

Kajian Ketersediaan Alat Mekanis pada Operasi Penambangan Batu Andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat

Assessing Mechanical Availability Devices Mining Operations For Andesite At Pt Mandiri Sejahtera Sentra, District Tegalwaru, Purwakarta, West Java Province

¹M. Restiano Fauzi, ²Dono Guntoro, ³Machali Muchsin.

^{1,2}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116
email: ¹restianomhammad@gmail.com*

Abstract. PT Sentra Sejahtera Mandiri Tbk is one subsidiary company of PT Indocement Tbk which produces raw material for making concrete in the form of split stone from andesite. The company is located in District Tegalwaru, Purwakarta, West Java Province. To support the production of relatively large targets, the company is using a mechanical device in the form of 3 units of CRD (Crawler Rock Drill), 12 units of dump trucks, and 5 units of excavators. Andesite to mining process goes well, then the availability of mechanical devices that work must be maintained. The way to assess the preventive maintenance (preventive maintenance) and regular maintenance (planning maintenance) managerial system is also closely related to the value of the availability of a mechanical device at PT Mandiri Sejahtera Sentra. Presentation on preventive maintenance with statistical methods with the length of the class 6, obtained by 50.27% effective for transporting tools and 47.66% for the excavating tool, 0% for drilling. This value must still be improved in order to maintain the availability of tools that use in the mines of PT Mandiri Sejahtera Sentra. Further planning maintenance during the month of October 2015, the excavator 06 (Breaker) has the lowest value of service accuracy is only 52.4%, is very susceptible to damage due to regular service affects the damage to the engine and other components. From the research, it was found the smallest availability value indicated by DT - 08 (Beiben LBZF46EA) to the value of physical availability 37.65%, 41.27% mechanical availability, use of availability 33.46% and the effective utilization of 30.51%. , and it was found the biggest availability value indicated by DT - 07 (Beiben LBZF46EA) to the value of physical availability 94.39%, 96.27% mechanical availability, use of availability 81.46% and the effective utilization of 73.64%.

Keywords : Preventive Maintenance, Maintenance Planning, Managerial Systems, Availability Tool.

Abstrak. PT Mandiri Sejahtera Sentra Tbk merupakan salah satu anak perusahaan PT Indocement Tbk yang memproduksi bahan baku pembuatan beton berupa batu split yang berasal dari batuan andesit. Perusahaan ini berada di Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Untuk menunjang target produksi yang relatif besar, perusahaan ini menggunakan alat mekanis berupa 3 unit CRD (Crawler Rock Drill), 12 unit Dump Truck, dan 5 unit Excavator. Agar proses penambangan batuan andesit berjalan dengan baik, maka ketersediaan alat (availability) mekanis harus selalu tersedia. Cara tersebut dengan mengkaji pemeliharaan pencegahan (preventive maintenance) dan perawatan berkala (planning maintenance) juga sistem manajerial yang berhubungan erat dengan nilai ketersediaan alat (availability) mekanis di PT Mandiri Sejahtera Sentra. Presentase kegiatan preventive maintenance dengan metode statistik dengan panjang kelas 6, didapatkan efektifitas sebesar 50,27% untuk alat transporting dan 47,66% untuk alat excavating, 0% untuk drilling. Nilai ini masih harus ditingkatkan agar menjaga ketersediaan alat yang digunakan di tambang PT Mandiri Sejahtera Sentra, selanjutnya planning maintenance selama bulan oktober 2015 menunjukkan excavator 06 (Breaker) memiliki nilai service accuracy yang terendah hanya 52,4%, ini sangat rentan terhadap kerusakan dikarenakan servis berkala sangat berpengaruh terhadap kerusakan mesin dan komponen-komponen lainnya. Dari hasil penelitian, didapatkan nilai availability terkecil ditunjukkan oleh DT - 08 (Beiben LBZF46EA) dengan nilai physical availability 37,65%, mechanical availability 41,27%, use of availability 33,46% dan effective utilization sebesar 30,51%. Sedangkan nilai terbesar dimiliki DT - 07 (Beiben LBZF46EA) dengan nilai physical availability 94,39%, mechanical availability 96,27%, use of availability 81,4%, dan effective utilization 79,53%.

