

**ANALISIS KEANDALAN MESIN *SANDBLASTING*
MENGUNAKAN *RELIABILITY BLOCK DIAGRAM* (RBD)
DI PT. KOPNAS PB 139 BINJAI**

SKRIPSI

**Oleh :
ADE SYAHPUTRA
168150014**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)17/12/21

**ANALISIS KEANDALAN MESIN *SANDBLASTING*
MENGUNAKAN *RELIABILITY BLOCK DIAGRAM* (RBD)
DI PT. KOPNAS PB 139 BINJAI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Oleh :
ADE SYAHPUTRA
168150014

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 17/12/21

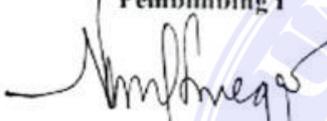
Access From (repository.uma.ac.id)17/12/21

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis keandalan mesin *sandblasting* menggunakan
Reliability Block Diagram (RBD) di PT. Kopnas PB 139
binjai
Nama : Ade Syahputra
NPM : 168150014
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri

Di setuju Oleh
Komisi Pembimbing

Pembimbing I


Ir. Hj. Ninny Siregar, MSi.
NIDN : 0127046201

Pembimbing II


Sutrisno, ST, MT.
NIDN : 0102027302

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. Dita Maizana, MT.
NIDN : 0112096601

Ketua Program Studi


Yudi Baeng Polewangi, ST, MT.
NIDN : 0112118503

Tanggal Lulus : 08 Juli 2021

iii

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ADE SYAHPUTRA

NPM : 168150014

Prodi : Teknik Industri

Judul Skripsi : Analisis keandalan mesin *sandblasting* menggunakan *Reliability Block Diagram* (RBD) di PT. Kopnas PB 139 binjai

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Benar skripsi ini adalah karya sendiri, bukan dikerjakan atau dibuat oleh orang lain.
2. Saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya.
3. Semua kutipan dan rujukan yang ada dalam skripsi saya merupakan kutipan dan rujukan resmi dari sumbernya.

Jika dikemudian hari diketahui bahwa saya telah melakukan plagiarisme dalam penulisan skripsi ini maka saya bersedia dikenakan sanksi yang berlaku berupa pelepasan gelar dan tidak diakui sebagai alumni dari Universitas Medan Area.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Binjai, 19 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan



ADE SYAHPUTRA
168150014

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai aktivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : ADE SYAHPUTRA
NPM : 168150014
Prodi : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hal Bebas Royalty Non Eksklusif** (*Non Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul “Analisis keandalan mesin sandblasting menggunakan *Reliability Block Diagram* (RBD) di PT. Kopnas PB 139 binjai”. Dengan Hal Bebas *Royalty Non Eksklusif* ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : 19 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan

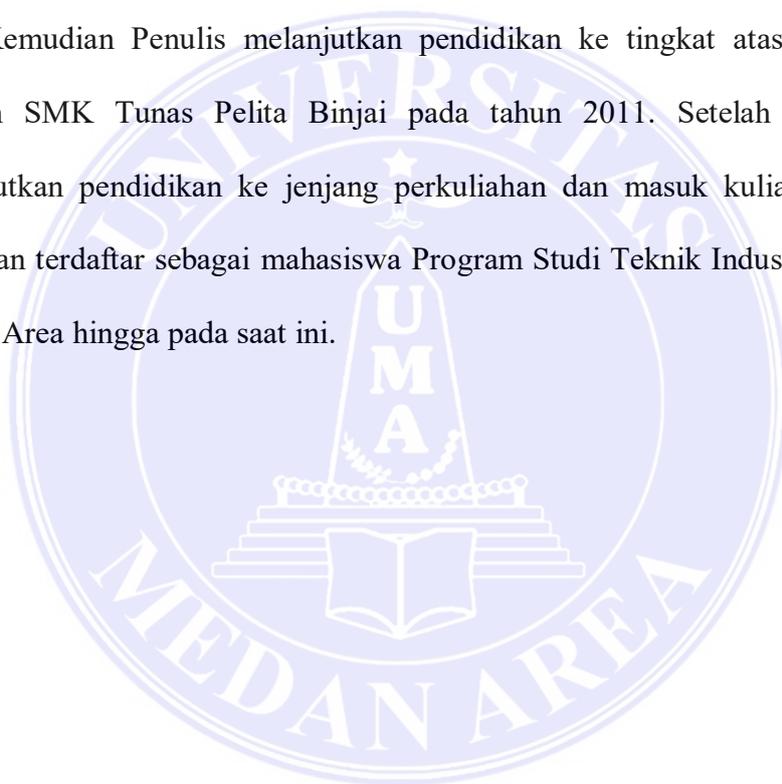


(ADE SYAHPUTRA)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sei Semayang Pada Tanggal 11 Oktober 1993 dari ayah Abu Bakar dan ibu Yatini. Penulis merupakan putra keempat dari enam bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan pertama di SD Islamiyah Deli Serdang Tahun 2005, kemudian dilanjutkan ke tingkat menengah dan lulus di sekolah MTs Al-Washliyah Binjai pada Tahun 2008.

Kemudian Penulis melanjutkan pendidikan ke tingkat atas dan lulus di sekolah SMK Tunas Pelita Binjai pada tahun 2011. Setelah lulus penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang perkuliahan dan masuk kuliah pada tahun 2016 dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area hingga pada saat ini.



ABSTRAK

Ade Syahputra (168150014). Analisis Keandalan Mesin Sandblasting Menggunakan Reliability Block Diagram (RBD) Di PT. KOPNAS PB 139 Binjai. Dibimbing oleh Ir. Hj. Ninny Siregar,M.Si., dan Sutrisno, ST, MT.

Suatu perusahaan di bidang industri manufaktur memerlukan peralatan untuk memenuhi kebutuhan utama, selain itu pemilihan mesin dan alat juga ditentukan oleh jumlah, bentuk dan ukuran benda kerja yaitu sebuah mesin *Sandblasting*. Penelitian ini bertujuan untuk ingin mengetahui nilai keandalan mesin *sandblasting* yang disebabkan oleh kerusakan mesin dan untuk mengetahui pemeliharaan (perawatan) yang tepat pada mesin *sandblasting* sehingga diperoleh jam oprasional yang optimal. Metode yang digunakan untuk mengukur keandalan mesin *sandblasting* adalah menggunakan metode *Reliability Block Diagram* (RBD) yaitu suatu metode yang berfungsi untuk menganalisis keandalan komponen berkontribusi terhadap keberhasilan atau kegagalan sistem yang kompleks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perhitungan nilai MTBF pada komponen sebesar 44 jam sampai dengan 1464 jam dan hasil nilai *Failure* (laju kegagalan) pada komponen sebesar 0,000683 sampai dengan 0,02459. Dari proses perhitungan dengan menggunakan *Reliability block diagram* (RBD) maka didapatlah nilai pada keandalan system mesin *sandblasting* adalah 94 %, apabila mesin digunakan pada 8 jam kerja, 73 % apabila mesin digunakan pada 44 jam kerja, 40 % apabila mesin digunakan 127 jam kerja, 16% apabila mesin digunakan 253 jam kerja, 2 % apabila mesin digunakan 504 jam, dan mengalami penurunan drastis pada 1% apabila mesin digunakan 672 jam kerja. Dari hasil pada perhitungan keandalan dapat ditarik kesimpulan semakin tingginya jam operasi pada mesin maka akan mengakibatkan penurunan pada nilai keandalan dari pada mesin tersebut, maka dari itu perlu dilakukan perawatan terjadwal pada mesin untuk menjaga kestabilan mesin.

Kata Kunci: Mesin Sandblasting, Perawatan, Keandalan, RBD, Laju Kegagalan

ABSTRACT

Ade Syahputra. 168150014. "The Analysis of Sandblasting Machine Reliability Using Reliability Block Diagram (RBD) at PT. KOPNAS PB 139 Binjai". Supervised by Ir. Hj. Ninny Siregar , M.Si. and Sutrisno, S.T., M.T.

