

Study of Vibrating Screen Machine Damage in Stone Crusher and Its Effect on Production Loss in Cement Factory

Studi Kerusakan Mesin Vibrating Screen pada Stone Crusher dan Pengaruhnya Terhadap Rugi Produksi di Pabrik Semen

Kaspul Anuar^{1*}, Herisiswanto¹, Aqsal Fahrizqa¹

Abstract

Vibrating Screen Machine have a crucial role in producing split stone. Vibrating screen machine maintenance is taken after it is in trouble. This is a kind of unplanned maintenance, which risks causing a high quantity of machine breakdowns and will affect to the production capacity. This study analyses data trouble of the vibrating screen machine for five months. The data analysed are the type of disturbance, the amount of production losses and financial losses. The results showed that the largest repair hours due to mechanical problem occurred in the fifth month with a repair time of 75.8 hours and a production loss of 5,269.85 Tons which is equivalent to Rp. 580,382,000,-. Then the largest total repair hours due to the production problem occurred in the second month with a repair time of 32.99 hours and a production loss of 968.49 Tons or equivalent to Rp. 179,385,000,-.

Keywords

Vibrating screen machine, maintenance, mechanical losses, production losses

Abstrak

Salah satu jenis mesin yang berperan dalam memproduksi batu split adalah *vibrating screen*. Perawatan mesin *vibrating screen* biasanya dilakukan saat mesin mengalami kerusakan. Hal ini adalah bentuk pemeliharaan yang tidak terencana, yang beresiko menimbulkan tingginya kuantitas gangguan pada mesin dan akan mempengaruhi kapasitas produksi. Penelitian ini menganalisa data gangguan dari mesin *vibrating screen* selama lima bulan. Data yang dianalisis meliputi tipe gangguan, jumlah produksi yang hilang (*production losses*) dan rugi keuangan. Hasil penelitian menunjukkan total jam perbaikan dengan klasifikasi kerusakan *mechanical* terbesar terjadi pada bulan ke lima dengan waktu perbaikan selama 75,8 jam dan *production loss* sebesar 5.269,85 Ton yang setara dengan Rp. 580.382.000,-. Kemudian total jam perbaikan dengan klasifikasi kerusakan *production* terbesar terjadi pada bulan kedua dengan waktu perbaikan 32,99 jam dan kerugian hasil produksi sebesar 968,49 Ton atau setara dengan sebesar Rp. 179.385.000,-.

Kata Kunci

Mesin vibrating screen, perawatan mesin, *mechanical losses*, *production losses*

¹ Universitas Riau

Kampus Bina Widya KM. 12,5, Simpang Baru, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru, Riau

* kaspul.anuar@lecturer.unri.ac.id

Submitted : June 05, 2022. Accepted : November 27, 2022. Published : November 29, 2022.

PENDAHULUAN

Salah satu produk sampingan dari pabrik semen adalah batu split. Produksi batu split umumnya memanfaatkan batu basalt yang tidak bisa diolah menjadi bahan baku semen. Produksi batu split memanfaatkan mesin *vibrating screen*. Alat ini bekerja dengan cara memisahkan ukuran agregat batu dengan variasi 0-10 mm, 10-20 mm, 20-30 mm, dan 30-50 mm [1]. Dalam penggunaan mesin *vibrating screen*, diperlukan adanya suatu sistem pemeliharaan (*maintenance*) yang berguna untuk mengurangi tingkat kerusakan, memperpanjang umur pakai, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan kualitas produksi dan mengefisienkan biaya/waktu produksi.

Umumnya kegiatan perawatan mesin *vibrating screen* hanya dilakukan pada saat mesin mengalami kerusakan. Hal ini menunjukkan bahwa perawatan mesin *vibrating screen* masih bersifat *corrective maintenance*. Untuk mendorong adanya proses *maintenance* yang bersifat preventif perlu adanya studi awal terkait tipe kerusakan dari mesin *vibrating screen* yang sering terjadi dan pengaruhnya terhadap kerugian yang dialami oleh pabrik semen [2].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuantitas dan tipe kerusakan mesin *vibrating screen* pada *stone crusher* dan pengaruhnya terhadap rugi produksi di salah satu pabrik semen di Pulau Sumatera. Penelitian ini diawali dengan melakukan studi pustaka, identifikasi permasalahan yang terjadi di perusahaan, pengumpulan data dan analisis data. Hasil penelitian dapat dijadikan dasar bagi perusahaan dalam merencanakan perawatan mesin *vibrating screen* dengan tepat.

