

ANALISIS PENENTUAN *SCHEDULE OF MAINTNANCE* PADA KOMPONEN KRITIS *DUMP TRUCK* KAPASITAS 60 TON MENGUNAKAN *PROBABILITY PLOT*

*A. Wildan Rusaily¹, Gunawan², Ismoyo²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: rusailywildan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini mempelajari analisis perancangan *schedule maintenance* pada komponen kritis *dump truck* dengan kapasitas 60 ton menggunakan *probability plot*. Penentuan komponen kritis dari pompa *Dump Truck* dilakukan dengan mengalikan *grade* komponen dengan bobot setiap kriteria kritis untuk menentukan nilai kekritisitas mesin. Pada Tugas Akhir ini peneliti memilih empat jenis *probability plot* atau distribusi kerusakan yang digunakan yaitu Distribusi *Weibull*, Distribusi Normal, Distribusi Lognormal, dan Distribusi *Exponential*. *Probability plot* atau distribusi kerusakan yang dipilih kemudian diuji dengan menggunakan *goodness of fit test* pada *software* Minitab 19. Setelah mendapatkan distribusi yang terpilih dari pengujian *goodness of fit test* maka langkah selanjutnya adalah menentukan keandalan dan nilai *MTTF* (*Mean Time to Failure*) dari masing-masing komponen kritis tersebut. Setelah nilai *lifetime prediction* dianalisa maka dapat disusun tabel *periodic maintenance* komponen kritis agar mengurangi *downtime* unit. Hasil yang diperoleh pada analisis tersebut adalah enam komponen kritis yang memiliki nilai *MTTF* dan *reliability*, yaitu *Disc Clutch* adalah 56,61% pada 2072,35 jam, *Seal Dump* adalah 56,56% pada 1147,4 jam, *Work Lamp* adalah 56,63% pada 1032,6 jam, *Tube Tyre* adalah 56,58% pada 1077,03 jam, *Lock Cabin* adalah 56,57% pada 614,83 jam, dan *Hose Chamber* adalah 56,53% pada 688,24 jam. Dari kedua nilai tersebut dibuatlah jadwal *periodic maintenance* pada setiap komponen *dump truck*.

Kata kunci: *dump truck*; *mttf*; *periodic maintenance*; *probability plot*; *reliability*

Abstract

This research studies the analysis of maintenance schedule design for critical components of dump trucks with a capacity of 60 tons using probability plots. Determining the critical components of a Dump Truck pump is done by multiplying the component grade by the weight of each critical criterion to determine the engine criticality value. In this final assignment, the researcher chose four types of probability plots or damage distributions to use, namely Weibull Distribution, Normal Distribution, Lognormal Distribution, and Exponential Distribution. The probability plot or distribution of the selected damage is then tested using the goodness of fit test in Minitab 19 software. After getting the selected distribution from the goodness of fit test, the next step is to determine the reliability and MTTF (Mean Time to Failure) value of each these critical components. After the lifetime prediction values have been analyzed, a periodic maintenance table for critical components can be prepared to reduce unit downtime. The results obtained from this analysis are six critical components that have MTTF and reliability values, namely Disc Clutch is 56.61% at 2072.35 hours, Dump Seal is 56.56% at 1147.4 hours, Work Lamp is 56.63 % at 1032.6 hours, Tube Tire was 56.58% at 1077.03 hours, Lock Cabin was 56.57% at 614.83 hours, and Hose Chamber was 56.53% at 688.24 hours. From these two values, a periodic maintenance schedule for each dump truck component is created.

Keywords: *Dump Truck, MTTF, Periodic Maintenance, Probability Plot, Reliability*

1. Pendahuluan

Pertambangan merupakan suatu kegiatan yang meliputi tahapan penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan/atau pemurnian atau pengembangan dan/atau pemanfaatan, pengangkutan & penjualan, serta pascatambang (Pasal 1 UU No. 3 Tahun 2020). Salah satu jenis bahan tambang yang populer digunakan sebagai sumber energi di seluruh dunia adalah batu bara. Proses kegiatan penambangan batu bara melibatkan berbagai jenis peralatan seperti alat muat, alat angkut, dan alat pendukung [1]. Alat angkut merupakan unit yang berperan sebagai sistem transportasi material pada kegiatan penambangan. Alat angkut yang biasa digunakan dalam industri pertambangan adalah unit *dump truck*.

