



## Analisis Biaya Produksi *Jaw Crusher* PE-600x900 Pada PT. Intimkara Kecamatan Oba Utara Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara

Amiliah Rizki Safitri<sup>1\*</sup>, Arbi Haya<sup>2</sup>, dan Hilda Alkatiri<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Unkhair, Ternate

\*Corresponding author: amiliahrzqi@gmail.com

### Article History

Received : 4 September 2021

Revised : 22 September 2021

Accepted : 1 Oktober 2021

### Abstrak

PT. Intimkara merupakan perusahaan yang bergerak pada sektor pertambangan batuan yang berlokasi di Desa Ampera, Kecamatan Oba Utara, Kabupaten Tidore Kepulauan. Dalam proses pengolahan batuan, proses yang dilakukan adalah *crushing* dengan menggunakan *Jaw Crusher* PE-600x900. Pada kegiatan pengolahan batuan, keberadaan alat mekanis sangat dibutuhkan dalam menunjang keberhasilan suatu produksi. Sehingga dalam penggunaannya perlu dilakukan secara cermat akan perhitungan biaya produksi agar kemampuan alat dapat digunakan secara optimal. Biaya produksi yaitu biaya yang dapat dikelola untuk mencapai keuntungan maksimum dengan pengelolaan yang cukup baik. Maka dari itu perhitungan biaya produksi alat merupakan modal penting dalam manajemen suatu proyek pertambangan untuk mengetahui besaran biaya yang akan dikeluarkan perusahaan untuk pengoperasian alat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui biaya produksi *Jaw Crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara. Setelah melakukan perhitungan berdasarkan pengamatan di lapangan didapatkan biaya produksi *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara yaitu sebesar Rp 4.024/ton, dengan depresiasi per bulan sebesar Rp 6.000.000, bunga, asuransi dan pajak (BAP) sebesar Rp 2.974.320/bulan, Biaya penggunaan BBM sebesar Rp 36.150.400/bulan, biaya pemeliharaan dan perawatan sebesar Rp 4.542.400/bulan, dan total upah operator sebesar Rp 7.500.000/bulan.

**Kata kunci:** *biaya produksi, depresiasi, jaw crusher, PT. Intimkara*

### Abstract

Intimkara cooperation is the company that concern in Rock mining sector. It is located in Ampera village, North oba subdistrict, the Tidore Archipelago district. In the rock processing, it is done by crushing with Jaw crusher PE 600 x 900. In the activity of rock development, the existence of the mechanic devices are needed in supporting the successful production. Furthermore, in the utilization requires to be done optimally. The budget of production is the cost that can manage to reach the maximal profits with the good procedure. Moreover, the cost estimation of tool production is important in mining project management to know about the large expenses that will be released by a company for equipment operation. The purpose of this research is to find production expenses of Jaw crusher PE-600x900 in PT Intimkara crushing process. After doing calculation base on observation in the field is achieved to get cost production of jaw crusher PE 600 x 900 in the processing of crushing in the Intimkara cooperation about Rp 4.024/ton. It has been depreciation per month, it is around Rp 6.000.000. There are bank interest, insurance, and tax around Rp 2.974.320/month, the cost for using fuel is about Rp 4.542.200/month, and the total of operator salary is around Rp 7.500.000/month.