Stone Crusher

Stone Crusher atau mesin pemecah batu adalah mesin yang berfungsi untuk memecahkan batu atau material keras lain yang berukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil. Mesin ini dapat menghasilkan ukuran batu yang beragam dengan harga jual yang relatif tinggi. Gambar 1 menampilkan mesin *stone crusher* [3].

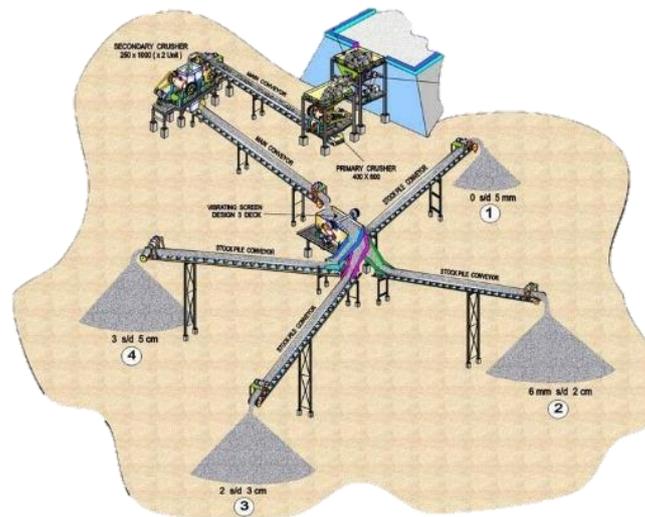


Gambar 1. Stone Crusher

Umumnya terdapat tiga bagian utama dari mesin pemecah batu (*stone crusher*). Bagian pertama yaitu bak penampung awal. Bagian ini berfungsi sebagai tempat penampungan awal material yang akan dipecah. Dari bak penampungan awal, material dipindah ke bagian *crusher* untuk dihancurkan. Setelah dihancurkan, material kemudian dipindah menuju bak penampungan terakhir [4][5].

Proses penghancuran material pada mesin *stone crusher* dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama, material dimasukkan ke dalam *feeder jaw crusher* menggunakan *dump truck*. Hasil pengolahan *jaw crusher* kemudian dikirim ke *cone crusher* menggunakan konveyor. Pada *cone crusher*, batu basalt dipecah menjadi bagian yang lebih kecil lagi. Material

yang telah dipecah oleh *cone crusher* kemudian dikirim ke *vibrating screen* untuk disaring dan terakhir akan dikumpulkan ke stok *pile* masing-masing. Jika terdapat batu yang masih belum sesuai pada *screen* maka akan dikirim kembali ke proses pemecahan kedua (*secondary crusher*) dengan sistem pukul *rotary* berkecepatan cukup tinggi[6]. Gambar 2 menampilkan diagram alur kerja *stone crusher*.



Gambar 2. Alur Kerja Stone Crusher

Vibrating Screen

Mesin *vibrating Screen* merupakan peralatan yang berguna untuk memisahkan ukuran material batu berdasarkan ukuran *mesh* ayakan. Prinsip kerja mesin *vibrating screen* yaitu dengan membangkitkan getaran pada permukaan saringan. Getaran ini dibangkitkan dengan amplitudo yang kecil dan frekuensi yang tinggi. Adanya getaran ini akan membantu material terangkat dan bergerak di atas permukaan saringan. Kemiringan saringan dibuat 0° - 35° dengan kecepatan 600 - 3600 rpm dan amplitudo 1 - 1/16 inci [7][8]. Gambar 3 menampilkan *vibrating screen*.



Gambar 3. Vibrating Screen

Untuk mengetahui efisiensi ayakan, perhitungan dilakukan dengan membandingkan berat material (*undersize*) yang lolos ayakan dengan berat material (*oversize*) yang seharusnya lolos ayakan. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi ayakan yaitu persen (%) ukuran bukaan ayakan. Jika persen (%) lubang ayakan tertutup oleh material yang mempunyai

ukuran sama dengan ukuran lubang bukaan maka efisiensi ayakan akan turun. Sebaliknya semakin besar diameter lubang bukaan ayakan semakin banyak material yang lolos. Faktor kedua yang mempengaruhi efisiensi ayakan yaitu ukuran partikel. Material yang mempunyai diameter sama akan memiliki kecepatan dan kesempatan masuk yang berbeda bila posisinya berbeda, yaitu satu melintang dan lainnya membujur. Faktor ketiga yang mempengaruhi efisiensi ayakan yaitu kandungan air. Semakin kecil kandungan air pada material maka material tersebut akan semakin mudah lolos. Material dengan kandungan air yang tinggi akan menimbulkan sifat lengket sehingga akan mengurangi efisiensi dari pada ayakan, karena material lengket akan menutup lubang bukaan ayakan.