Unit *dump truck* sendiri merupakan unit yang berfungsi mengangkut suatu material dan memindahkannya ke tempat lain dengan metode *dumping* (pengangkatan *vessel dump*) [2]. Produktivitas pada proses pertambangan sangat bergantung pada performa dari unit *dump truck*. Unit *dump truck* yang bermasalah akan menyebabkan penurunan produktivitas proses pertambangan. Permasalahan yang sering terjadi adalah waktu *downtime* unit *dump truck* yang cukup lama sehingga proses produksi terganggu. Waktu *downtime* yang cukup lama bisa disebabkan oleh tidak adanya analisa kehandalan pada unit tersebut sehingga proses *maintenance* memakan waktu yang cukup lama [3].

Proses analisa kehandalan atau *reliability analysis* merupakan proses evaluasi kinerja pada suatu sistem [4]. Proses tersebut mencakup pengumpulan data, pre-processing, pemilihan metode, proses eksekusi dan evaluasi, serta proses interpretasi dari hasil analisa kehandalan. Salah satu metode analisa kehandalan yang sering digunakan dalam proses *maintenance* adalah *lifetime analysis* untuk membuat jadwal *maintenance* [5]. *Maintenance* merupakan aktivitas yang sangat penting, dengan proses *maintenance* yang tepat, proses *breakdown unscheduled* dapat diminimalisir sehingga tidak memakan waktu *downtime* yang cukup lama [6].

Proses penjadwalan *maintenance* dengan metode *lifetime analysis* pada suatu komponen dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti analisa prediksi kegagalan dengan metode *oil sampling*, pengamatan makrografis dan mikrografis, *design analysis*, serta *stastitical analysis* berdasarkan *historical* komponen [7]. Proses *stastical analysis* merupakan metode yang memiliki keakuratan baik dikarenakan dapat memprediksi *lifetime* komponen tersebut berdasarkan data-data historikal yang dimiliki oleh komponen, seperti data frekuensi kerusakan dan perawatan pada komponen [8]. Dalam suatu mesin, terdapat komponen-komponen yang bersifat kritis (*critical component*) dimana komponen tersebut memiliki tingkat frekuensi kerusakan yang cukup tinggi dan jika komponen tersebut rusak maka akan berpengaruh pada kehandalan suatu mesin [9].

Minitab 19 merupakan *software* statistik yang dikembangkan di *Penn State University* oleh Barbara F. Ryan, Thomas A. Ryan Jr, dan Brian L. Joiner pada tahun 1972. Tujuan awal dari *software* Minitab adalah untuk membantu pengguna dalam mempelajari konsep dasar dari statistik dan mempermudah perhitungan data statistik yang sulit. Seiring dengan perkembangan terhadap *software* ini, Minitab menjadi sebuah *software* terkemuka yang mampu membantu peningkatan kualitas suatu produk dalam perusahaan [10].

2. Metode Penelitian

Objek yang diteliti adalah komponen *dump truck* sebanyak 42 unit yang berperan vital dalam kelancaran proses pengangkutan material hasil tambang ke tempat penyimpanan. Alasan pemilihan *dump truck* karena unit ini memiliki peranan besar, hal ini terlihat dari fungsi *dump truck* merupakan unit yang berfungsi mengangkut suatu material dan memindahkannya ke tempat lain dengan metode *dumping* (pengangkatan *vessel dump*), jika unit ini mengalami *breakdown* maka akan sangat mengganggu proses pengangkutan material dan sangat merugikan perusahaan.

Penentuan komponen kritis dilakukan dengan menggunakan metode *critical analysis*. *Critical analysis* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk dapat mengetahui nilai kekritisan dari suatu komponen sehingga hasil penilaiannya dapat dijadikan *input* dalam perawatan mesin. Langkah penentuan komponen kritis diawali dengan menentukan terlebih dahulu kriteria-kriteria dalam standar penilaian komponen kritis. Terdapat empat kriteria dalam metode *critical analysis* dan setiap kriteria tersebut kemudian diberikan *weighting factor* (faktor bobot) dengan nilai yang berbeda sesuai dengan prioritas dari setiap kriteria terhadap kekritisan komponen (Adigama, 2011).

