

Efisiensi mesin pemecah batu split (*stone crusher*) dan pengaruhnya terhadap kerugian (*losses*) produksi

Kaspul Anuar^{1*}, Syafri¹, Mia Nur Kholizah²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM. 12,5, Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru, Riau, Indonesia

²Prodi Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM. 12,5, Simpang Baru, Tampan, Pekanbaru, Riau, Indonesia

*Corresponding author: kaspul.anuar@lecturer.unri.ac.id

Abstract

Generally, cement factories produce secondary product in the form of split stone. Split stone products are produced from basalt rock crashed into aggregates of a certain size. This research is based on the results of split stone production, which is not following the target at a cement factory on the island of Sumatra. It creates production losses and financial losses. One of the causes of the incompatibility of the split stone production target is the non-optimal performance of the stone crusher machine. This research conducted a study related to the calculation of the stone crusher machine efficiency. Data in the real production capacity was obtained from recorded data in the field for twelve months. From the data obtained, the highest efficiency of the stone crusher machine of 58.32% occurred in the first month with a total production loss of 1,086 tons or equivalent to Rp. 217,296,000. The lowest efficiency of the stone crusher of 3.52% occurred in the eighth month with a total production loss of 12,133 tons or equivalent to Rp 4,478,112,000.

Keywords: efficiency; stone crusher; loss production.

Abstrak

Umumnya pabrik semen menghasilkan produk sampingan berupa batu split. Produk batu split dihasilkan dari batuan basalt yang dipecah menjadi agregat dengan ukuran tertentu. Penelitian ini didasari atas hasil produksi batu split yang tidak sesuai dengan target pada salah satu pabrik semen di Pulau Sumatera. Hal ini mengakibatkan terjadinya *losses* produksi dan *losses* keuangan. Penyebab utama tidak sesuainya target produksi batu split adalah tidak optimalnya kinerja dari mesin *stone crusher*. Untuk mengetahui tingkat produktivitas dari mesin *stone crusher* maka pada penelitian ini dilakukan studi terkait perhitungan nilai efisiensi mesin *stone crusher*. Data berupa kapasitas produksi real didapat dari *record* data di lapangan selama dua belas bulan. Dari data yang diperoleh, efisiensi tertinggi mesin *stone crusher* sebesar 58,32% terjadi pada bulan pertama dengan total kehilangan produksi sebesar 1.086 ton atau setara Rp. 217.296.000. Efisiensi terendah mesin *stone crusher* sebesar 3,52% terjadi pada bulan kedelapan dengan total kehilangan produksi sebesar 12.133 ton atau setara Rp 4.478.112.000.

Kata kunci: efisiensi; mesin pemecah batu; kerugian produksi.

Pendahuluan

Salah satu pabrik semen di Pulau Sumatera memiliki luas lahan produksi sebesar 630 ha. Perusahaan ini mulai beroperasi dengan kapasitas produksi 22.900 ton/tahun dan pernah mencapai produksi semen tertinggi sebesar 172.000

ton/tahun. Perusahaan melakukan peningkatan produksi dengan optimalisasi dan pembangunan pabrik baru, kapasitas terpasang meningkat menjadi 3.720.000 ton/tahun. Untuk meningkatkan produksinya perusahaan terus mengembangkan dan meningkatkan

kapasitas produksi tiap unit pabrik yang sudah ada yaitu dengan kapasitas produksi 9.600.000 ton/tahun.

Pada perusahaan semen tersebut, beberapa produk non semen dikelola langsung oleh unit bisnis inkubasi non semen. Pada unit ini, produk non semen yang dihasilkan diantaranya yaitu batu split, *workshop*, *porous concrete*, serta *interlock brick*. Izin usaha penambangan (IUP) Produksi dan Perizinan pengelolaan basalt (Batu Split) dalam wilayah IUP OP batu kapur dikeluarkan oleh dinas terkait. Dengan kapasitas produksi mencapai 180-200 ton/jam, terdapat empat produk yang dihasilkan dari penambangan batu split yaitu batu split 0-10 mm, batu split 10-20 mm, batu split 20-30 mm, dan batu split 30-50 mm.

Produksi batu split real di lapangan tidak selalu mencapai target yang telah ditetapkan. Hal ini disebabkan oleh kinerja produksi dari mesin *stone crusher* yang digunakan tidak optimal. Mesin *stone crusher* sering kali mengalami kendala dalam proses produksinya yang mengakibatkan target produksi dari batu split tidak tercapai. Untuk mengetahui tingkat produktivitas dari mesin *stone crusher* maka pada penelitian ini dilakukan studi terkait perhitungan nilai efisiensi mesin *stone crusher*. Data berupa kapasitas produksi real didapat dari *record* data di lapangan selama dua belas bulan.

