai UoA dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [2]:

$$UoA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan:

- UoA : Use of Availability (%)
- W : Working hours (jam)
- S : Standby hours (jam)

2.2.2 Faktor pengembangan (swell factor)

Faktor pengembangan adalah perubahan volume material sebagai akibat dari kegiatan penggalian atau pembongkaran terhadap material tersebut [1]. Faktor pengembangan merupakan perbandingan antara densitas material sesudah dilakukan penggalian (loose) dengan densitas material sebelum dilakukan penggalian (insitu) [3].

$$Swell\ Factor = \frac{Densitas\ loose\ (ton/m^3)}{Densitas\ insitu\ (ton/m^3)} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

2.2.3 Faktor pengisian bucket

Faktor pengisian bucket adalah perbandingan antara volume nyata bucket untuk sekali muat dengan volume teoritis munjung bucket [3].

2.2.4 Waktu edar alat muat

Waktu edar adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk melakukan kegiatan dari awal hingga akhir dan siap untuk memulai kembali. Waktu edar alat muat terdiri dari waktu memuat material, waktu angkut, waktu menumpahkan muatan dan waktu kembali ke posisi awal [4].

$$CT = WMm + WA + WTm + WK \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

- CT : Waktu edar (detik)
- WMm : Waktu pemuatan material (detik)
- WA : Waktu angkut (detik)
- WTm : Waktu penumpahan material (detik)
- WK : Waktu kembali ke posisi awal (detik)

2.3 Produktivitas Alat Muat

Produktivitas alat muat sangat berkaitan dengan target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan, sehingga perlu dilakukan estimasi terhadap produktivitas dari alat tersebut. Untuk menghitung kemampuan produksi alat muat, digunakan persamaan sebagai berikut [5]:

1. Produksi per siklus

$$q = q1 \times BFF \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

- q : Produksi per siklus (m³)
- q1 : Kapasitas munjung bucket (m³)
- BFF : Faktor pengisian bucket

2. Produksi per jam

$$Q = \frac{q \times 3600 E}{CT} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

- Q : Produksi per jam (m³/jam)
- q : Produksi per siklus (m³)
- 3600 : Konversi jam ke detik
- E : Efisiensi kerja (%)
- CT : Waktu edar (detik)

3. Produksi per hari

$$Q_{\text{hari}} = Q_{\text{jam}} \times \text{Rata-rata jam kerja/hari} \dots \dots \dots (2.6)$$

4. Produksi per bulan

$$Q_{\text{bulan}} = Q_{\text{hari}} \times \text{Total hari kerja/bulan} \dots \dots \dots (2.7)$$

2.4 Biaya Kepemilikan dan Biaya Operasional

2.4.1 Biaya Kepemilikan

Biaya kepemilikan adalah penjumlahan antara biaya penyusutan alat, bunga modal dan asuransi alat [1]. Namun, apabila peralatan tersebut tidak dimiliki dengan cara beli langsung oleh perusahaan, tetapi perusahaan menyewa dari pihak lain, maka biaya kepemilikan tidak diperhitungkan, yang diperhitungkan adalah biaya sewa alat.

2.4.2 Biaya Operasional

Biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan jika alat tersebut dioperasikan. Biaya operasional yang diperhitungkan pada penelitian ini adalah biaya bahan bakar. Data bahan bakar dapat diperoleh dari pabrik produsen alat, dealer yang menjual alat atau dari data lapangan. [1].

$$BB = KB_J \times HB_L \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

- BB : Biaya bahan bakar (Rp/jam)
- KB_J : Konsumsi bahan bakar per jam (liter/jam)
- HB_L : Harga bahan bakar per liter (Rp/liter)

2.5 Biaya Produksi

Pemilihan suatu alat yang akan digunakan tidak hanya didasarkan atas besarnya produksi atau kapasitas alat, namun juga didasarkan atas biaya produksi. Biaya produksi merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk tiap ton material yang dihasilkan dengan pengoperasian suatu alat [6].