Penentuan komponen kritis ditentukan dari total waktu *lost time* yang ditimbulkan berdasarkan frekuensi terjadinya kerusakan dan waktu *downtime* tiap kerusakan pada komponen.

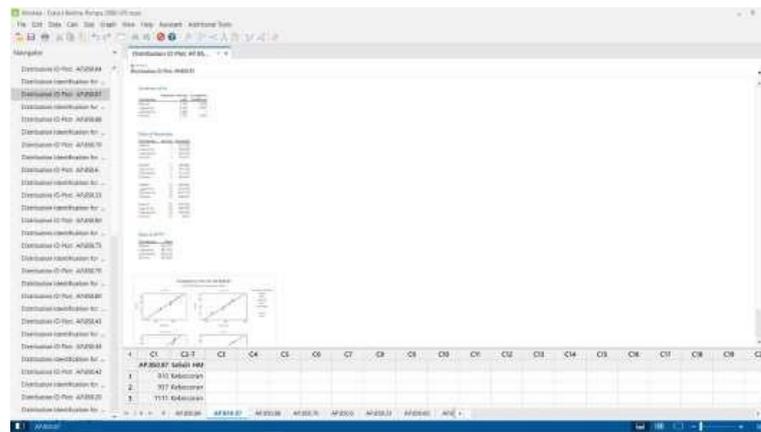
Tabel 1. Standar Penentuan Komponen Kritis

No.	Komponen	Frekuensi Kerusakan	Downtime	Total Lost time
1.	KomponenA	Jumlah unit yang mengalami kerusakan pada komponen A (n)	Waktu perbaikan yang dibutuhkan untuk perbaikan akibat kerusakan komponen A pada tiap unit (t)	Total waktu yang hilang akibat proses perbaikan pada keseluruhan unit akibat kerusakan pada komponen A ($n \times t$)

Penentuan komponen kritis dari pompa *Dump Truck* dilakukan dengan mengalikan *grade* komponen dengan bobot setiap kriteria kritis untuk menentukan nilai kekritisan mesin. Setelah nilai kekritisan mesin didapatkan maka komponen kritis dapat ditentukan.

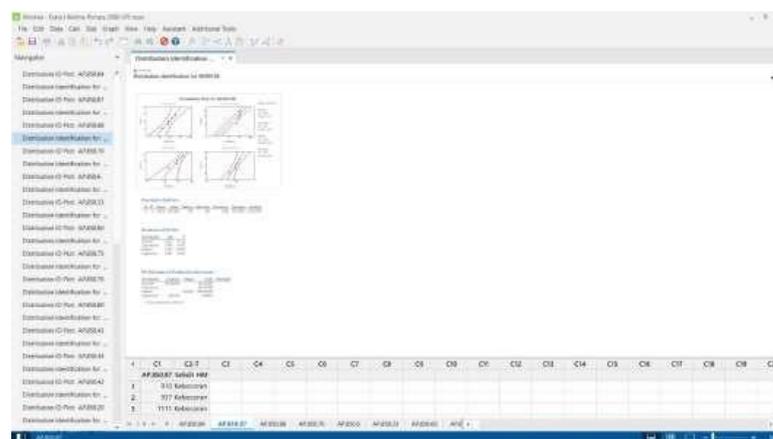
peneliti memilih empat jenis *probability plot* atau distribusi kerusakan yang digunakan untuk mengolah data komponen kritis yang telah diseleksi. *Probability plot* yang dipilih untuk mengetahui jenis distribusi mana yang paling cocok digunakan untuk mengolah data komponen kritis adalah Distribusi *Weibull*, Distribusi Normal, Distribusi Lognormal, dan Distribusi *Exponential*.