**Keywords:** *cost production, depreciation, jaw crusher, PT. Intimkara*

### 1. Pendahuluan

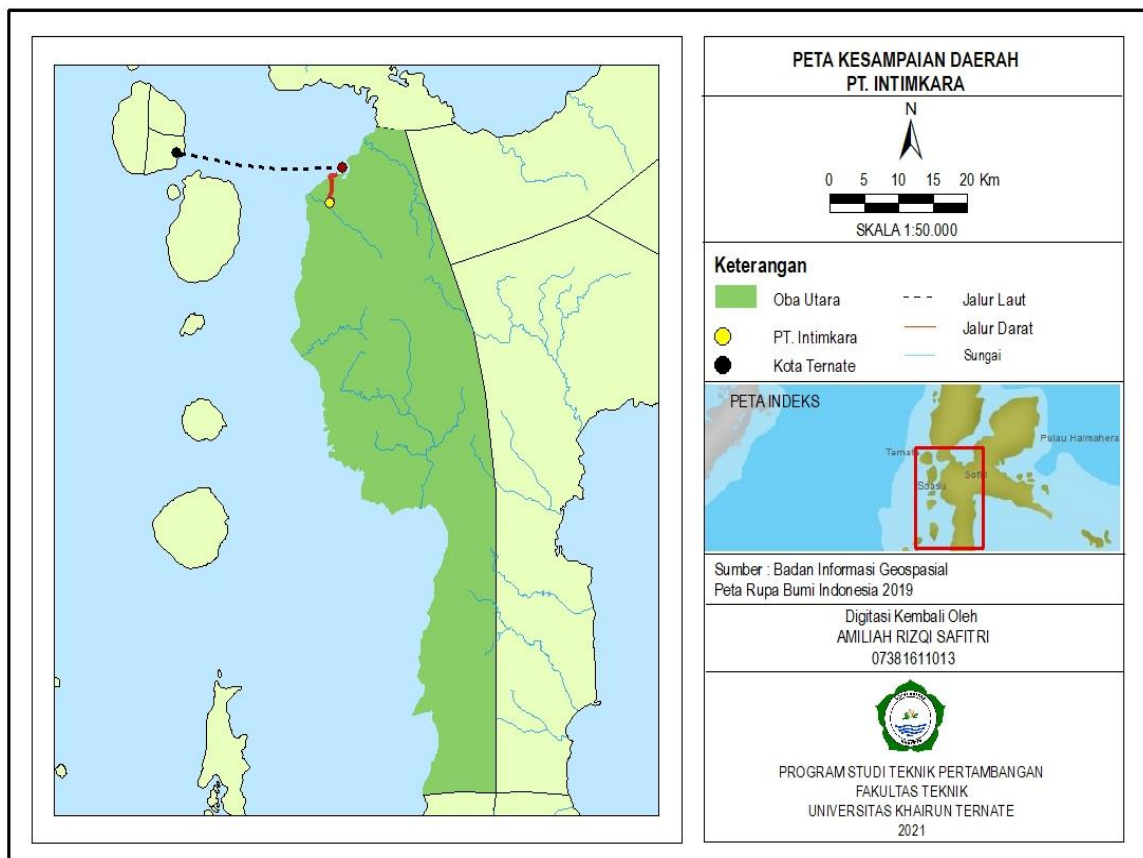
PT. Intimkara merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada sektor pertambangan batuan yang berlokasi di Desa Ampera, Kecamatan Oba Utara, Kota Tidore Kepulauan. Dalam proses pengolahan batuan, proses yang dilakukan adalah *crushing*. *Crushing* merupakan proses pengecilan ukuran *ore* atau bijih yang didapat dari proses penambangan mineral [1]. Alat dari proses ini disebut *crusher*. *Crusher* akan mengecilkan ukuran *ore* dengan metode yang beragam sesuai dengan *crusher* yang digunakan. Pada kegiatan penambangan, keberadaan alat mekanis sangat dibutuhkan dalam menunjang keberhasilan dari suatu produksi [2]. Sehingga dalam penggunaannya perlu dilakukan secara cermat akan perhitungan biaya produksi yang digunakan dalam proses penambangan tersebut agar kemampuan alat dapat digunakan secara optimal. Biaya produksi yaitu biaya yang dapat dikelola

untuk mencapai keuntungan atau laba yang maksimum dengan pengelolaan yang cukup baik. Maka dari itu perhitungan biaya produksi alat merupakan modal penting dalam manajemen suatu proyek pertambangan untuk mengetahui besaran biaya yang akan dikeluarkan perusahaan untuk pengoperasian alat [3][4].