Kata Kunci : Preventive Maintenance, Planning Maintenance, Sistem Manajerial, Availability Alat.

A. Pendahuluan

PT Mandiri Sejahtera Sentra Tbk merupakan salah satu anak perusahaan PT Indocement Tbk yang memproduksi bahan baku pembuatan beton berupa batu *split* dari batuan andesit. Perusahaan ini berada di Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. Pada bulan Oktober 2015 lalu, masih banyak alat mekanis yang memiliki nilai ketersediaan alat (*availability*) dibawah target dari SOP (*Standard Operation Procedure*) yang telah ditentukan.

Maka dilakukan penelitian mengenai ketersediaan alat (*availability*) mekanis yang digunakan dengan mengkaji pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan perawatan berkala (*planning maintenance*) serta sistem manajerial.

B. Landasan Teori

Salah satu hal yang mempengaruhi produksi dalam operasi penambangan adalah masalah ketersediaan (*availability*) alat. Ketersediaan alat merupakan faktor yang menunjukkan kondisi alat angkut yang digunakan dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama waktu kerja dari alat yang tersedia. Untuk itu perlu diperhatikan beberapa faktor sebagai berikut:

a. Ketersediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

Ketersediaan mekanis adalah faktor yang menunjukkan ketersediaan alat untuk melakukan pekerjaan dengan memperhitungkan waktu yang hilang karena kerusakan atau gangguan yang terjadi pada alat tersebut (*mechanical reason*). Ketersediaan mekanis merupakan perbandingan waktu kerja alat dengan waktu perbaikan alat. Secara matematis, mencari nilai ketersediaan mekanis dapat dihitung dengan cara:

$$M.A = [W / (W + R)] \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

M.A = *Mechanical Availability*

W = *Working Hours* / Jam Kerja (jam)

R = *Repair Hours* / Jam Perbaikan (jam)

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembobotan (*Weighting*) Kegiatan *Preventive Maintenance*

Pembobotan (*weighting*) kegiatan *preventive maintenance* dilakukan setelah melakukan kegiatan rating. Pembobotan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang diawali dideskripsikan dengan matriks IFE dan EFE. Menggunakan tabel drajat kepentingan AHP (*Malczewski*, 1999) adapun matriks IFE pada pembobotannya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Matriks Internal Factor Evaluation Preventive Maintenance Dump Truck

Penilaian	Bobot	Bobot Relatif (%)	Keterangan
Kondisi ban	4	7,14	Sangat Penting
Baut roda	3	5,36	Penting
<i>Joint</i> dan Baud <i>couple</i>	3	5,36	Penting
<i>Rubber Bushing</i>	2	3,57	Kurang Penting
Fungsi Perseneling	2	3,57	Kurang Penting
Kondisi Per Depan	3	5,36	Penting
Kondisi Per Belakang	3	5,36	Penting
Kondisi Chasis	3	5,36	Penting
<i>Safety Belt</i>	1	1,79	Tidak Penting
Kaca Spion	1	1,79	Tidak Penting
Kondisi <i>Dump</i>	4	7,14	Sangat Penting
<i>Chamber Angin</i>	3	5,36	Penting
Oli Mesin	4	7,14	Sangat Penting
Kebocoran Pada Mesin	3	5,36	Penting
Air Radiator	3	5,36	Penting
Tali Kipas	2	3,57	Kurang Penting
Oli <i>Enggine Pressure</i>	3	5,36	Penting
Lampu	1	1,79	Tidak Penting
Fungsi Rem	2	3,57	Kurang Penting

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Tabel 2. Matriks Internal Factor Evaluation Preventive Maintenance Excavator

Penilaian	Bobot	Bobot Relatif (%)	Keterangan
Oli <i>Enggine</i>	4	21,05	Sangat Penting
Oli <i>Hydarulick</i>	3	15,79	Penting
Suara Mesin	2	10,53	Kurang Penting
Air Radiator	3	15,79	Penting
<i>Shoe Track</i>	4	21,05	Sangat Penting
Lampu	1	5,26	Tidak Penting
Tali Kipas	2	10,53	Kurang Penting