Probability plot atau distribusi kerusakan yang dipilih kemudian diuji dengan menggunakan *goodness of fit test* pada *software* Minitab 19. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memudahkan dalam menentukan distribusi yang paling sesuai dengan data yang ada. Pengujian ini akan menghasilkan nilai koefisien korelasi (*correlation coefficient*) dan nilai *Anderson-Darling* dari data waktu berdasarkan masing-masing distribusi. Distribusi kerusakan yang paling baik untuk dipilih adalah distribusi yang menghasilkan nilai *Anderson-Darling* terkecil dan nilai *correlation coefficient* terbesar.



Gambar 1. Tampilan *Correlation Coefficient* dan *Anderson-Darling* pada Minitab 19

Setelah mendapatkan nilai dari *Anderson-Darling* dan *correlation coefficient*, untuk memperkuat bukti apakah sebuah sampel data mengikuti distribusi tersebut atau tidak maka langkah selanjutnya adalah menentukan *P-value* pada pengujian ini. Bila nilai *P-value* lebih besar dari 0,05 (5%) maka sampel data tersebut dapat dikatakan mengikuti distribusi tertentu dengan didukung oleh data *Anderson-Darling* dan *correlation coefficient* yang telah didapatkan dari pengujian sebelumnya.



Gambar 2. Tampilan *P-Value* pada Minitab 19

Setelah mendapatkan distribusi yang terpilih dari pengujian *goodness of fit test* maka langkah selanjutnya adalah menentukan keandalan dan nilai *MTTF* (*Mean Time to Failure*) dari masing-masing komponen kritis tersebut. Distribusi tersebut digunakan untuk merumuskan bentuk dari laju kerusakan dari suatu komponen. Distribusi yang sesuai digunakan dalam menentukan tingkat keandalan (*reliability*) yang mempunyai konsep laju

kerusakan dalam penerapannya. Pada setiap distribusi yang terpilih tentunya memiliki beberapa parameter yang diperlukan guna menentukan nilai *mean time to failure* (MTTF) dari setiap komponen kritis berdasarkan formula dari setiap distribusi terpilih.

Setelah nilai *lifetime prediction* dianalisa maka dapat disusun tabel *periodic maintenance* komponen kritis agar mengurangi *downtime* unit. Tabel *periodic maintenance* disesuaikan dengan jadwal *scheduled maintenance* yaitu PS (*Periodical Service*) setiap HM (*Hour Meter*). Dengan menyusun tabel *periodic maintenance* tersebut diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi karena unit *Dump Truck* dapat dikurangi waktu *downtime*-nya.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam menyusun *periodic maintenance* diperlukan beberapa data yaitu data performansi komponen *dump truck*, data kerusakan setiap komponen *dump truck*, dan data koponen kritis yang sudah ditentukan menggunakan *critical analysis*. Berikut adalah data-data yang diperlukan:

Tabel 2. Performansi Komponen *Dump Truck*

No.	Lifetime Tiap Komponen					
	Disc Clutch	Seal Dump	Work Lamp	Tube Tyre	Lock Cabin	Hose Chamber
1	1980,45	1100,25	996,35	1053,29	589,857	657,241
2	2045,2	1136,22	1024,02	1076,43	615,429	680,348
3	2123,71	1179,84	1057,57	1086,4	615,5	708,309
4	2085,65	1158,69	1041,3	1081,5	620,3	694,753
5	2086,96	1159,42	1041,86	1083,4	632,4	698,22

Tabel 3. Data Kerusakan Komponen *Dump Truck*

No	Part	Frekuensi Kerusakan
1	Disc Clutch	96
2	Seal Dump	72
3	Work Lamp	120
4	Tube Tyre	132
5	Lock Cabin	180
6	Hose Chamber	96

Tabel 4. Data Kerusakan Komponen *Dump Truck*

No	Part	Frekuensi Kerusakan	Downtime (Jam)
1	Disc Clutch	96	6
2	Seal Dump	72	5
3	Work Lamp	120	2
4	Tube Tyre	132	1
5	Lock Cabin	180	0,5
6	Hose Chamber	96	0,5

Pemilihan distribusi yang akan digunakan untuk menentukan MTTF dan nilai kehandalan dari sebuah komponen memerlukan nilai *Anderson-Darling* terkecil. Tabel nilai *Anderson-Darling* pada setiap komponen kerusakan *Dump Truck* dengan kapasitas 60 ton dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *Anderson-Darling* Setiap Komponen Kerusakan