Biaya produksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [6]:

$$BP = \frac{BK + BO}{Q} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:

- BP : Biaya Produksi (Rp/ton)
- BK : Biaya Kepemilikan (Rp/bulan)

BO : Biaya operasional (Rp/bulan)

Q : Total Produksi (Ton/bulan)

3. Metode Penelitian

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Lafarge Cement Indonesia, tepatnya pada *Room of Material* (ROM) di *Quarry* I. Waktu pelaksanaan penelitian yaitu 22 Mei hingga 21 Juni 2017.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mencari referensi teori yang berkaitan dengan penelitian. Selanjutnya dilakukan proses pengambilan data untuk memperoleh data primer dan data sekunder. Data primer berupa *cycle time* masing-masing *wheel loader* diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan, sedangkan data sekunder berupa spesifikasi alat, biaya sewa alat, dan lain-lain diperoleh berdasarkan informasi dari perusahaan. Setelah data diperoleh, kemudian data diolah dan dianalisa, hingga diperoleh kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Sistem Kerja Wheel Loader

4.1.1 Waktu edar wheel loader

Waktu edar rata-rata yang diperoleh dari pengolahan data untuk wheel loader CAT 992D adalah 64,83 detik. Sedangkan waktu edar rata-rata untuk wheel loader CAT 966D adalah 53,2 detik dan waktu edar rata-rata untuk wheel loader CAT 966D adalah 51,34 detik.

4.1.2 Faktor Pengembangan

Nilai *swell factor* dari material batugamping di *Quarry* I adalah sebagai berikut:

$$SF = \frac{1,8 \text{ ton/m}^3}{2,6 \text{ ton/m}^3} \times 100\% = 69,23\%$$

4.1.3 Faktor pengisian bucket

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan informasi yang diperoleh dari perusahaan, maka faktor pengisian bucket wheel loader CAT 992D, 966D dan 980C adalah 85%.

4.1.4 Kondisi dan kemampuan kerja alat

Dengan menggunakan persamaan 2.1, maka diperoleh nilai UoA untuk *wheel loader* CAT 992D milik PT Macmahon Indonesia serta *wheel loader* CAT 966D dan CAT 980C yaitu seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Kondisi dan kemampuan kerja *wheel loader* CAT 992D dari bulan Januari hingga Mei 2017

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
Waktu Tersedia	40 jam	40 jam	20 jam	70 jam	20 jam
Waktu Kerja	29,58 jam	28,49 jam	17,23 jam	47,85 jam	16,59 jam
Waktu Standby	10,42 jam	11,51 jam	2,77 jam	22,15 jam	3,41 jam
UoA	73,95 %	71,23 %	86,15 %	68,36 %	82,95 %

Tabel 4.2 Kondisi dan kemampuan kerja *wheel loader* CAT 966D dari bulan Januari hingga Mei 2017

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
Waktu Tersedia	28 jam	28 jam	17 jam	70 jam	60 jam
Waktu Kerja	22,7 jam	21,9 jam	13,1 jam	60,62 jam	46,17 jam
Waktu Standby	5,3 jam	6,1 jam	3,9 jam	9,38 jam	13,83 jam
UoA	81,07 %	78,21 %	77,06 %	86,6 %	78%

Tabel 4.3 Kondisi dan kemampuan kerja *wheel loader* CAT 980C dari bulan Januari hingga Mei 2017

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
Waktu Tersedia	37 jam	28 jam	17 jam	74 jam	63 jam
Waktu Kerja	33,1 jam	22,65 jam	14,3 jam	59,02 jam	52,35 jam
Waktu Standby	3,9 jam	5,35 jam	2,7 jam	14,98 jam	10,65 jam
UoA	89,46 %	80,89 %	84,12 %	79,76 %	83%