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Setelah mendapatkan nilai bobot relatif menurut fungsinya, maka dihubungkan

dengan nilai rata-rata rating yang telah didapatkan pada saat penelitian. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Perhitungan Nilai Akhir *Preventive Maintenance Dump Truck*

Penilaian	Rata-Rata Perolehan Rating	Bobot Relatif (%)	Nilai Akhir (%)
Kondisi ban	1,9	7,14	13,57
Baut roda	1,3	5,36	6,96
Joint dan Baud Couple	1,1	5,36	5,89
Rubber Bushing	1,4	3,57	5
Fungsi Perseneling	1,7	3,57	6,07
Kondisi Per Depan	1,2	5,36	6,43
Kondisi Per Belakang	1,1	5,36	5,89
Kondisi Chasis	1,2	5,36	6,43
Safety Belt	2,1	1,79	3,75
Kaca Spion	2,2	1,79	3,93
Kondisi Dump	1,6	7,14	11,43
Chamber Angin	1,5	5,36	8,04
Oli Mesin	1,9	7,14	13,57
Kebocoran Pada Mesin	1,6	5,36	8,57
Air Radiator	1,5	5,36	8,04
Tali Kipas	1,2	3,57	4,29
Oli Engine Pressure	1,3	5,36	6,96
Lampu	1,7	1,79	3,04
Fungsi Rem	1,9	3,57	6,79
Suara Mesin	1,4	3,57	5,00
Oli Hydarulick	1,1	7,14	7,86
Jumlah		100	-

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Tabel 4. Perhitungan Nilai Akhir *Preventive Maintenance Excavator*

Penilaian	Rata-Rata Perolehan Rating	Bobot Relatif (%)	Nilai Akhir (%)
Oli Engine	2,0	21,05	42,11
Oli Hydarulick	1,8	15,79	28,42
Suara Mesin	1,9	10,53	20
Air Radiator	1,5	15,79	23,68
Shoe Track	1,2	21,05	25,26
Lampu	1,3	5,26	6,84
Tali Kipas	1,1	10,53	11,58
Jumlah		100	-

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Selanjutnya adalah menghitung target mutu dan pencapaian guna mengoreksi sistem manajerial selama ini yang telah berjalan. Adapun hasilnya adalah sebagai

berikut:

Tabel 5. Target Mutu dan Pencapaian *Preventive Maintenance Dump Truck*

Penilaian	Target Mutu (%)	Pencapaian (%)
Kondisi ban	21,43	13,57
Baut roda	16,07	6,96
<i>Joint</i> dan Baud <i>Couple</i>	16,07	5,89
<i>Rubber Bushing</i>	10,71	5,00
Fungsi Perseneling	10,71	6,07
Kondisi Per Depan	16,07	6,43
Kondisi Per Belakang	16,07	5,89
Kondisi <i>Chasis</i>	16,07	6,43
<i>Safety Belt</i>	5,36	3,75
Kaca Spion	5,36	3,93
Kondisi <i>Dump</i>	21,43	11,43
<i>Chamber</i> Angin	16,07	8,04
Oli Mesin	21,43	13,57
Kebocoran Pada Mesin	16,07	8,57
Air Radiator	16,07	8,04
Tali Kipas	10,71	4,29
Oli <i>Enggine</i> <i>Pressure</i>	16,07	6,96
Lampu	5,36	3,04
Fungsi Rem	10,71	6,79
Suara Mesin	10,71	5,00
Oli <i>Hydarulick</i>	21,43	7,86

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Tabel 6. Target Mutu dan Pencapaian *Preventive Maintenance Excavator*

Penilaian	Target Mutu (%)	Pencapaian (%)
Oli <i>Enggine</i>	63,16	42,11
Oli <i>Hydarulick</i>	47,37	28,42
Suara Mesin	31,58	20,00
Air Radiator	47,37	23,68
<i>Shoe Track</i>	63,16	25,26
Lampu	15,79	6,84
Tali Kipas	31,58	11,58

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Dari pencapaian dan target mutu di atas dapat terlihat beberapa kegiatan yang belum berjalan dengan semestinya selama penelitian dilaksanakan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai availability alat mekanis yang digunakan, karena pada dasarnya semua poin kegiatan preventive di atas sangat berpengaruh terhadap mesin alat mekanis itu sendiri.