*Crushing* atau pengecilan ukuran adalah proses pemecahan padatan/batuan secara mekanis, sebagai langkah pertama yang dilakukan dalam proses pengolahan bahan galian, yaitu memperkecil ukuran (mereduksi) menjadi pecahan-pecahan yang berukuran lebih kecil sesuai ukuran butiran yang diperlukan dengan cara memecahkan/meremukkan dan kemudian mengerus bongkahan-bongkahan batuan tersebut [5]. Peremukan batu pada prinsipnya bertujuan mereduksi material untuk memperoleh ukuran butir tertentu melalui alat peremukan dan pengayakan. *Crusher* adalah suatu peralatan di dalam industri pengolahan bahan yang digunakan sebagai tahapan awal dalam proses memperkecil ukuran dari bongkahan-bongkahan yang besar ke potongan-potongan yang lebih bisa dikendalikan [6]. Perbedaan ukuran dari produk biasanya tidak terlalu tajam. *Crusher* merupakan mesin yang dirancang untuk mereduksi ukuran batu dari yang asalnya besar (*boulder*) menjadi ukuran yang lebih kecil seperti kerikil atau abu batu [7]. *Crusher* dapat digunakan untuk mengubah bentuk bahan tambang sehingga dapat diolah lebih lanjut. *Crusher* pada prinsipnya bertujuan mereduksi material untuk memperoleh ukuran butir tertentu melalui alat peremuk. Pada proses pengecilan ukuran, pada umumnya dilakukan dengan 2 tahap, yaitu *primary crushing* dan *secondary crushing*.

## 2. Material dan Metode

Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif, dimana data lapangan berupa *cycle time jaw crusher*, data efisiensi kerja, harga alat *jaw crusher*, harga genset, harga oli, harga grease, biaya bahan bakar diperhitungkan guna menganalisis biaya produksi setiap ton material hasil *crushing*. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kesampaian daerah, upah operator, biaya pemeliharaan dan perawatan, data curah hujan, data topografi, dan peta geologi. Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2020 sampai dengan Desember 2020. Lokasi penelitian dilaksanakan di PT. Intimkara yang secara wilayah administrasi berada di Desa Ampera, Kecamatan Oba Utara, Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara. Adapun lokasi kesampaian daerah penelitian ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta kesampaian daerah penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Waktu Kerja Efektif dan Efisiensi Kerja

Waktu kerja efektif dihitung berdasarkan waktu yang disediakan perusahaan (9 jam sehari) dikurangi dengan waktu istirahat (1 jam) serta waktu pemanasan alat (15 menit). Jadi, waktu efektif atau waktu yang benar-benar digunakan dengan optimal adalah 7,45 jam/hari atau 465 menit/hari. Pada saat melakukan penelitian tidak ditemukan faktor-faktor yang mempengaruhi waktu kerja efektif antara lain kerusakan alat, faktor cuaca, dan sebagainya sehingga waktu kerja efektif dapat tercapai. Hal lain yang dilakukan adalah perhitungan efisiensi kerja, dimana efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja pada waktu yang tersedia. Efisiensi kerja optimum merupakan perkalian antara efektifitas (E), ketersediaan fisik (PA) dan utilitas (U). Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan efisiensi kerja sebesar 80,27 % sehingga bisa disimpulkan bahwa alat tersebut bekerja dengan baik karena tidak ada hambatan yang berarti, seperti kerusakan alat atau faktor cuaca.