Sandblasting is a surface cleaning process by shooting particles (sand) into a materials such as rust, paint, salt, and oil. In addition, it also aims to make a profile (roughness) on the metal surface so that the paint is more viscous. In the finishing process, it is not allowed to change the basic shape of the workpiece. This study aimed to determine the reliability value of the sandblasting machine caused by machine failure and to determine the proper maintenance of the sandblasting machine to obtain optimal operating hours. The method used to measure the reliability of a sandblasting machine was the Reliability Block Diagram (RBD), a method that functioned to analyse the reliability of component contributing to the complex systems' success or failure. The result showed that the calculation of MTBT value on the components was 44 hours to 1464 hours and Failure value on the component was 0.000683 to 0.2459. From calculation process using Reliability Block Diagram (RBD), it could score on machine system reliability of sandblasting which was 94% if machine is used on 8 working hours, 73% if machine was used on 44 working hours, 40% if the machine was used on 127 working hours, 16% if machine was used on 253 working hours, 2% if machine was used 504 working hours and drastic decrease on 1% if the machine was used 672 working hours. From the result of reliability calculation, it could be concluded that the higher operational hours on machine, it could cause the decrease on reliability value on the machine. That was why it needed the scheduled maintenance on the machine to maintain machine stability.

Keywords: Sandblasting Machine, Maintenance, Reliability, RBD, Failure Rate.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberi saya kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi di PT. Kopnas PB 139 Binjai dengan baik. Tanpa pertolongan-Nya tentu saya tidak akan sanggup menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa'atnya di akhir nanti.

Penulisan ini adalah syarat untuk mahasiswa dalam menyelesaikan studinya di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area. Pada saat penyelesaian skripsi ini, penulis telah banyak memperoleh bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, MSc., Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Dr. Ir. Dina Maizana, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Yudi Daeng Polewangi, ST, MT., selaku Sekretaris sekaligus Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Hj. Ninny Siregar, M.Si., selaku Pembimbing I.
5. Bapak Sutrisno, ST, MT., selaku Pembimbing II.
6. Seluruh dosen Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Seluruh Staff pada bagian Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Medan

8. Bapak Hendra, selaku Manager pada PT. KOPNAS PB 139 Binjai
9. Kepada orang tua tercinta penulis ayahanda bapak tercinta Abubakar dan Ibu tercinta Yatini, yang telah memberi dukungan baik secara moril maupun materil dan do'a yang tidak henti-henti.
10. Kepada Abang tersayang Agus Syahputra, beserta istri dan adek tercinta Widi Astuti dan Riska Mardiah, yang sudah banyak membantu, memberikan nasehat, semangat dan motivasi untuk penulis.
11. Terimakasih kepada Wulandari yang sudah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi.
12. Terimakasih kepada Rich A. Simamora, Ikhsan Rahmat Kusuma, ST, Riva Suyanto, Riki Ramadhani, dan teman-teman Teknik Industri UMA Stambuk 2016 yang sudah banyak membantu dan memberikan semangat dan motivasi untuk penulis.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak mampu penulis sebutkan satu persatu, semoga Allah SWT memberi perlindungan, kesehatan, taufik dan hidayah-Nya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk penyempurnaan penulisan di masa mendatang.

Medan, 08 Juli 2021



(Ade Syahputra)