Dari pencapaian dan target mutu di atas dapat terlihat beberapa kegiatan yang belum berjalan dengan semestinya selama penelitian dilaksanakan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan nilai availability alat mekanis yang digunakan, karena pada dasarnya semua poin kegiatan preventive di atas sangat berpengaruh terhadap mesin alat mekanis itu sendiri.

Penilaian Kegiatan Preventive Dengan Metode Statistik

Penelitian dilakukan selama 33 hari, sehingga didapatkan jumlah data sebanyak 33 data. Dikarenakan data ini berbentuk kegiatan, maka mencari nilai efektifnya menggunakan metoda statistik sederhana diawali dengan menentukan panjang kelas dari data dengan rumus :

$$K = 1 + 3,3 \text{ Log } n$$

n = jumlah data

k = Panjang kelas

Dengan jumlah data penelitian sebanyak 33 data, maka didapat panjang kelas untuk menentukan frekuensi kegiatan adalah 6. Sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Kegiatan Preventive Maintenance Dump Truck

Nilai Minimal (%)	Nilai Maksimal (%)	Frekuensi (Fi)	Titik Tengah (Xi)	(Fi.Xi)
20	26	2	23	46
26	32	3	29	87
32	38	5	35	175
38	44	1	41	41
44	50	4	47	188
50	56	5	53	265
56	62	5	59	295
62	68	4	65	260
68	74	1	71	71
74	80	3	77	231
Jumlah				1.659
Efektif Kegiatan Preventive Maintenance				50,27%

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Dengan pengolahan secara statistik, didapatkan bahwa kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan terhadap alat mekanis *dump truck* selama bulan Oktober 2015 hanya berjalan 50,27 %. Hal ini sangat rentan terhadap kerusakan dikarenakan hanya setengah dari semua rangkaian yang seharusnya dilakukan. Dengan demikian, gejala awal dari alat mekanis yang seharusnya bisa diketahui sebelumnya sulit untuk terdeteksi karena kegiatan ini belum sepenuhnya berjalan. Dengan cara yang sama, maka dilakukan juga pengamatan aktual untuk kegiatan yang dilakukan terhadap *Excavator*, dimana yang membedakan adalah tempat pengamatan dimana kegiatan ini dilakukan di *mining area*, tempat dimana *excavator* disiapkan untuk bekerja. Adapun datanya adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Perhitungan Kegiatan Preventive Maintenance Excavator

Nilai Minimal (%)	Nilai Maksimal (%)	Frekuensi (Fi)	Titik Tengah Xi	(Fi.Xi)
0	6	1	3	3
6	12	0	9	0
12	18	0	15	0
18	24	0	21	0
24	30	4	27	108
30	36	0	33	0
36	42	6	39	234
42	48	9	45	405
48	54	0	51	0
54	60	5	57	285
60	66	5	63	315
66	72	0	69	0
72	78	3	75	225
Jumlah				1.575
Efektif Kegiatan Preventive Maintenance				44,73

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Didapatkan hasil kegiatan tersebut hanya berjalan sebesar 44,73 % dari total semua kegiatan yang harusnya dilakukan. Ini menunjukkan nilai yang lebih kecil dari kegiatan *preventive dump truck*.

Untuk CRD (*Crawler Rock Drill*) selama penelitian berlangsung dan dilakukan pengamatan, didapatkan bahwa tidak pernah menjalani kegiatan *preventive*, dapat dikatakan bahwa presentase nya adalah 0 %. Dengan hasil yang seperti ini akan menjadi salah satu penyebab terjadinya penurunan ketersediaan alat atau *availability* alat dikarenakan kerusakan akan rentan terjadi dan alat akan mengalami *break down* atau waktu untuk *repair* akan semakin besar.