4.2 Perhitungan Produksi *Wheel Loader*

Dengan menggunakan persamaan 2.4, 2.5, 2.6 dan 2.7, maka diperoleh nilai produksi untuk *wheel loader* CAT 992D milik PT Macmahon Indonesia serta *wheel loader* CAT 966D dan CAT 980C yaitu seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4 Nilai produksi batugamping dengan menggunakan *wheel loader* CAT 992D dari bulan Januari hingga Mei 2017

Bulan	Produksi Per Siklus	Produksi Per Jam	Produksi Per Har	Produksi Per Bulan
Jan	16,37	672,53	4967	19868
Feb	16,37	647,8	4612,34	18449,36
Mar	16,37	783,49	6753,69	13507,38
Apr	16,37	621,7	4252,43	29767,01
Mei	16,37	754,38	6261,35	12522,7

Tabel 4.5 Nilai produksi batugamping dengan menggunakan *wheel loader* CAT 966D dari bulan Januari hingga Mei 2017

Bulan	Produksi Per Siklus	Produksi Per Jam	Produksi Per Har	Produksi Per Bulan
Jan	4,74	260,03	1180,54	5902,7
Feb	4,74	250,86	1374,71	5498,84
Mar	4,74	247,17	810,72	3242,88
Apr	4,74	277,77	1122,19	16832,85
Mei	4,74	250,19	963,23	11558,76

Tabel 4.6 Nilai produksi batugamping dengan menggunakan *wheel loader* CAT 980C dari bulan Januari hingga Mei 2017

Bulan	Produksi Per Siklus	Produksi Per Jam	Produksi Per Har	Produksi Per Bulan
Jan	6,12	383,91	2541,48	12707,4
Feb	6,12	347,13	1964,76	7859,04
Mar	6,12	361	1292,38	5169,52
Apr	6,12	342,28	1263,01	20208,16

Mei	6,12	356,19	1553	18636
-----	------	--------	------	-------

4.3 Tarif Biaya Alat

Berdasarkan data yang diperoleh dari PT Lafarge Cement Indonesia, tarif sewa wheel loader CAT 992D adalah Rp. 4.150.000,- dimana tarif ini sudah termasuk biaya bahan bakar (biaya operasional) dan upah operator.

Sedangkan tarif sewa wheel loader CAT 966D adalah RP. 375.000,- dan tarif sewa wheel loader CAT 980C adalah RP. 612.000,- tarif ini sudah termasuk dengan upah operator, namun belum termasuk biaya bahan bakar, sehingga biaya bahan bakar menjadi tanggung jawab PT Lafarge Cement Indonesia.

Konsumsi bahan bakar wheel loader CAT 966D adalah 18 liter/jam, sedangkan wheel loader CAT 980C adalah 22 liter/jam, dengan harga bahan bakar per liter yaitu Rp. 12.000,- dimana bahan bakar yang digunakan adalah solar.

4.4 Perhitungan Biaya Produksi

4.4.1 Wheel loader CAT 992D milik PT Macmahon Indonesia

Perhitungan biaya produksi batugamping dengan menggunakan wheel loader CAT 992D adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Biaya sewa per jam : Rp. 4.150.000/jam

Total jam sewa per bulan : 40 jam/bulan

Produksi WL CAT 992D : 19.868 ton/bulan

Maka,

$$BP = \frac{Rp.4.150.000/jam \times 40 jam/bulan}{19.868 ton/bulan}$$

$$BP = \frac{Rp.166.000.000/bulan}{19.868 ton/bulan}$$

$$BP = Rp. 8.355/ton$$

Sehingga, biaya produksi batugamping dengan menggunakan wheel loader CAT 992D dari bulan Januari hingga Mei 2017 yaitu seperti yang tertera pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Biaya produksi batugamping dengan menggunakan wheel loader CAT 992D dari bulan Januari hingga Mei 2017

Bulan	Biaya Produksi (Rp/ton)