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|----------------|
| ABSTRAK | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 4 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.4 Manfaat Penelitian | 5 |
| 1.5 Batasan Masalah | 5 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1 Sistem Produksi | 8 |
| 2.2 Mesin <i>Sandblasting</i> | 9 |
| 2.3 Cara Kerja Mesin <i>Sandblasting</i> | 10 |
| 2.4 Jenis–Jenis Pemeliharaan | 11 |
| 2.5 Teori Keandalan (Reliability)..... | 13 |
| 2.5.1 Definisi Keandalan..... | 13 |
| 2.5.2 Failure Rate..... | 15 |
| 2.6 Reliability Block Diagram (RBD) | 18 |
| 2.7 Distribusi Laju Kegagalan | 22 |
| 2.7.1 Distribusi Normal..... | 22 |
| 2.7.2 Distribusi Lognormal | 23 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 2.7.3 | Distribusi Weibull | 24 |
| 2.7.4 | Distribusi Eksponensial | 25 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 26 |
| 3.1 | Lokasi dan Waktu Penelitian | 26 |
| 3.2 | Sumber Data dan Jenis Penelitian | 26 |
| 3.2.1 | Sumber Data | 26 |
| 3.2.2 | Jenis Penelitian | 27 |
| 3.3 | Variabel Penelitian | 27 |
| 3.4 | Kerangka Berpikir | 28 |
| 3.5 | Teknik Pengumpulan Data | 30 |
| 3.6 | Teknik Pengolahan Data | 31 |
| 3.7 | Metode Penelitian | 32 |
| BAB IV METODOLOGI PENELITIAN | | 34 |
| 4.1 | Pengumpulan Data | 34 |
| 4.2 | Komponen Yang Mengalami Kerusakan Pada <i>Sandblasting</i> | 36 |
| 4.3 | MTBF (Mean Time Between Failure) | 41 |
| 4.4 | Failure Rate | 43 |
| 4.5 | Rekapitulasi Hasil Distribusi | 43 |
| 4.6 | Reliability Pada Komponen <i>Sandblasting</i> | 48 |
| 4.7 | Reliability pada System <i>Sandblasting</i> | 54 |
| 4.8 | Usulan Pemeliharaan Pada Mesin <i>Sandblasting</i> Sebagai Perawatan Terjadwal | 61 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 63 |
| 5.1 | Kesimpulan | 63 |
| 5.2 | Saran | 64 |

DAFTAR PUSTAKA 65



DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|----------------|
| Tabel 1.1 Total <i>Downtime</i> Operasi <i>Sandblasting</i> | 2 |
| Tabel 1.2 Komponen Mesin Yang Mengalami Kerusakan | 3 |
| Tabel 4.1 Data Operasi <i>Sandblasting</i> | 34 |
| Tabel 4.2 Total <i>Downtime</i> Operasi <i>Sandblasting</i> | 35 |
| Tabel 4.3 Jumlah Kegagalan Komponen Mesin <i>Sandblasting</i> | 35 |
| Tabel 4.4 Rekapitulasi Distribusi Laju Kegagalan untuk Distribusi Normal | 44 |
| Tabel 4.5 Rekapitulasi untuk Distribusi Eksponensial | 45 |
| Tabel 4.6 Rekapitulasi untuk Distribusi Lognormal | 46 |
| Tabel 4.7 Rekapitulasi untuk Distribusi Weibull | 47 |
| Tabel 4.8 <i>Reliability</i> pipa saluran pasir besi | 49 |
| Tabel 4.9 <i>Reliability Packing</i> rotor | 50 |
| Tabel 4.10 <i>Reliability</i> Bearing | 51 |
| Tabel 4.11 <i>Reliability Rumah Rotor</i> | 52 |
| Tabel 4.12 <i>Reliability</i> V-Belt | 53 |
| Tabel 4.13 <i>Reliability</i> motor listrik | 54 |
| Tabel 4.14 Kegagalan Pada Komponen <i>Sandblasting</i> | 55 |
| Tabel 4.15 <i>Reliability</i> System <i>Sandblasting</i> | 56 |
| Tabel 4.16 <i>Reliability</i> System | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|----------------|
| Gambar 2.1 Ilustrasi <i>Sandblasting</i> | 10 |
| Gambar 2.2 Diagram Alir Dari Pembagian Pemeliharaan | 13 |
| Gambar 2.3 <i>Bathub Curve</i> Laju Kerusakan (<i>Failure Rate</i>) | 16 |
| Gambar 2.4 Rangkaian Sistem Seri | 19 |
| Gambar 2.5 Rangkaian Sistem Paralel..... | 20 |
| Gambar 2.6 Pengaruh Standar Deviasi σ Dalam Kumulatif Distribusi Normal .. | 23 |
| Gambar 2.7 Pengaruh Bentuk Parameter s Kumulatif Distribusi Lognormal..... | 23 |
| Gambar 2.8 Pengaruh dari β (<i>a</i>) Dalam PDF Weibull; (<i>b</i>) Keandalan Weibull .. | 25 |
| Gambar 2.9 Fungsi Keandalan Exponensial | 25 |
| Gambar 3.1 Kerangka Berpikir | 28 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian | 33 |
| Gambar 4.1 Pipa Saluran Pasir Besi | 36 |
| Gambar 4.2 <i>Packing Rotor</i> | 37 |
| Gambar 4.3 <i>Beating</i> | 37 |
| Gambar 4.4 Dinding Rumah Rotor..... | 39 |
| Gambar 4.5 <i>V-Belt</i> | 40 |
| Gambar 4.6 Motor Listrik | 41 |
| Gambar 4.7 Grafik <i>Reliability</i> Komponen Pipa Saluran Pasir Besi | 49 |
| Gambar 4.8 Grafik <i>Reliability</i> Komponen <i>Packing Rotor</i> | 50 |
| Gambar 4.9 Grafik <i>Reliability</i> Bearing | 51 |
| Gambar 4.10 Grafik <i>Reliability</i> Rumah Rotor | 52 |
| Gambar 4.11 Grafik <i>Reliability</i> V-Belt..... | 53 |
| Gambar 4.12 Grafik <i>Reliability</i> Motor Listrik..... | 54 |
| Gambar 4.13 Grafik <i>Reliability</i> Sistem Sandblasting..... | 56 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Suatu perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur akan sangat memerlukan peralatan untuk memenuhi kebutuhan utama, dimana terdapat beberapa bidang yang salah satunya adalah bagian *finishing*. Pemilihan mesin dan alat yang sesuai akan sangat membantu perusahaan demi kemudahan, pemotongan biaya, dan kecepatan dalam pengerjaan. Selain itu pemilihan mesin dan alat juga ditentukan oleh jumlah, bentuk dan ukuran benda kerja.