Planned Maintenance / Servis Berkala

Setiap alat mekanis yang bekerja khususnya *dump truck*, *excavator*, dan CRD memiliki *planned maintenance* yang sudah diatur oleh PT Mandiri Sejahtera Sentra. Kegiatan ini berupa servis berkala 250 jam dimana alat harus berhenti bekerja dan masuk ke *workshop* untuk dilakukan *planned maintenance*. Dimana setiap alat mengalami perawatan berupa penggantian *Oil Engine*, *Oil Filter*, dan *Fuel Filter*. Penelitian dilakukan dengan pengamatan secara langsung dilapangan terhadap unit yang mengalami perawatan, dimana nanti akan dapat ditentukan *Service Accuracy* atau ketepatan dalam melakukan perawatan berkala dari setiap unit. Jika terjadi kelebihan jam kerja dalam melakukan perawatan, juga dapat menyebabkan menurunnya ketersediaan alat yang dapat mengganggu proses produksi.

Dari 15 unit alat mekanis yang bekerja selama penelitian berlangsung, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 9. Ketepatan Servis Berkala / *Planned Maintenance*

NO	UNIT	DATE	HOURS		METER		Service Accuracy (%)
			Plan	Actual	Next	Variant	
<i>Dump Truck</i>							
1	DT 006	19-Oct-15	12.411	12.458	12.708	47	81,2
2	DT 007	07-Oct-15	12.391	12.403	12.653	12	95,2
3	DT 008	04-Oct-15	13.680	13.650	13.900	0	100
4	DT 010	01-Oct-15	15.469	15.474	15.724	5	98
5	DT 012	18-Oct-15	9.883	9.890	10.140	7	97,2
6	DT 013	21-Oct-15	10.762	10.773	11.023	11	95,6
7	DT 014	25-Oct-15	13.569	13.555	13.805	0	100
8	TRX 03	16-Oct-15	2.307	2.333	2.583	26	89,6
9	TRX 04	12-Oct-15	2.557	2.586	2.836	29	88,4
10	TRX 05	23-Oct-15	2.306	2.355	2.605	49	80,4
<i>Excavator</i>							
11	EXC 06	16-Oct-15	11.766	11.885	12.135	119	52,4
12	EXC 08	10-Oct-15	5.137	5.137	5.387	0	100
13	EXC 09	11-Oct-15	4.505	4.500	4.750	0	100
<i>CRD</i>							
14	Crd 02	05-Oct-15	4.890	4.913	5.163	23	90,8
15	Crd 03	13-Oct-15	4.879	4.884	5.134	5	98

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

Dari hasil pengamatan didapatkan bahwa semua unit yang bekerja di PT Mandiri Sejahtera Sentra relatif memiliki perawatan berkala yang cukup bagus. Dari 15 unit yang bekerja, terdapat 4 unit yang memiliki nilai 100%, 6 unit pada range 90% - 100%, dan sisanya dibawah 90%. Yang sangat mencolok adalah *excavator* 06, yang memiliki ketepatan servis hanya 52,4%. Unit ini mengalami keterlambatan hingga 119 jam. Ini sangat berpengaruh terhadap ketersediaan alat produksi nantinya.

Setelah melakukan penelitian dan pengamatan jam kerja harian dari setiap unit yang bekerja, didapatkan data *availability* rata-rata sebagai berikut: (perhitungan ketersediaan harian terlampir)

Tabel 10. Nilai Rata-rata Ketersediaan Alat Selama Penelitian

No	Unit	<i>Physical Availability</i>	<i>Mechanical Availability</i>	<i>Use Of Availability</i>	<i>Effective Utilization</i>
		(%)	(%)	(%)	(%)
1	Beiben 06	88,61	92,38	77,57	73,64
2	Beiben 07	94,39	96,27	81,46	79,53
3	Beiben 08	37,15	41,27	31,92	30,16
4	Beiben 10	37,5	38,64	33,46	30,51
5	Beiben 12	75,63	78,72	65,41	63,41
6	Beiben 13	85,68	92,38	74,84	70,79
7	Beiben 14	88,49	90,47	78,98	73,42
8	Trackbuild 03	85,66	94,7	73,37	70,59
9	Trackbuild	87,65	97,83	73,94	72,57