Tinjauan Pustaka

1. Batuan Basalt

Batuan basalt merupakan batuan yang memiliki warna hijau tua yang sangat gelap. Basalt merupakan batuan beku ekstrusif yang paling umum [1]. Batuan Basalt dapat ditemukan di berbagai wilayah vulkanik, seperti Kepulauan Hawaii dan Islandia.

Basalt adalah batuan beku *ekstrusif aphanitic* yang terbentuk dari pendinginan cepat lava dengan viskositas rendah yang kaya akan magnesium dan besi (lava mafik). Lebih dari 90% batuan vulkanik di bumi adalah basalt. Basalt berbutir halus yang

didinginkan dengan cepat secara kimiawi setara dengan gabro berbutir kasar yang didinginkan dengan lambat. Batuan basalt sering kali digunakan untuk konstruksi pembangunan dan pengaspalan jalan. Terdapat beberapa ukuran produk batuan basalt atau batu split yang umumnya ada di pasaran yaitu ukuran 0-10 mm, 10-20 mm, 20-30 mm dan 30-50 mm [2].

2. Mesin Stone Crusher

Peremukan material pada dasarnya bertujuan untuk mereduksi ukuran material, dari ukuran bongkahan besar menjadi pecahan kecil. Kegiatan peremukan memerlukan beberapa peralatan, yaitu *jaw crusher*, *hopper*, *feeder*, *screen*, *belt conveyor*, *cone crusher* dan peralatan tambahan lain yang saling berkaitan [3, 4]. Peremukan umumnya dapat dilakukan dalam tiga tahap, yaitu [3, 5] :

1) Primary Crushing

Primary Crushing merupakan tahap penghancuran yang pertama, dimana umpan berupa bongkah-bongkah besar berukuran $\pm 300\text{mm}$ dan produknya berukuran 180mm. Alat yang digunakan dalam *primary crushing* adalah *jaw crusher* dan *gyratory crusher*.

2) Secondary Crushing

Secondary crushing merupakan tahapan penghancuran dengan ukuran umpan lebih kurang 6 inchi dengan produk berukuran 0,5 inchi. Alat yang digunakan adalah *jaw crusher* ukuran kecil, *gyratory crusher* ukuran kecil, *cone crusher*, *hammer crusher*, dan *roll crusher*

3) Fine Crushing (Grinding Mill)

Pada tahap ini, proses penghancuran dilakukan pada *milling* menggunakan *shearing stress*. Alat yang digunakan adalah *roll crusher* dan *dry ball mill*.

Umumnya pada pabrik semen, peralatan yang digunakan dalam proses peremukan batu split terdiri dari *hopper*, *jaw crusher*, *feeder*, *vibrating screen*, *cone crusher* dan *belt conveyor* [6, 7].

1) Alat Pengumpan

Alat pengumpan berfungsi untuk mengumpan material ke *hopper* dari

stock yard (tempat penimbunan bahan baku).

2) *Hopper*

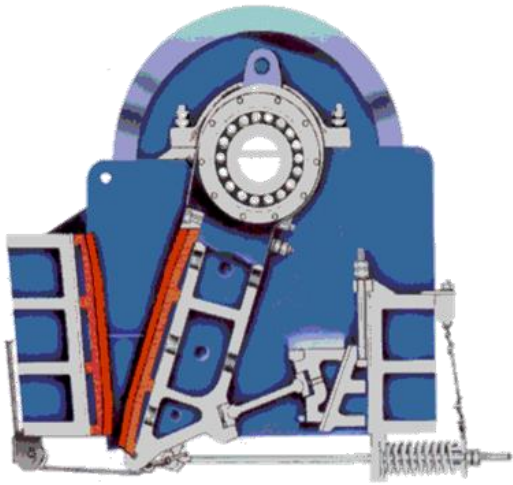
Hopper biasanya berfungsi untuk menampung sementara material yang akan dihancurkan. *Hopper* yang digunakan berbentuk gabungan dari balok dan limas terpancung [8].

3) *Feeder*

Feeder adalah alat yang digunakan untuk membantu atau mengatur keluarnya material umpan dari *hopper* yang akan masuk ke dalam alat peremuk.