#### 3.2. Cycle Time Jaw Crusher dan Swell Factor

*Cycle time* adalah waktu yang dibutuhkan alat untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satu siklus. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh *cycle time* dari alat *jaw crusher* PE-600x900 yaitu data waktu menumpahkan umpan ke *hopper* (waktu pengumpanan), dan waktu peremukan sampai keluar hasil peremukan. Pengambilan data dilapangan dilakukan dengan cara menghitung secara manual dengan menggunakan *stopwatch*. Hasil yang diperoleh dari menghitung *cycle time jaw crusher* PE-600x900 adalah sebagai berikut:

- Waktu menumpahkan umpan ke *hopper* (waktu pengumpanan) : 1,06 menit
- Waktu peremukan sampai keluar hasil peremukan : 7,84 menit

Jadi waktu total *cycle time alat jaw crusher* PE-600x900 adalah 8,90 menit atau 534 detik.

Faktor pengembangan dan penyusutan material (*swell factor*) adalah perubahan (penambahan atau pengurangan) volume material apabila material tersebut diganggu dari bentuk aslinya. Lokasi penelitian berada pada formasi Bacan (Tomb) dengan batuan penyusun breksi, lava dan tufa bersusunan andesit dan basal [8]. PT. Intimkara menambang batuan andesit sehingga sulit ditentukan dengan pengukuran langsung di lapangan nilai *swell factor*, sehingga digunakan nilai empiris *swell factor*. Adapun *swell factor* material batuan andesit adalah 0,67 atau 67% [9].

#### 3.3. Cara Kerja dan Produktivitas Jaw Crusher PE-600x900

*Jaw crusher* memiliki bagian utama berupa dua buah plat baja berupa rahang yang dapat bergerak membuka dan menutup. Salah satu plat dari *jaw* ini tidak bergerak atau selalu diam dan di sebut *fix jaw*. Sedangkan yang satunya akan bergerak maju mundur dan di sebut *moving jaw*. Mesin *jaw crusher* memiliki satu rahang yang tidak bisa digerakkan dan rahang yang bisa bergerak terus menerus untuk menghancurkan batuan. Setelah didapatkan waktu edar, efisiensi kerja dan *swell factor* sehingga untuk perhitungan produktivitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{60}{CT} \times K \times Ef \times Sf \\
 &= \frac{60}{8,90} \times 20,91 \times 80,27\% \times 67\% \\
 &= 75,81 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi didapatkan produktivitasnya adalah 75,81 ton/jam. Produktivitas *jaw crusher* didapatkan dengan mengalikan produktivitas per jam dengan waktu kerja efektif selama sehari, dimana waktu kerja efektif *jaw crusher* pada proses *crushing* PT. Intimkara yaitu 7 jam 45 menit sehingga produktivitas per hari yaitu 564,78 ton atau 14.684 ton/bulan dengan waktu kerja 26 hari.

#### 3.4. Biaya Produksi

Biaya produksi *jaw crusher* terbagi menjadi 2 kategori, yaitu biaya kepemilikan dan biaya operasional. Biaya kepemilikan adalah biaya tetap yang harus dikeluarkan pemilik alat berat walaupun alat tidak beroperasi. Biaya kepemilikan terdiri atas depresiasi dan bunga, asuransi, & pajak (BAP). Biaya depresiasi adalah penurunan atau penyusutan nilai atau harga dari alat itu sendiri terhadap usia ekonomisnya. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan nilai depresiasi sebesar Rp 72.000.000/tahun. Nilai buku (*book value*,  $B_k$ ) adalah nilai suatu aset yang tersisa setelah dikurangi dengan sejumlah penyusutan yang dibebankan selama umur ekonomis alat tersebut. Untuk menghitung nilai buku (*book value*) dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai buku dari alat *jaw crusher* PE-600x900

K	B <sub>k-1</sub> (Rp)	Dk (Rp)	Bk (Rp)
0	0	0	800.000.000
1	800.000.000	72.000.000	728.000.000
2	728.000.000	72.000.000	656.000.000
3	656.000.000	72.000.000	584.000.000
4	584.000.000	72.000.000	512.000.000
5	512.000.000	72.000.000	440.000.000
6	440.000.000	72.000.000	368.000.000
7	368.000.000	72.000.000	296.000.000
8	296.000.000	72.000.000	224.000.000
9	224.000.000	72.000.000	152.000.000
10	152.000.000	72.000.000	80.000.000

Jadi nilai sisa alat *jaw crusher* selama umur ekonomis alat yaitu 80.000.000. Nilai awal dari alat *jaw crusher* seharga Rp 800.000.000,-. Umur ekonomis dari alat *jaw crusher* adalah 10 tahun.