Maintenance

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi tindakan yang dilakukan untuk menjaga dan memelihara suatu mesin serta memperbaikinya sampai suatu kondisi mesin tersebut bisa diterima. Perawatan juga didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang ditujukan untuk memelihara atau menjaga fasilitas dan peralatan pabrik agar proses produksi dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. Secara umum, perawatan terbagi menjadi dua jenis, yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan yang tidak direncanakan (*unplanned maintenance*). Perawatan terencana adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan terencana terdiri dari tiga jenis, yaitu *prediction maintenance*, *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. *Prediction maintenance* adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin pada selang waktu yang teratur. *Preventive maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan bagian-bagian lain. Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan, dan penyetelan. *Corrective maintenance* disebut juga *breakdown maintenance*, yaitu kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan, kegagalan, atau kelainan fasilitas produksi sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik [9][10][11].

Pemeliharaan yang tidak terencana (*unplanned maintenance*) adalah salah satu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan karena adanya indikasi atau kerusakan yang menunjukkan bahwa fase dari proses produksi tiba-tiba mengarah ke hasil yang salah. Dalam hal ini, kegiatan perawatan mesin harus dilakukan tanpa adanya perencanaan. Pemeliharaan yang tidak terencana adalah pemeliharaan darurat (*emergency maintenance*) dimana salah satu kegiatan perawatan mesin membutuhkan respons darurat agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih serius [12][13][14].

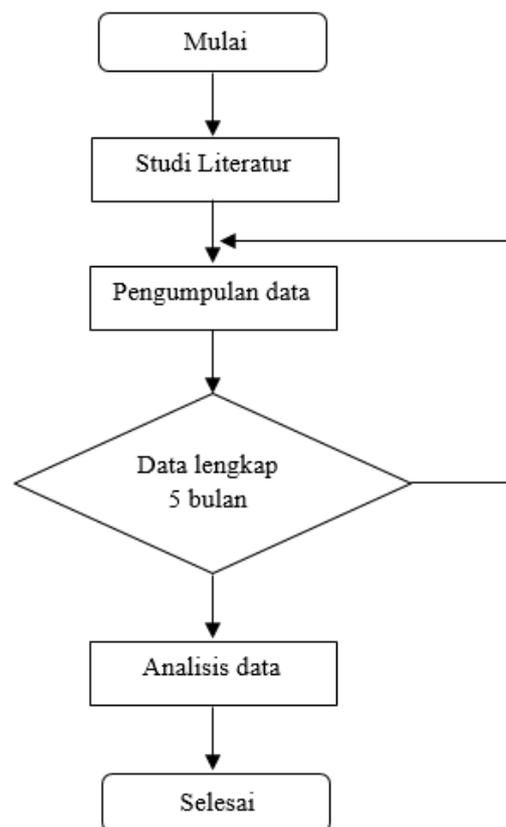
Prosedur Pelaksanaan Pemeliharaan (Maintenance)

Pada umumnya prosedur pelaksanaan pemeliharaan yang dilakukan biasanya disebut dengan CILART yaitu, *cleaning* (pembersihan), *inspection* (pemeriksaan), *lubrication* (pelumasan), *adjustment* (penyetelan) dan *tightening* (pengencangan). *Cleaning* (pembersihan) merupakan pekerjaan yang tidak dapat dikesampingkan begitu saja dalam pelaksanaan *maintenance* karena pekerjaan membersihkan mesin yang berputar dari kotoran dapat mencegah terjadinya kemacetan. *Inspection* (pemeriksaan) dilakukan untuk mengetahui apakah semua bagian mesin dapat bekerja sebagaimana mestinya. Tindakan ini dapat dilakukan secara visual atau menggunakan alat-alat ukur. *Lubrication* (pelumasan) dilakukan untuk mengurangi terjadinya laju keausan dan laju kerusakan yang terlalu cepat serta kerugian daya dan tenaga yang terlalu besar. Umumnya yang dilumasi adalah bagian-bagian mesin dan alat-alat yang selalu bergesekan satu sama lain. Pelumas juga berfungsi