4) *Jaw Crusher*

Jaw crusher atau biasa disebut dengan peremuk rahang merupakan peremuk yang terdiri dari dua rahang. Saat bekerja salah satu rahang tetap diam (*fixed jaw*) sedangkan rahang satunya akan bergerak maju dan mundur [9]. Gambar 1 menampilkan mesin *jaw crusher* [10].



Gambar 1. Mesin *Jaw Crusher*

5) *Cone Crusher*

Cone crusher lebih sering digunakan pada tahap *secondary crushing* maupun *tertiary crushing*. *Cone crusher* bekerja dengan gerakan memutar secara terus menerus dari *cone* [11].

6) *Vibrating screen*

Screening disebut juga sebagai klasifikasi mekanik, yaitu proses pemisahan yang memanfaatkan perbedaan ukuran partikel. Tujuan dari *screening* adalah memisahkan umpan menjadi dua atau lebih

produk dalam ukuran yang berbeda. Parameter utamanya adalah ukuran partikel. *Screening* adalah proses yang dapat dilakukan secara terus menerus pada skala besar, sementara pengayakan dilakukan pada ayakan skala kecil di laboratorium [12, 13].

7) *Belt Conveyor*

Belt-conveyor dapat digunakan untuk mengangkut material baik berupa *unit load* atau *bulk material*. *Unit load* adalah benda yang biasanya dapat dihitung jumlahnya satu per satu, misal kotak-kotak, kantong, balok dan lain-lain, sedangkan "*bulk material*" adalah material berupa butir-butir atau serbuk, misal: pasir, batubara, semen dan lain-lain.

3. Efisiensi Kinerja Mesin

Kinerja dari suatu peralatan dapat dinilai dari kapasitas produksi yang dihasilkan. Perbandingan antara kapasitas nyata dengan kapasitas desain pada alat disebut efisiensi. Kapasitas nyata suatu peralatan cenderung lebih rendah dari kapasitas teoritis (desain). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya gangguan kerusakan, atau menurunnya kemampuan kerja alat yang disebabkan oleh penggunaan. Untuk menghitung efisiensi kinerja mesin (η), losses produksi (l_p) dan losses ekonomi (l_e) digunakan Persamaan 1 - 3 [14-16].

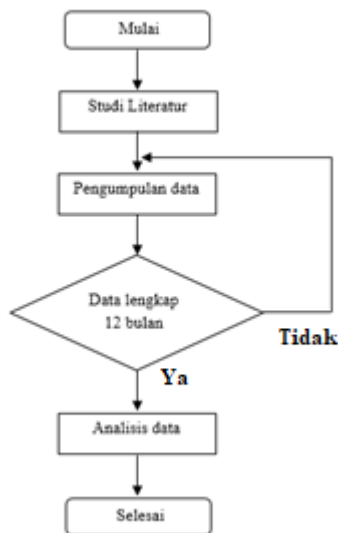
$$\eta = \frac{\text{Kapasitas nyata}}{\text{Kapasitas Desain}} \times 100\% \quad (1)$$

$$l_p = \text{selisih kapasitas} \times t \quad (2)$$

$$l_e = l_p \times \text{harga} \quad (3)$$

Metode Penelitian

Gambar 2 menampilkan diagram alir penelitian.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu studi pendahuluan terhadap kondisi perusahaan, proses selanjutnya yaitu studi pustaka dan identifikasi permasalahan yang terjadi di perusahaan. Kemudian data dikumpulkan berdasarkan sumber primer dari perusahaan. Tahap terakhir yaitu melakukan observasi langsung, diskusi dengan pihak perusahaan, melakukan pengolahan data dan analisis data lalu menarik simpulan

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 menampilkan data waktu kerja *equipment* di lokasi tambang batu basalt.

Tabel 1. Tabel waktu kerja *equipment* di lokasi tambang batu basalt.