Perhitungan besarnya bunga diperhitungkan apabila alat berat dibeli oleh perusahaan secara leasing atau angsuran, namun apabila alat berat tersebut dibeli secara kontan maka perhitungan bunga tidak perlu dilakukan. Pembelian *Jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* dan genset TAD 732 GE pada proses pengoperasian *jaw crusher* PE 600x900 PT. Intimkara dilakukan secara kontan maka besaran bunga tidak perlu diperhitungkan. Asuransi adalah biaya penjamin terhadap kerusakan alat tergantung dari jenis polis asuransi yang dipilih. PT. Intimkara mengasuransikan *jaw crusher* terhadap perlindungan atas kerusakan alat berat dalam sebuah proyek atau lokasi tertentu, saat alat berat tersebut digunakan (*at work*), sedang diam ataupun sedang dibongkar (*overhauling*) dengan asuransi sebesar 2,5 % dari harga alat. Sedangkan mulai 10 Oktober 2020 pemerintah resmi menghapus pungutan pajak dari alat berat. Hal ini karena adanya surat putusan Mahkamah Konstitusi (MK) No.15/PUU-XV/2017 tentang revisi UU Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah 10 Oktober 2017 lalu. Alat berat *jaw crusher* PE 600x900 tidak lagi dikenakan pajak, karena berdasarkan putusan Mahkamah Konstitusi (MK) No.15/PUU-XV/2017 yang lalu menyatakan alat berat bukan moda transportasi sehingga syarat kendaraan bermotor dalam Undang-Undang tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (UU LLAJ) tidak boleh diterapkan kepada alat berat. Besarnya nilai BAP adalah Rp 4.131/jam. Biaya BAP per hari yaitu besaran biaya BAP per jam dikalikan dengan 24 jam sehingga biaya BAP per hari yaitu Rp 99.144 dan per bulan yaitu besaran biaya BAP per hari dikalikan dengan 30 hari dalam sebulan maka biaya BAP per bulan yaitu sebesar Rp 2.974.320

Biaya Operasional adalah biaya tidak tetap yaitu biaya yang dikeluarkan jika alat tersebut dioperasikan. Biaya operasional meliputi bahan bakar, pemeliharaan dan perawatan, dan upah operator yang mengoperasikan alat tersebut. Bahan bakar yang digunakan pada genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* pada PT. Intimkara menggunakan bahan bakar solar. Rata-rata alat yang menggunakan bahan bakar solar mengonsumsi bahan bakar 0,04 galon per horse-power per jam atau 0,15 liter per horse power per jam. Penggunaan bahan bakar solar alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* pada PT. Intimkara yaitu sebanyak 17,38 liter/jam atau Rp 173.800/jam. Biaya penggunaan bahan bakar genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per hari yaitu biaya penggunaan bahan bakar per jam dikalikan dengan waktu kerja per hari. Berdasarkan jadwal kerja PT. Intimkara menetapkan 8 jam kerja per hari, maka biaya penggunaan bahan bakar genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per bulan adalah Rp 1.390.400. PT. Intimkara menetapkan jadwal kerja mulai dari hari senin sampai sabtu dan libur di hari minggu sehingga untuk jumlah hari kerja selama sebulan yaitu 26 hari, sehingga untuk biaya penggunaan bahan bakar genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per bulan yaitu biaya penggunaan bahan bakar genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per hari dikalikan dengan 26 hari maka biaya penggunaan bahan bakar per bulan adalah Rp 36.150.400.