	04				
10	Trackbuild 05	78,35	86,57	68,13	64,23
11	Kobelco SK 480 LC	57,05	62,46	52,46	46,28
12	Komatsu PC 400 LC	71,08	72,63	66,43	57,75
13	Volvo 08	76,24	80,28	68,85	62,6
14	Volvo 09	77,86	83,04	68,76	64,05
15	CRD 01	44,03	69,07	30,9	30,61
16	CRD 02	63,85	93,07	45,85	45,67

(Sumber : Data Hasil Kegiatan Tugas Akhir di PT MSS, 2015)

D. Kesimpulan

1. Persentase kegiatan *preventive maintenance* dengan metode statistik panjang kelas 6, didapatkan efektifitas sebesar 50,27% untuk alat *transporting*, 47,66% untuk alat *excavating*, dan 0% untuk *drilling*. Untuk *Planning maintenance* selama bulan oktober 2015, *excavator* 06 (*Breaker*) adalah unit yang memiliki *service accuracy* terendah sebesar 52,4%. Nilai ini masih harus ditingkatkan guna menjaga ketersediaan alat (*availability*) yang digunakan di tambang PT Mandiri Sejahtera Sentra.
2. Dari pengolahan data yang dilakukan, *availability* terbesar dimiliki oleh DT-07 (Beiben LBZF46EA) dengan *physicalavailability* sebesar 94,39%, *mechanicalavailability* 96,27 %, *Use Of Availability* 81,46 % dan *effective utilization* 79,53 %. Nilai *availability* terkecil ditunjukkan oleh DT – 08 (Beiben LBZF46EA) dengan nilai *physical availability* 37,65%, *mechanical availability* 41,27%, *use of availability* 33,46% dan *effective utilization* sebesar 30,51%.
3. *Mean Time Between Stoppages* terbesar dimiliki oleh *dump truck* Trackbuild 04 dengan nilai rata-rata 59,66 dan terkecil dimiliki oleh *Excavator* Kobelco 06 dengan rata-rata hanya 14,22. Ini menunjukkan bahwa *Excavator* Kobelco 06 banyak terhenti pada waktu seharusnya alat digunakan.

Daftar Pustaka

- AEG Manufacturing. 2010. *Numerical Rating Scale Maintenance*. Metal Powder Industries Federation. USA
- Ahuja I.P.S Khamba J.S. 2008. *International Jurnal Of Quality and Reability Vol 25 No 7*. Blackwell Publishing Ltd. Berlin
- Assauri, Sofjan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi 2008. Jakarta. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. *Sosial Dan Kependudukan Kabupaten Purwakarta Dalam Angka*. BPS Jawa Barat. Kabupaten Purwakarta.
- Badan Perencanaan dan Pembangunan Daerah (BAPPEDA). 2013. *Kabupaten Purwakarta Dalam Angka*. BAPPEDA Jawa Barat. Kabupaten Purwakarta.
- Dhillon, B.S. 2006. *Maintanability, Maintenance, and Reliability For Engineers*. CRC. Ottawa. Ontario
- Dhillon, B.S.. and Reiche Hans 1987. *Reliability and Maintanability Management CBS Publisher and Distributor*. New Delhi.
- Energi Sumberdaya Mineral. 2008. *Potensi Bahan Galian Industri*. DirektoratESDM. Indonesia.

- Hokuetsu Industries Co Ltd. *Manual Hand's Book CRD Furukawa JF 200*. Tokyo 160-0023. Japan.
- Malczewski, J. 1999. *GIS and Multicriteria Decision Anylisis*. New York.
- Nakajima S. 1971. *Total Productive Maintenance Program*. Japan Institute For Plant Maintenance. Japan.
- Trackbuild Singapore Technologies Kinetics Ltd. 2012. *Trackbuild Engineering Productivity*. Boon Lay Street 619523, Singapore.
- Republik Indonesia. 2009. *Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 Pasal 4 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*.
- Ridwan & Sunarto. 2007. *Pengantar Statistika*. CV Alfabeta. Bandung.
- Rostiyanti Fatena 2009. *Alat Berat Untuk Proyeksi Konstruksi*. PT Rhineka Cipta. Jakarta.
- PT Mandiri Sejahtera Sentra. 2010. *Standard Operating Procedure*. Tegalwaru, Kab Purwakarta.