sebagai pendingin dari bagian yang bergesekan. *Adjustment* (penyetelan) dilakukan terhadap bagian-bagian yang cara kerjanya dapat berubah-ubah. Biasanya hal ini terjadi setelah dilakukan pemasangan salah satu bagian yang baru diperbaiki. *Repair* yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan setelah mesin mencapai kondisi gagal beroperasi (*failed stated*). Sedangkan *overhaul* dilakukan sebelum *failed stated* terjadi. *Tightening* (pengencangan) dilakukan terhadap bagian yang longgar, sebagai akibat adanya getaran, gesekan pada waktu mesin sedang berjalan.

METODE PENELITIAN

Gambar 4 menampilkan diagram alir penelitian. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data primer melalui observasi langsung ke lapangan, pengumpulan data di lapangan, dan *brainstorming* dengan pihak perusahaan [15]. Data dikumpulkan terkait *record* gangguan dan *maintenance* yang dilakukan pada mesin *vibrating screen* dalam periode waktu lima bulan. Data kemudian dianalisis terkait tipe dan frekuensi kerusakan dan pengaruhnya terhadap rugi kapasitas produksi dan rugi keuangan.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan *data record* gangguan selama proses produksi selama lima bulan didapatkan data gangguan dengan dua jenis klasifikasi kerusakan yaitu, klasifikasi kerusakan *mechanical* dan *production*. Untuk detail kegiatan yang terjadi pada klasifikasi kerusakan *mechanical* dan *production* dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Record Gangguan Klasifikasi Kerusakan Mechanical

No	Bulan ke-	Detail Kegiatan	Frekuensi	Jam Perbaikan	Hari Kerja	Total Jam
1	1	<ul style="list-style-type: none"> Membuka Saringan 0-10 mm Memasang Saringan 0-5 mm 	1	12,00	2	24,00
2	2	<ul style="list-style-type: none"> Penambalan <i>Deck Screen</i> 	1	12,00	3	36,00
3	3	<ul style="list-style-type: none"> Penambalan <i>Deck Screen</i> 	1	18,00	2	36,00
4	4	<ul style="list-style-type: none"> Penambalan <i>Deck Screen</i> 	1	56,15	6	56,15
5	5	<ul style="list-style-type: none"> Penambalan <i>Deck Screen</i> 	2	5,50	10	75,80
		<ul style="list-style-type: none"> Pelumasan 	1	12,00		
		<ul style="list-style-type: none"> Membuka Saringan 30/50 mm 	1	9,00		
		<ul style="list-style-type: none"> Membuka Saringan 10/20 mm 	1	9,00		
		<ul style="list-style-type: none"> Memasang Saringan 30/50 mm 	2	18,00		
		<ul style="list-style-type: none"> Memasang Saringan 10/20 mm 	2	18,00		
		<ul style="list-style-type: none"> Perbaikan Saringan 30/50 mm 	1	4,30		
Total					23	227,95

Dari Tabel 1 dapat dilihat pada bulan kelima banyak terjadi gangguan kerusakan tipe *mechanical* pada *vibrating screen*. Kegiatan perawatan terbanyak dilakukan dalam bentuk pergantian saringan *deck screen*, penambalan pada *deck screen* yang rusak dan pelumasan pada komponen yang ada pada *vibrating screen*. Total waktu *maintenance* selama 5 bulan yaitu sebanyak 23 hari kerja atau sebesar 227,95 jam. Pada saat perawatan dilakukan, status operasional mesin *vibrating screen* berada pada kondisi *breakdown* atau tidak beroperasi hingga perbaikan selesai.