Jan	8355
Feb	8998
Mar	6145
Apr	9761
Mei	6628

4.4.2 Wheel loader CAT 966D milik PT Meugah Asai Kana

Perhitungan biaya produksi batugamping dengan menggunakan wheel loader CAT 966D adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Biaya sewa per jam : Rp. 375.000/jam

Total jam sewa per bulan : 28 jam/bulan

Total jam kerja per bulan : 22,7 jam/bulan

Konsumsi bahan bakar : 18 liter/jam

Harga bahan bakar : Rp. 12.000/liter

Produksi WL CAT 966D : 5.902,7 ton/bulan

Maka,

- Biaya operasional (biaya bahan bakar)
 $BO = (18 \text{ liter/jam} \times Rp. 12.000/\text{liter}) \times 22,7 \text{ jam/bulan}$
 $BO = Rp. 216.000/\text{jam} \times 22,7 \text{ jam/bulan}$
 $BO = Rp. 4.903.200/\text{bulan}$

- Biaya sewa
 $BS = Rp. 375.000/\text{jam} \times 28 \text{ jam/bulan}$
 $BS = Rp. 10.500.000/\text{bulan}$

- Biaya produksi
 $BP = \frac{Rp.4.903.200/\text{bulan} + Rp.10.500.000/\text{bulan}}{5.902,7 ton/bulan}$
 $BP = \frac{Rp.15.403.200/\text{bulan}}{5.902,7 ton/bulan}$
 $BP = Rp. 2.610/\text{ton}$

Sehingga, biaya produksi batugamping dengan menggunakan wheel loader CAT 966D dari bulan Januari hingga Mei 2017 yaitu seperti yang tertera pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Biaya produksi batugamping dengan menggunakan wheel loader CAT 966D dari bulan Januari hingga Mei 2017

Bulan	Biaya Produksi (Rp/ton)
Jan	2610

Feb	2354
Mar	2838
Apr	2337
Mei	2809

4.4.3 Wheel loader CAT 980C milik PT Meugah Asai Kana

Dengan menggunakan persamaan yang sama dengan perhitungan biaya produksi untuk *wheel loader* CAT 966D, maka biaya produksi batugamping dengan menggunakan *wheel loader* CAT 980C yaitu seperti yang tertera pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Biaya produksi batugamping dengan menggunakan *wheel loader* CAT 980C dari bulan Januari hingga Mei 2017

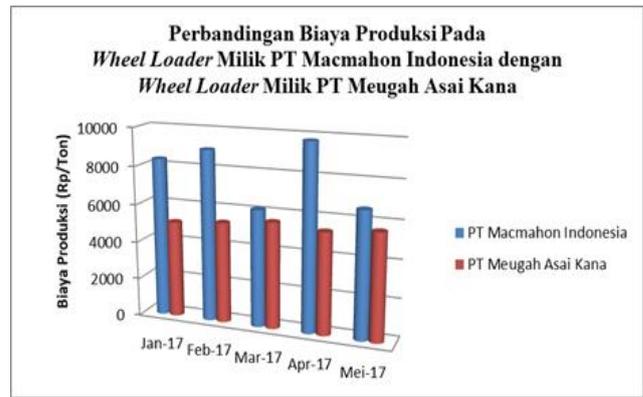
Bulan	Biaya Produksi (Rp/ton)
Jan	2470
Feb	2941
Mar	2743
Apr	3012
Mei	2811