No	Part	<i>Anderson-Darling</i>			
		Weibull	Normal	Lognormal	Exponential
1	<i>Disc Clutch</i>	2,070	2,195	2,207	5,687
2	<i>Seal Dump</i>	2,368	2,435	2,443	5,114
3	<i>Work Lamp</i>	2,368	2,435	2,442	5,135
4	<i>Tube Tyre</i>	2,529	2,700	2,706	5,202
5	<i>Lock Cabin</i>	2,456	2,530	2,538	5,126
6	<i>Hose Chamber</i>	2,340	2,417	2,425	5,100

Pemilihan distribusi yang akan digunakan untuk menentukan MTTF dan nilai kehandalan dari sebuah komponen memerlukan nilai *Correlation Coefficient* terbesar. Tabel nilai *Correlation Coefficient* pada setiap komponen kerusakan *Dump Truck* dengan kapasitas 60 ton dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai *Correlation Coefficient* Setiap Komponen Kerusakan

No	Part	Correlation Coefficient			
		Weibull	Normal	Lognormal	Exponential
1	Disc Clutch	0,974	0,943	0,940	*
2	Seal Dump	0,981	0,961	0,958	*
3	Work Lamp	0,981	0,961	0,959	*
4	Tube Tyre	0,929	0,881	0,880	*
5	Lock Cabin	0,954	0,935	0,932	*
6	Hose Chamber	0,986	0,964	0,962	*

Setelah nilai dari *Anderson-Darling* dan *Correlation Coefficient* setiap komponen yang mengalami kerusakan diketahui maka diperlukan nilai *P-Value* untuk mendukung bukti bahwa suatu data mengikuti distribusi tertentu dengan syarat *P-Value* $\geq 0,05$. Nilai *P-Value* masing-masing distribusi pada setiap komponen *Dump Truck* dengan kapasitas 60 ton yang mengalami kerusakan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai *P-Value* Setiap Komponen Kerusakan

No	Part	P-Value			
		Weibull	Normal	Lognormal	Exponential
1	Disc Clutch	>0,250	0,297	0,274	<0,003
2	Seal Dump	>0,250	0,462	0,438	0,003
3	Work Lamp	>0,250	0,462	0,442	0,003
4	Tube Tyre	0,230	0,066	0,063	0,003
5	Lock Cabin	>0,250	0,241	0,225	0,003
6	Hose Chamber	>0,250	0,516	0,496	0,003

Menurut hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* Minitab 19 maka sesuai dengan persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu data harus memiliki nilai *Anderson-Darling* terkecil, nilai *Correlation Coefficient* terbesar, dan nilai *P-Value* $\geq 0,05$ maka hasil distribusi terpilih untuk masing-masing komponen kerusakan pada *Dump Truck* dengan kapasitas 60 ton dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. *Probability Plot* Setiap Komponen Kerusakan

No	Part	AD	CC	P-Value	Distribusi Terpilih
1	Disc Clutch	2,070	0,974	>0,250	Weibull
2	Seal Dump	2,368	0,981	>0,250	Weibull
3	Work Lamp	2,368	0,981	>0,250	Weibull
4	Tube Tyre	2,529	0,929	0,230	Weibull
5	Lock Cabin	2,456	0,954	>0,250	Weibull
6	Hose Chamber	2,340	0,986	>0,250	Weibull

Setelah *probability plot* untuk masing-masing komponen telah ditetapkan kemudian langkah berikutnya adalah menghitung *MTTF* dari setiap komponen yang mengalami kerusakan untuk mengetahui nilai rata-rata waktu kerusakan dari distribusi kerusakannya. Perhitungan *MTTF* dilakukan dengan menggunakan bantuan dari *software* Minitab 19 dengan dua distribusi terpilih, yaitu Distribusi *Weibull*. Perhitungan *MTTF* untuk data komponen kerusakan yang menggunakan Distribusi *Weibull* sebagai disribusi terpilih dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan MTTF Weibull Menggunakan Minitab 19