Tabel 2. Record Gangguan Klasifikasi Kerusakan Production

No	Bulan	Detail Kegiatan	Frekuensi	Jam Perbaikan	Hari Kerja	Total jam
1	1	-	-	-	-	-
2	2	<ul style="list-style-type: none"> Pipa Air Macet 	1	1,34	9	32,99
		<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan Area Screen 	6	29,90		
		<ul style="list-style-type: none"> Check Visual 	1	1,30		
		<ul style="list-style-type: none"> Pengisian Air Tangki 	1	0,45		
3	3	<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan Area Screen 	1	13,23	2	13,23
4	4	<ul style="list-style-type: none"> Memindahkan Saringan Screen 	1	1,15	5	17,95
		<ul style="list-style-type: none"> Pembersihan Area Screen 	4	16,80		
5	5	-	-	-	-	-
Total					16	64,17

Dari Tabel 2 dapat kita lihat *record* gangguan *vibrating screen* dengan klasifikasi gangguan *production* paling banyak terjadi di bulan ketiga. Gangguan yang banyak terjadi adalah kegiatan pembersihan area *screen*. Hal ini terjadi karena adanya penyumbatan pada *deck screen*. Total jam perbaikan untuk klasifikasi gangguan *production* ini adalah 64,17 jam dan memakan waktu perbaikan setara 16 hari. Pada saat perawatan ini dilakukan, status operasional mesin *vibrating screen* berada pada kondisi *delay* atau pemberhentian proses produksi sementara.

Pembahasan

Setelah semua *data record* gangguan didapatkan, dilakukan pengolahan data. Hasil pengolahan data tersebut dibuat dalam bentuk tabel untuk mempermudah penyajian data.

Dengan adanya perbaikan dari kerusakan tersebut menimbulkan *losses* terkait kehilangan produksi dan keuangan. Total *losses* produksi dan *losses* keuangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kerugian keuangan yang ditanggung

No	Klasifikasi Kerusakan	Detail Kegiatan	Frekuensi	Losses Produksi (Ton)	Losses Keuangan (Rp)
1	<i>Mechanical</i>	Mengganti dan memperbaiki saringan	9	2.901,92	580.382.000,-
		Penambalan Deck Screen	5	1.934,74	386.948.000,-
		Pelumasan	1	433,2	86.460.000,-
2	<i>Production</i>	Pembersihan Area Screen	10	896,79	179.385.000,-
		Pipa air macet	1	24,73	4.946.000,-
		<i>Check Visual</i>	1	23,99	4.798.000,-
		Pengisian Air Tangki	1	8,30	1.660.000,-
		Memindahkan Saringan	1	14,68	2.936.000,-
Total				6.238,34	1.247.790.000,-

Dari Tabel 3, terlihat efek dari kerusakan pada *vibrating screen* selama beroperasi dalam rentang waktu lima bulan. *Losses* keuangan yang terjadi sebesar Rp. 1.247.790.000,- dan kehilangan hasil produksi sebesar 6.238,34 Ton. Tingginya kuantitas kerusakan pada mesin *vibrating screen* disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor pertama yaitu kegiatan perbaikan yang dilakukan pada *vibrating screen* hanya dalam bentuk *emergency maintenance*. Oleh karena itu perlu adanya tindakan *maintenance* dalam bentuk *preventive maintenance*. Hal ini bertujuan agar kuantitas kerusakan yang terjadi dapat diminimalisir seminim mungkin. Faktor kedua yaitu tidak adanya pengecekan sebelum mesin *vibrating screen* beroperasi. Hal ini menunjukkan tidak adanya penerapan metode CILART dalam penggunaan mesin *vibrating screen*.

Faktor lainya yang menjadi penyebab tingginya kuantitas perawatan yang dilakukan yaitu material yang masuk ke dalam *vibrating screen* masih dalam keadaan berlumpur dan basah. Material yang berlumpur dan basah dapat menyumbat kisi-kisi lubang bukaan yang ada pada *deck vibrating screen*. Oleh karena itu untuk mengurangi densitas air dan kandungan lumpur yang ada pada material yang akan masuk ke dalam *vibrating screen* perlu dilakukan penambahan mesin pengering yang berbentuk *rotary dryer*. Selain itu perlu adanya tambahan prosedur pemeriksaan sebelum dan sesudah mesin beroperasi, membuat jadwal pemeliharaan dan perbaikan komponen, dan memperbaiki SOP selama proses produksi berlangsung.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa total jam perbaikan dengan klasifikasi kerusakan *mechanical* terbesar terjadi pada bulan kelima dengan waktu perbaikan selama 75,8 jam dan kerugian hasil produksi sebesar 5.269,85 Ton. Sedangkan total jam

perbaikan dengan klasifikasi kerusakan *production* terbesar terjadi pada bulan kedua dengan waktu perbaikan sebesar 32,99 jam dan kerugian hasil produksi sebesar 968,49 Ton.