4.4.4 Total biaya produksi wheel loader CAT 966D dan CAT 980C milik PT Meugah Asai Kana

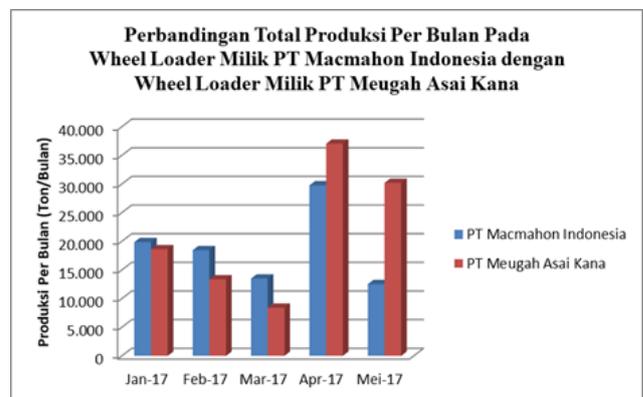
Total biaya produksi batugamping dengan menggunakan dua unit *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana yaitu seperti yang tertera pada Tabel 4.10.

Bulan	Biaya Produksi (Rp/ton)
Jan	5080
Feb	5295
Mar	5581
Apr	5349
Mei	5620

4.5 Perbandingan Biaya Produksi



Gambar 4.1 Grafik perbandingan biaya produksi *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia dengan *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana



Gambar 4.2 Grafik perbandingan total produksi *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia dengan *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana

Berdasarkan kedua grafik di atas, diketahui bahwa biaya produksi jika menggunakan *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia lebih tinggi daripada biaya produksi jika menggunakan *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana, meskipun pada bulan April dan Mei, total produksi dengan menggunakan *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh tingginya biaya sewa yang ditetapkan jika menggunakan *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia. Oleh karena itu, dapat kita ambil kesimpulan bahwa pengoperasian *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana untuk pengangkutan batugamping dari Room of Material menuju dump hopper lebih menguntungkan dibandingkan dengan pengoperasian *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain:

1. Biaya produksi dengan pengoperasian *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia adalah Rp. 8.355/ton pada bulan Januari 2017, Rp. 8.998/ton pada bulan Februari 2017, Rp. 6.145/ton pada bulan Maret 2017, Rp. 9.761/ton pada bulan April 2017 dan Rp. 6.628/ton pada bulan Mei 2017.
2. Biaya produksi dengan pengoperasian *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana adalah Rp. 5.080/ton pada bulan Januari 2017, Rp. 5.295/ton pada bulan Februari 2017, Rp. 5.581/ton pada bulan Maret 2017, Rp. 5.349/ton pada bulan April 2017 dan Rp. 5.620/ton pada bulan Mei 2017.
3. Biaya produksi dengan pengoperasian *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia lebih tinggi dibandingkan dengan biaya produksi dengan pengoperasian *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana. Hal ini disebabkan oleh tingginya tarif sewa *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian *wheel loader* CAT 966D dan CAT 980C milik PT Meugah Asai Kana lebih menguntungkan dibandingkan dengan pengoperasian *wheel loader* milik PT Macmahon Indonesia.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang dapat penulis berikan kepada PT Lafarge Cement Indonesia adalah menjadikan *wheel loader* milik PT Meugah Asai Kana sebagai pilihan utama untuk operasi pemindahan material batugamping dari ROM ke *crusher*. Namun, harus dilakukan evaluasi rutin terhadap kinerja *wheel loader* tersebut karena keduanya memiliki kapasitas *bucket* yang kecil, sehingga akan berpengaruh terhadap waktu operasional *wheel loader* dan juga alat lainnya yang berkaitan dengan proses kerja *wheel loader* tersebut seperti *crusher*.

Daftar Pustaka

- [1] Tenriajeng, A. T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.

- [2] Hartman, H. L. 1992. *SME Mining Engineering Handbook*. Edition 2nd, Vol. 1. Colorado: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- [3] Indonesianto, Y. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta: Yogyakarta.
- [4] Nabar, D. 1998. *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Universitas Sriwijaya: Palembang.
- [5] Suwandhi, A. 2004. *Optimasi Alat Penambangan*. Sekolah Tinggi Teknologi Mineral Indonesia: Bandung.
- [6] Prodjosumarto, P. 1993. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.