No	Part	Shape Parameters (β)	Scale Parameters (θ)	$(1+\frac{1}{\beta})$	Gamma ($r(1+\frac{1}{\beta})$)	MTTF
1	Disc Cluth	61,52286	2.092,44464	1,016254121	0,990875342	2.073,35180
2	Seal Dump	54,78816	1.159,23490	1,018252119	0,989788674	1.147,39757
3	Work Lamp	64,09245	1.041,74226	1,015602462	0,991231398	1.032,60764
4	Tube Tyre	149,04052	1.081,16799	1,006709585	0,996171376	1.077,02860
5	Lock Cabin	56,49175	620,98552	1,0177017	0,990087284	614,82987
6	Hose Chamber	51,52600	695,78126	1,019407678	0,989163623	688,24151

Penentuan jangka waktu periodic maintenance dapat dilakukan berdasarkan interval waktu dan lamanya jam kerja mesin. Jadwal periodic maintenance untuk masing-masing komponen pada dump truck dengan kapasitas 60 ton dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Jadwal *Periodic Maintenance* Komponen Berdasarkan MTTF

No	Part	MTTF	Interval Pergantian
1	Disc Cluth	2.073,35180	2000
2	Seal Dump	1.147,39757	1000
3	Work Lamp	1.032,60764	1000
4	Tube Tyre	1.077,02860	1000
5	Lock Cabin	614,82987	500
6	Hose Chamber	688,24151	500

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini berhasil disusun jadwal *periodic maintenance* setelah melakukan perhitungan Nilai *Anderson-Darling*, Nilai *Correlation Coefficient*, Nilai *P-Value*, *Probability Plot*, dan Perhitungan MTTF dari setiap komponen *dump truck*. Berdasarkan nilai MTTF setiap komponen maka dapat disusun jadwal *periodic maintenance* setiap komponen. Pada interval 2000 HM adalah *Disc Cluth*. Pada interval 1000 HM adalah *Seal Dump*, *Work Lamp* dan *Tube Tyre*. Pada interval 500 HM adalah *Lock Cabin* dan *Hose Chamber*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Basuki, W., Oktavia, M., & Elfistoni, A. (2020). Perhitungan Kebutuhan Unit Dump Truck Berdasarkan Match Factor dan Teori Antrian pada Penambangan Batubara di PT. Kamalindo Sompurna Kecamatan Pelawan Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Jurnal Mine Magazine*, 1(2).
- [2] Sarmidi, S., Nuryanneti, I., & Prayoga, R. D. (2023). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Volvo 480 dan Alat Angkut Dump Truck Volvo 400 Pada Penambangan Batubara Di PIT 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, 1(2), 53-60.
- [3] Rosa, Y. (2012). "Perencanaan dan Penerapan Preventive Maintenance Peralatan Laboratorium". *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 2, No. 2, pp. 106-119.
- [4] Kececioglu, D. (2002). *Reliability engineering handbook* (Vol. 1). DEStech Publications, Inc.
- [5] Ebeling, C. E. (1997). "An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering". New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- [6] Haq, M. I., & Riandadari, D. (2019). "Penentuan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Komponen Mesin Callender Di PT. Karet Ngagel Surabaya Wira Jatim". *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 9(1).
- [7] Hidayat, R., Ansori, N., & Imron, A. (2010). "Perencanaan Kegiatan Maintenance dengan Metode Reability Centered Maintenance II". *MAKARA TEKNOLOGI*, Vol. 14, No. 1, pp. 7-14.86
- [8] Anggraeni, N. D., & Nurhadi, I. (2013). "Analisis Reliability untuk Menentukan Mean Time Between Failure (MTBF) Studi kasus Pulverizer pada Sebuah PLTU". *Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri*, 128.
- [9] Adigama, A. S., et. al. (2019). "Reliability Analysis and Critical Part Lifetime Prediction of Heavy Duty Articulated Dump Truck on Coal Mining Industry". *AIP Conference Proceedings*, Vol. 2097, No. 1, pp. 030088.
- [10] Kurnia, L. (2016). "Pengembangan Bahan Ajar Menggunakan Software Minitab pada Mata Kuliah Statistika Dasar". *Diss. Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri Batusangkar*.