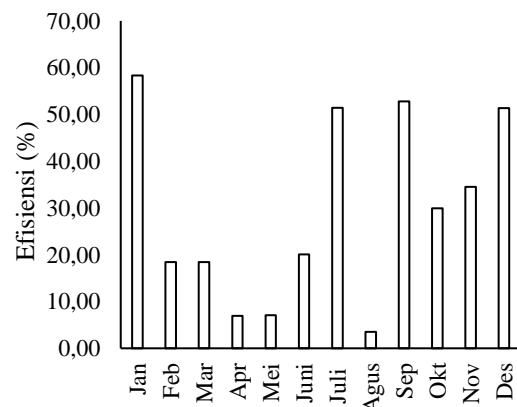
No	Kegiatan	Waktu	Durasi (jam)
1	Awal Masuk	08.00	-
2	Jam Kerja I	08.00-12.00	4
3	Istirahat	12.00-13.00	1
4	Jam Kerja II	13.00-17.00	4
5	Selesai	17.00	-
Total			9 jam

Tabel 2 menampilkan data produksi batu split, jumlah jam *breakdown* dari mesin *stone crusher* serta waktu operasi yang dijalankan oleh mesin *stone crusher* selama setahun. Data produksi ini diambil dari *record* data perusahaan.

Tabel 2. Data produksi, *breakdown*, serta waktu operasi di tambang batu basalt

Bln	Produksi (Ton)	Waktu Operasi (Jam)	Break down (Jam)	Kapasitas Produksi Real (ton/jam)
1	6.422,36	61,18	352,55	104,97
2	192	5,78	533	33,22
3	992,46	53,92	163,9	18,41
4	921,13	73,4	133,3	12,55
5	1.307,08	102,37	119,3	12,77
6	1.780,51	49,32	133,267	36,10
7	6.851,31	74,04	166	92,54
8	342,04	53,92	247,58	6,34
9	7.896,25	83,1	158,33	95,02
10	7.197,76	133,71	190,78	53,83
11	5.976,32	96,12	180,88	62,18
12	10.145,45	109,74	130,27	92,45

Efisiensi kinerja mesin *stone crusher* dihitung dengan menggunakan Persamaan 1 data pada Tabel 2 dan nilai kapasitas produksi desain sebesar 110 ton. Gambar 3 menampilkan diagram efisiensi kinerja mesin *stone crusher* selama setahun.



Gambar 3. Efisiensi kinerja mesin *stone crusher*.

Losses produksi dan *losses* ekonomi akibat kinerja mesin *stone crusher* dihitung dengan menggunakan Persamaan 2 dan Persamaan 3. Tabel 3 menampilkan *losses* produksi dan *losses* ekonomi yang terjadi.

Tabel 3. *Losses* produksi dan *losses* ekonomi yang terjadi selama satu tahun.

Bln.	Selisih Kapasitas (Ton/Jam)	Jam Produksi (Jam)	Total Losses (Ton)	Losses Ekonomi (Juta rupiah)
1	5,03	216	1.086	217,296
2	76,78	192	14.742	2.948,352
3	91,59	216	19.783	3.956,688
4	97,45	208	20.270	4.053,920
5	97,23	216	21.002	4.200,336
6	73,9	208	15.371	3.074,240
7	17,46	216	3.771	754,272
8	103,66	216	22.391	4.478,112
9	14,98	208	3.116	623,168
10	56,17	216	12.133	2.426,544
11	47,82	208	9.947	1.989,312
12	17,55	216	3.791	758,160
Total			147.402	29.480,400

Dari Tabel 3 terlihat, *losses* terjadi karena kapasitas nyata produksi tidak sesuai dengan kapasitas nominal (desain) produksi. *Losses* ini terjadi karena tingginya jam *breakdown* dari setiap *equipment stone crusher*. Nilai efisiensi dari mesin *stone crusher* berpengaruh pada jumlah produksi batu split yang mampu dihasilkan oleh pabrik semen. Dari data spesifikasi yang didapat, mesin *stone crusher* memiliki kapasitas produksi sebesar 110-180 ton/Jam. Dari record data di lapangan, mesin *stone crusher* yang digunakan hanya mampu mencapai kapasitas produksi maksimum sebesar 104,97 ton/jam di bulan pertama dengan nilai efisiensi sebesar 58,32%. Kapasitas produksi terendah terjadi pada bulan kedelapan sebesar 6,34 ton/jam dengan nilai efisiensi produksi sebesar 3,52%. Total *losses* produksi yang terjadi dalam setahun yakni sebesar 147.402 ton dengan kerugian ekonomi sebesar Rp 29.480.400.000,-. Angka ini relatif besar untuk sebuah kerugian ataupun *losses*.

Kesimpulan

Efisiensi tertinggi mesin *stone crusher* sebesar 58,32% terjadi pada bulan pertama dengan total kehilangan produksi sebesar 1.086 ton atau setara Rp. 217.296.000. Efisiensi terendah mesin *stone crusher* sebesar 3,52% terjadi pada bulan kedelapan dengan total kehilangan produksi sebesar 12.133 ton atau setara Rp

4.478.112.000. Total *losses* produksi yang terjadi dalam setahun yakni sebesar 147.402 Ton dengan kerugian jumlah kerugian ekonomi sebesar Rp 29.480.400.000.