Pemeliharaan dan perawatan adalah serangkaian aktivitas untuk menjaga alat dalam kondisi baik atau mengurangi resiko kerusakan alat sehingga alat dapat bertahan lama dalam melaksanakan produksi secara efektif dan efisien sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan. Penggantian pelumas (oli) genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* pada PT. Intimkara yaitu dilakukan setiap 3 bulan sekali serta oli yang digunakan yaitu merk Caterpillar. Perhitungan penggunaan pelumas per jam ( $Q_p$ ) biasanya berdasarkan jumlah waktu kerja dan lamanya penggantian pelumas. Penggunaan pelumas (oli) alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* pada PT. Intimkara yaitu sebanyak 0,129 liter/jam. Biaya penggunaan pelumas alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* pada PT. Intimkara yaitu Rp 9.675/jam. Biaya penggunaan pelumas alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per hari yaitu biaya penggunaan pelumas per jam dikalikan dengan waktu kerja per hari. Berdasarkan jadwal kerja PT. Intimkara menetapkan 8 jam kerja per hari, maka biaya penggunaan pelumas alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per hari adalah Rp 77.400. PT. Intimkara menetapkan jadwal kerja mulai dari hari senin sampai sabtu dan libur di hari minggu sehingga untuk jumlah hari kerja selama sebulan yaitu 26 hari, sehingga biaya penggunaan pelumas alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per bulan yaitu biaya penggunaan pelumas alat genset TAD 732 GE pada pengoperasian *jaw crusher* per hari dikalikan dengan 26 hari maka biaya penggunaan pelumas per bulan adalah Rp 2.012.400.

Grease atau minyak gemuk memegang peranan penting untuk melumasi bagian alat berat yang saling bergesekan pada bagian yang terbuka tanpa menimbulkan kebocoran yang disebabkan gaya gravitasi, gaya sentrifugal akibat putaran, maupun akibat adanya tekanan. Karakteristik ini tidak bisa dipenuhi oleh oli pelumas. Penggunaan grease pada alat *jaw crusher* PE 600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara dipompa setiap 16 jam sekali, dengan penggunaan pada 4 titik alat *jaw crusher* dan masing-masing titik dipompa sebanyak 500 cc. Grease yang digunakan alat *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara menggunakan merk Rotary. Perhitungan penggunaan grease per jam ( $G_p$ ) berdasarkan jumlah waktu kerja dan lamanya penggantian grease. Biaya penggunaan grease pada *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara yaitu sebesar Rp 6.875/jam, untuk mengetahui biaya penggunaan grease pada *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara per jam dikalikan dengan waktu kerja per hari. Berdasarkan jadwal kerja PT. Intimkara menetapkan 8 jam kerja per hari, maka biaya penggunaan grease pada *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara per hari adalah Rp 55.000. PT. Intimkara menetapkan jadwal kerja mulai dari hari senin sampai sabtu dan libur dihari minggu sehingga jumlah hari kerja selama sebulan yaitu 26 hari, maka biaya penggunaan grease pada *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* per bulan adalah biaya penggunaan grease pada *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* per hari dikalikan dengan 26 hari maka biaya penggunaan grease per bulan adalah Rp 1.430.000.

Biaya pemeliharaan dan perawatan *jaw crusher* yang dilakukan yaitu penggantian *jaw plate* 1 set untuk *jaw primer* yaitu *jaw crusher* PE-600x900 dengan penggantian dilakukan setiap 1 tahun sekali dan pengisian grease dengan penggunaan 16 jam sekali. *Jaw plate* adalah rahang *jaw crusher* yang terdiri dari *fixed jaw* dan *moving jaw* yang berfungsi untuk menghancurkan material. Biaya pergantiannya adalah Rp 38.000.000. Sedangkan untuk pemeliharaan dan perawatan genset yang dilakukan yaitu penggantian pelumas (oli) dengan penggunaan 3 bulan sekali. Biayanya untuk 3 komponen adalah Rp 6.608.400.