Selanjutnya, gangguan yang sering terjadi pada *vibrating screen* dengan klasifikasi kerusakan *mechanical* adalah proses penggantian dan pemasangan *deck screen* dengan frekuensi kerusakan sebanyak 10 kali. Kerusakan ini mengakibatkan kerugian keuangan sebesar Rp. 580.382.000,- dan kehilangan tonase produksi sebesar 2.901.91 ton. Sedangkan pada klasifikasi kerusakan *production*, gangguan yang sering terjadi dalam bentuk pengerjaan pembersihan area *screen* sebanyak 10 kali dengan total tonase produksi yang hilang sebesar 896,79 ton atau sebesar Rp. 179.385.000,-.

Kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) pada *vibrating screen* masih dilakukan dengan metode *emergency maintenance* atau dilakukan perbaikan jika ada komponen yang mengalami kerusakan pada saat beroperasi. Hal ini menunjukkan minimnya prosedur perawatan yang bersifat preventive.

Saran

Penelitian ini hanya dilakukan untuk mengetahui efek kerusakan atau gangguan yang terjadi pada *vibrating screen* selama beroperasi dalam waktu kerja selama lima bulan. Oleh karena itu, pada penelitian berikutnya, waktu kerja mesin *vibrating screen* yang dianalisis perlu dilakukan sampai waktu 12 bulan. Hal ini berguna untuk mendapatkan data yang lebih komprehensif terkait kuantitas dan tipe kerusakan yang sering terjadi pada mesin *vibrating screen*.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] E. Humairah, Syahrudin, and S. Yosomulyono, "Kajian Teknis Unit Peremuk Batuan Untuk Memenuhi Kebutuhan Split Pt . Sulenco Wibawa Perkasa," *J. Mhs. Tek. Sipil Univ. Tanjungpura*, pp. 142–148, 2019.
- [2] V. Lazić, D. Arsić, R. Nikolić, M. Mutavdžić, and J. Meško, "Reparation by hard facing of the damaged secondary stone crushers," *Manuf. Technol.*, vol. 16, no. 2, pp. 375–380, 2016, doi: 10.21062/ujep/x.2016/a/1213-2489/mt/16/2/375.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Dores, Solihin, and S. Widayawati, "Evaluasi Kinerja Crushing Plant Untuk Mencapai Target Produksi Andesit 80.000 Ton/Bulan di PT Mitra Multi Sejahtera Desa Mekarsari, Kecamatan Cikalong Kulon, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat," *Tek. Pertamb.*, vol. 4, pp. 437–444, 2018.
- [7] B. Ramatsetse, K. Mpofo, 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.
- [8] 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.
- [9] S. Santi, S. Kaseng, and H. H. M. Saleh, "Kebijakan Sistem Pemeliharaan Mesin Pada Pabrik Kopi Sariwangi Bumi Mutiara," *J. Ilmu Manaj. Univ. Tadulako*, vol. 3, no. 3, pp. 267–278, 2020, doi: 10.22487/jimut.v3i3.94.

-
- [10] A. K. Alghofari, M. Djunaidi, and A. Fauzan, "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Ballmill Dengan Basis Rcm (Reliability Centered Maintenance)," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, 2006.
- [11] A. Efendi and R. Suhartono, "Perbaikan Dan Pemeliharaan Mesin Disc Mill Bongkol Jagung," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 3, p. 97, 2018, doi: 10.32497/rm.v13i3.1281.
- [12] J. Doyle, "A truth maintenance system," *Artif. Intell.*, vol. 12, no. 3, pp. 231–272, 1979, doi: 10.1016/0004-3702(79)90008-0.
- [13] H. Pham and H. Wang, "Imperfect maintenance," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 94, no. 3, pp. 425–438, 1996, doi: 10.1016/S0377-2217(96)00099-9.
- [14] E. Laing, P. Ashley, F. B. Naini, and D. S. Gill, "Space maintenance," *Int. J. Paediatr. Dent.*, vol. 19, no. 3, pp. 155–162, 2009, doi: 10.1111/j.1365-263X.2008.00951.x.
- [15] F. Firman, M. R. Linda, and R. F. Suci, "Evaluasi Kinerja Pemeliharaan Mesin PLTD dengan Menggunakan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)," *J. Kaji. Manaj. Bisnis*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.24036/jkmb.10838400.

Halaman ini sengaja dikosongkan