Sandblasting adalah suatu proses pembersihan permukaan dengan cara menembakan partikel (pasir) ke suatu permukaan material sehingga menimbulkan gesekan/tumbukan dengan tujuan untuk menghilangkan material-material kontaminasi seperti karat, cat, garam, dan oli. Selain itu juga bertujuan untuk membuat profile (kekasaran) pada permukaan metal sehingga cat lebih melekat.

Pada proses *finishing*, benda kerja umumnya sudah terbentuk sesuai dengan ukurannya, dan dalam proses *finishing* tidak boleh merubah bentuk dasar dari benda kerja. Berhubungan dengan hal tersebut proses "*Sandblasting*" sangat sesuai karena dengan proses ini benda kerja dengan ukuran yang kecil dan rumit akan sangat menjadi mudah dan cepat.

Cara *finishing* yang terbaik untuk mengerjakan suatu benda kerja memerlukan pengetahuan yang mendasar mengenai berbagai kemungkinan cara pengerjaan. Namun pada umumnya ada satu cara yang paling mudah, murah, dan tepat. Dalam pengerjaan *finishing* benda kerja tersebut diatas selalu akan

dilakukan pengecatan dengan tujuan estetika, dan secara pengetahuan teknik untuk menghindari korosi sebagai akibat kontak benda dengan lingkungan.

PT. Kopnas PB 139 Binjai adalah perusahaan yang bergerak di bidang reparasi tabung LPG 3 Kg. PT. Kopnas PB 139 Binjai memiliki 1 Mesin *sandblasting*. Mesin *sandblasting* milik PT. Kopnas PB 139 Binjai mengalami kendala dalam proses *finishing* tabung gas LPG.

Perawatan pada mesin *sandblasting* mengenai pembersihan (*cleaning*) dan perawatan *preventive maintenance* tidak dilakukan secara teratur dan terjadwal. Maka perlunya ada tindakan pada mesin *sandblasting* untuk meningkatkan efektivitas pada mesin tersebut, dalam prosesnya tidak akan lepas dari suatu masalah yang berkaitan pada efisiensi dan efektivitas mesin *sandblasting* untuk mengurangi terjadinya kerusakan dan mencegah terjadinya gangguan sekecil mungkin, sehingga kegiatan produksi akan tetap berjalan dan tidak terhenti.