Referensi

- [1] M. A. Brillian and I. M. Ramadan, "Sejarah Geologi Dan Petrogenesis Batuan Beku Berdasarkan Analisis Petrologi Dan Petrografi Batuan Beku Di Desa Tanjung," no. December, pp. 0–7, 2021.
- [2] M. Amin, M. Al, P. Manurung, and M. Ajeng, "The Effect of Addition Basalt Stone and Coal as Substitution Material for Producing Cement Clinker," *Syst. Rev.*, vol. 12, no. 2, pp. 456–466, 2021, doi: 10.31838/srp.2021.2.62.
- [3] T. O. Terefe and G. A. Tefera, "Design of impact stone crusher machine," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 10, no. June, pp. 904–909, 2019.
- [4] R. S. Sinha and A. K. Mukhopadhyay, "Reliability centered maintenance of cone crusher: a case study," *Int. J. Syst. Assur. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 1, pp. 32–35, 2015, doi: 10.1007/s13198-014-0240-7.
- [5] F. S. M. Deceased and J. T. Ricketts, *Building design and construction handbook*, vol. 32, no. 05. 1995.
- [6] T. Chikuku, R. N. Mushonga, T. Sakala, W. R. Nyemba, and S. Chinguwa, "Design of a small-scale granite stone crusher," *Procedia CIRP*, vol. 91, pp. 858–863, 2020, doi: 10.1016/j.procir.2020.03.119.
- [7] E. Köken and J. Qu, "Comparison of secondary crushing operations through cone and horizontal shaft impact crushers," *Int. Multidiscip. Sci. GeoConference Surv. Geol. Min. Ecol. Manag. SGEM*, vol. 2020-August, no. 1.1, pp. 789–796, 2020, doi: 10.5593/sgem2020/1.1/s04.096.
- [8] A. Ali and M. Prieska, "Improvement Produksi Crusher Dengan Metode Double Dump Crusher Fc01 Dan

- Fc02 Pt. Mifa Bersaudara,” *Pros. Temu Profesi Tah. PERHAPI*, vol. 1, no. 1, pp. 39–48, 2020, doi: 10.36986/ptptp.v1i1.48.
- [9] A. R. Adetunji and A. A. Abioye, “Material Selection for Crusher Jaw in a Jaw Crusher Equipment,” *Int. J. Mater. Eng. 2015*, vol. 5, no. 2, pp. 17–22, 2015, doi: 10.5923/j.ijme.20150502.01.
- [10] S. Ravindran and U. Prakash, “Stone Crushers And Dust Problem,” *Int. J Appl. Biol.*, vol. 3, no. 1, 2012.
- [11] R. A. Duarte, A. S. Yamashita, M. T. da Silva, L. P. Cota, and T. A. M. Euzébio, “Calibration and validation of a cone crusher model with industrial data,” *Minerals*, vol. 11, no. 11, 2021, doi: 10.3390/min11111256.
- [12] H. Mujianto, “Pengaruh Sudut Kemiringan (Inklinasi) Terhadap Unjuk Kerja Ayakan Getar (Vibrating Screen),” *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 2, p. 137, 2019, doi: 10.33373/sigma.v2i2.2051.
- [13] B. Ramatsetse, K. Mpofu, and O. Makinde, “Failure and sensitivity analysis of a reconfigurable vibrating screen using finite element analysis,” *Case Stud. Eng. Fail. Anal.*, vol. 9, no. June, pp. 40–51, 2017, doi: 10.1016/j.csefa.2017.04.001.
- [14] I. Sulaiman, “Design and Performance Evaluation of a Stone Crusher,” *UNIOSUN J. Eng. Environ. Sci.*, vol. 3, no. 2, 2021, doi: 10.36108/ujees/1202.30.0290.
- [15] S. Uddin, “Evaluasi Produktivitas Double Roller Crusher Untuk Mencapai Target Produksi Claystone Unit Kerja Crusher PT . Semen Baturaja (Persero), Tbk,” no. July, 2021.
- [16] Budiyanto, E., Yuono, L. D., & Farindra, A. (2019). Upaya peningkatan kualitas dan kapasitas produksi mesin pengupas kulit kopi kering. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1), 88-98.