Biaya produksi *jaw crusher* terdiri dari 2 komponen, yaitu biaya kepemilikan dan biaya operasional. Rincian biaya kepemilikan dan operasional dapat dilihat pada Tabel 2. Total biaya kepemilikan *jaw crusher* yaitu sebesar Rp 8.974.320/bulan dan biaya operasional *jaw crusher* yaitu sebesar Rp 50.258.800/bulan. Jadi biaya produksi *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara adalah sebesar Rp 4.033/ton.

**Tabel 2.** Rincian biaya kepemilikan dan operasional

<b>Biaya Kepemilikan</b>		
<b>No</b>	<b>Uraian Biaya</b>	<b>Total (Rp/bulan)</b>
1	Biaya Depresiasi	6.000.000
2	BAP (Bunga, Asuransi, dan Pajak)	2.974.320
<b>Total</b>		<b>8.974.320</b>

<b>Biaya Operasional</b>		
<b>No</b>	<b>Uraian Biaya</b>	<b>Total (Rp/bulan)</b>
1	Biaya Penggunaan BBM	36.150.400
2	Biaya Pemeliharaan dan Perawatan	6.608.400
3	Upah Operator	7.500.000
Total		50.258.800

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah biaya produksi *jaw crusher* PE-600x900 pada proses *crushing* PT. Intimkara yaitu sebesar Rp Rp 4.033/ton, dengan depresiasi per bulan sebesar Rp 6.000.000, bunga, asuransi dan pajak (BAP) sebesar Rp 2.974.320/bulan, biaya penggunaan BBM sebesar Rp 36.150.400/bulan, biaya pemeliharaan dan perawatan sebesar Rp 4.542.400/bulan, dan total upah operator sebesar Rp 7.500.000/bulan.

#### 5. Referensi

- [1] Putri, V.T.I.P., dan Herlambang, Y., "Kajian teknis produktivitas crushing plant heng tong untuk mencapai target produksi batu granodiorit sebesar 3.000 m<sup>3</sup>/bulan di PT. Bina Ardi Lestari Kabupaten Mempawah," *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, vol. 6, no. 1, pp. 30-36, 2015.
- [2] Tripoli, B., Febrianti, D., dan Musliadi, M., "Analisa pemakaian alat berat excavator dengan straight line dan reducing charge method," *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, vol. 4, no. 2, 82-91, 2018.
- [3] Rumengan, M.R., Dundu, A.K., dan Pratasih, P.A., "Analisa kelayakan investasi alat berat stone crusher di Kelurahan Kumersot Kota Bitung," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 5, no. 1, pp. 10-18, 2017.
- [4] Pratiwi, D., dan Harisman, H., "Kajian biaya produksi pemindahan material batugamping dari room of material ke crusher di PT. Lafarge Cement Indonesia, Lhoknga, Aceh Besar," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Kebumihan*, vol. 1, no. 1, pp. 38-44, 2017.
- [5] Gingga, F., Rauf, A., dan Maulana, R., "Peningkatan produktifitas unit crushing plant III Untuk mencapai target produksi di PT. Batu Kali Welang Ampuh Kabupaten Pasuruan Provinsi Jawa Timur. *ReTII*, vol. 5, no. 2, pp. 37-45, 2018.
- [6] Nobyl, M.M., Widayati, S., dan Usman, D.N., "Optimalisasi penggunaan limestone crusher sebagai alat peremuk batugamping di PT. Semen Padang Kecamatan Lubuk Kilangan Kotamadya Padang Provinsi Sumatera Barat," *Prosiding Teknik Pertambangan*, pp. 15-24, 2016.
- [7] Fatena, R.S., "Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua," PT. Rineka Cipta, Jakarta, 2008.
- [8] Apandi, T. dan Sudana, D., "Peta Geologi Lembar Ternate, Skala 1 : 250.000," Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung, 1980.
- [9] Projosumarto, P., "Pemindahan Tanah Mekanis," Departemen Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1995.