Tabel 1.1. Total Downtime Operasi Sandblasting

| Priode | Total downtime Operasi Mesin Sandblasting (Jam) |
|----------------|---|
| Juni 2019 | 83 |
| Juli 2019 | 91.5 |
| Agustus 2019 | 88 |
| September 2019 | 87 |
| Oktober 2019 | 82 |
| November 2019 | 89.5 |
| Desember 2019 | 86 |
| Januari 2020 | 83 |
| Februari 2020 | 78 |
| Maret 2020 | 93 |
| April 2020 | 73 |
| Mei 2020 | 98 |
| Total | 1032 |

Sumber : PT. Kopnas PB 139

Berikut adalah komponen mesin *sandblasting* yang digunakan pada PT.

Kopnas PB 139 yaitu :

Tabel 1.2 Komponen Mesin Yang Mengalami Kerusakan

| No | Komponen | Jumlah Kegagalan |
|----|-------------------------|------------------|
| 1 | Pipa saluran pasir besi | 2 |
| 2 | Packing rotor | 2 |
| 3 | Bearing | 6 |
| 4 | Dinding rumah rotor | 2 |
| 5 | <i>V-Belt</i> | 3 |
| 6 | Dinamo | 1 |

Sumber : PT. Kopnas PB 139

Dari Tabel 1.2 komponen yang mengalami kerusakan pada mesin *sandblasting* milik PT. Kopnas PB 139 terdapat kebocoran pada saluran pasir besi, kebocoran pada *packing* rotor, *bearing*, rusaknya dinding rumah rotor, *bealting*, dinamo. Maka dari itu apabila banyak terjadinya kebocoran pada komponen yang ada pada mesin *sandblasting* milik PT. Kopnas PB 139 Binjai sangat berpengaruh pada produktivitas dan kualitas untuk membersihkan sisa karat, cat, garam, dan oli.

Apabila komponen mesin mengalami kebocoran pada mesin tersebut maka tekanan yang dihasilkan oleh mesin *sandblasting* dan tingkat keandalan mesin menurun.

Apabila ini terus dibiarkan maka akan menurunnya produktivitas pada perusahaan tersebut. Gejala yang dialami oleh mesin *sandblasting* pada PT. Kopnas PB 139 Binjai atas terjadinya kebocoran dan kerusakan pada komponen

mesin tersebut, akan mengurangi kualitas hasil dalam membersihkan sisa karat, cat, garam dan oli. Maka sisa karat dan cat akan sulit dipisahkan dari tabung gas LPG apabila mesin *sandblasting* tidak bekerja dengan maksimal dikarenakan banyak komponen yang mengalami kerusakan pada mesin *sandblasting* tersebut. Dan juga pada perawatan mesin *sandblasting* tersebut, apabila perawatan mesin tersebut tidak dijalankan maka mesin mengalami penurunan dalam kinerja mesin. Maka dapat juga mengakibatkan kerusakan pada komponen mesin. Oleh sebab itu, peran operator dalam menjalankan mesin *sandblasting* sangat penting untuk meningkatkan keandalan mesin tersebut.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lukmandani, dkk (2011) di PT. Krakatau Steel, dinilai mampu mengatasi permasalahan yang sama. Dengan mengetahui penyebab menurunnya keandalan mesin maka perusahaan dapat memperbaiki penjadwalan mesin dengan standart yang ditetapkan.

Oleh sebab itu penulis merasa penting mengangkat masalah mengenai analisa keandalan mesin *sandblasting*, karena keandalan mesin merupakan salah satu hasil produk yang baik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan penulis, maka perumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kerusakan mesin terhadap nilai keandalan mesin sandblasting dengan menggunakan metode Reliability Block Diagram (RBD)?
2. Bagaimana pemeliharaan (perawatan) mesin sandblasting yang tepat sehingga diperoleh jam operasional yang optimal?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ingin mengetahui nilai keandalan mesin Sandblasting yang disebabkan oleh kerusakan mesin.
2. Ingin mengetahui pemeliharaan (perawatan) yang tepat pada mesin sandblasting sehingga diperoleh jam operasional yang optimal.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang terkait dengan masalah yang diuji dalam penelitian ini. Adapun pihak-pihak yang dapat mengambil manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini sangat dapat diharapkan menjadi suatu sumbangan kepada perusahaan, dan dapat diaplikasikan perencanaan pemeliharaan pada mesin *sandblasting*.
2. Sebagai suatu bahan untuk merancang pada sistem *Maintenance Management* dalam mesin *sandblasting*.
3. Data awal agar dapat menjaga kestabilan pada mesin *sandblasting*.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Data yang akan dianalisis untuk melakukan perhitungan yaitu pada data jam kerja mesin, dan data kerusakan pada komponen mesin pada tahun 2019 - 2020 (Juni – Mei).
2. Penelitian ini dilakukan pada PT. Kopnas PB 139 Binjai.
3. Pengolahan data menggunakan *Reliability Block Diagram* (RBD).

4. Penelitian ini hanya menghitung keandalan mesin *sandblasting*.
5. Hasil pada penelitian ini hanya merupakan simulasi, tidak pada tahap penerapan pada perusahaan.

Asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Pada proses produksi berjalan secara normal atau sesuai standart selama dalam melakukan penelitian.
- b. Semua data yang telah didapatkan dari perusahaan dianggap valid.

1.6. Sistematika Penulisan

Hasil penelitian ini disusun secara sistematika dalam beberapa bab sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Menguraikan latar belakang yang berisi tentang permasalahan-permasalahan yang terjadi pada perusahaan, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Menguraikan teori-teori yang berhubungan dengan judul penelitian seperti teori sistem produksi, mesin *sandblasting*, teori keandalan, *Reliability block diagram*.

BAB III Metodologi Penelitian

Menguraikan tentang lokasi maupun waktu penelitian, sumber data dan jenis data, jenis penelitian, variabel penelitian dan kerangka berfikir, teknik pengumpulan data, teknik pengolahan data, dan metode penelitian.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Menguraikan hasil dan pembahasan penelitian berupa identifikasi nilai keandalan dengan menggunakan *reliability block diagram* (RBD), pengolahan data dengan metode *reliability block diagram* (RBD).

BAB V Kesimpulan Dan Saran

Menguraikan tentang kesimpulan dari hasil dan pembahasan penelitian di PT. Kopnas PB 139 Binjai serta saran-saran bagi perusahaan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Produksi

Produksi dalam pengertian sederhana adalah keseluruhan proses dan operasi yang dilakukan untuk menghasilkan produk atau jasa. Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi *input* produksi menjadi *output* produksi. Input produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal dan informasi. Sedangkan *output* produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut sampingannya seperti limbah, informasi, dan sebagainya. (Siswoyo, 2017).

Secara umum produksi diartikan sebagai suatu kegiatan atau proses yang menstranformasikan masukan (*input*) menjadi hasil keluaran (*output*). Dalam pengertian yang bersifat umum ini penggunaannya cukup luas, sehingga mencakup keluaran (*output*) yang berupa barang atau jasa. Dalam arti sempit, pengertian produksi hanya dimaksud sebagai kegiatan yang menghasilkan barang, baik barang jadi maupun barang setengah jadi, bahan industri dan suku cadang atau spare parts dan komponen. Hasil produksinya dapat berupa barang-barang konsumsi maupun barang-barang industri. Sistem produksi adalah suatu rangkaian dari beberapa elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang antara satu dengan yang lain untuk mencapai suatu tujuan tertentu (Fahmi, 2014).

Dengan demikian yang dimaksud dengan sistem produksi adalah merupakan suatu gabungan dari beberapa unit atau elemen yang saling berhubungan dan saling menunjang untuk melaksanakan proses produksi dalam

suatu perusahaan tertentu. Menurut definisi di atas produksi meliputi semua aktivitas dan tidak hanya mencakup pengertian yang sangat luas, produksi meliputi semua aktivitas dan tidak hanya mencakup pembuatan barang-barang yang dapat dilihat dengan menggunakan faktor produksi. Faktor produksi yang dimaksud adalah berbagai macam input yang digunakan untuk melakukan proses produksi. Faktor-faktor produksi tersebut dapat diklasifikasi menjadi faktor produksi tenaga kerja, modal, dan bahan mentah. Ketiga faktor produksi tersebut dikombinasikan dalam jumlah dan kualitas tertentu. Aktivitas yang terjadi di dalam proses produksi yang meliputi perubahan-perubahan bentuk, tempat dan waktu penggunaan hasil-hasil produksi.

Sistem produksi merupakan kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasi input produksi menjadi output produksi. Input produksi ini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal dan informasi. Sedangkan output produksi merupakan produk yang dihasilkan berikut sampingannya seperti limbah, informasi, dan sebagainya. (Siswoyo, 2017).

Sub sistem tersebut akan membentuk konfigurasi sistem produksi. Keandalan dari konfigurasi sistem produksi ini akan tergantung dari produk yang dihasilkan serta bagaimana cara menghasilkannya (proses produksinya). Cara menghasilkan produk tersebut dapat berupa jenis proses produksi menurut cara menghasilkan produk, operasi dari pembuatan produk dan variasi dari produk yang dihasilkan.

2.2. Mesin Sandblasting (Mesin Pengupas)

Mesin *sandblasting* adalah mesin pembersih yang dapat membersihkan sisa karat, debu cat dan kotoran yang menempel pada tabung gas LPG, dengan cara menembak atau menyemprotkan partikel (pasir) dengan tekanan tinggi ke suatu permukaan material sehingga menimbulkan gesekan atau tumbukan yang bertujuan untuk membentuk kekasaran pada permukaan material untuk proses berikutnya, tingkat kekasaran dapat disesuaikan dengan ukuran pasirnya. Oleh karena itu alat ini disebut sebagai (*sand* = pasir, *blast* = tembak).

2.3. Cara kerja mesin *Sandblasting*

Prinsip utama kerja *Sandblasting* adalah menyemprotkan pasir bertekanan udara tinggi ke permukaan tabung gas LPG agar permukaan menjadi bersih dan siap untuk dicat. Ilustrasi cara kerja sandblasting dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Sumber : (Dokumentasi, 2020)

Gambar 2.1 Ilustrasi *Sandblasting*

secara detail pekerjaan *Sandblasting* dilakukan dengan cara :

1. Membersihkan tabung gas LPG yang akan di *Sandblasting* dengan cara manual, yaitu dengan membersihkan permukaan dengan amplas atau cairan untuk menghilangkan kotoran.

2. Mempersiapkan alat dan bahan seperti kompresor, bak pasir, selang, nosel dan permukaan benda kerja sendiri.
3. Pasir yang telah disiapkan dimasukkan ke dalam bak pasir, pasir harus dalam keadaan kering. Kapasitas pasir yang dimasukkan seharusnya adalah 80% dari volume bak pasir, hal ini bertujuan untuk mengurangi resiko pasir yang terbang akibat tumpah. Untuk pengisian kembali dapat dilakukan setelah volume berkurang hingga 40%.
4. Setelah pasir dimasukkan ke dalam bak pasir maka katup bak pasir dibuka. Katup inilah yang menjadi jalur keluar bak pasir.
5. Menyalakan mesin teroli yang akan memindahkan pasir yang ada di bak penampungan menuju ke jalur keluarnya pasir.
6. Menyalakan mesin penggerak rotor yang bertujuan untuk memberikan tekanan pada jalur keluarnya pasir, Mesin yang digunakan di kebanyakan adalah mesin penggerak listrik yang sumber energinya berasal dari generator listrik.
7. Pasir bertekanan akan keluar melalui nosel. Tekanan pasir pada ujung nosel akan berkurang tergantung panjang selang yang digunakan. Semakin pendek selang maka semakin besar pula tekanannya.
8. Tempat keluarnya jalur pasir tidaklah sembarangan, tidak boleh terlalu dekat atau terlalu jauh dengan tabung gas LPG yang akan dibersihkan.
9. Tabung gas LPG yang telah melalui proses *sandblasting* akan mengikis. Pengikisan ini akan menimbulkan tekstur kasar yang sangat berpengaruh pada hasil pengecatan setelah terjadinya proses *sandblasting*.

2.4. Jenis-Jenis Pemeliharaan

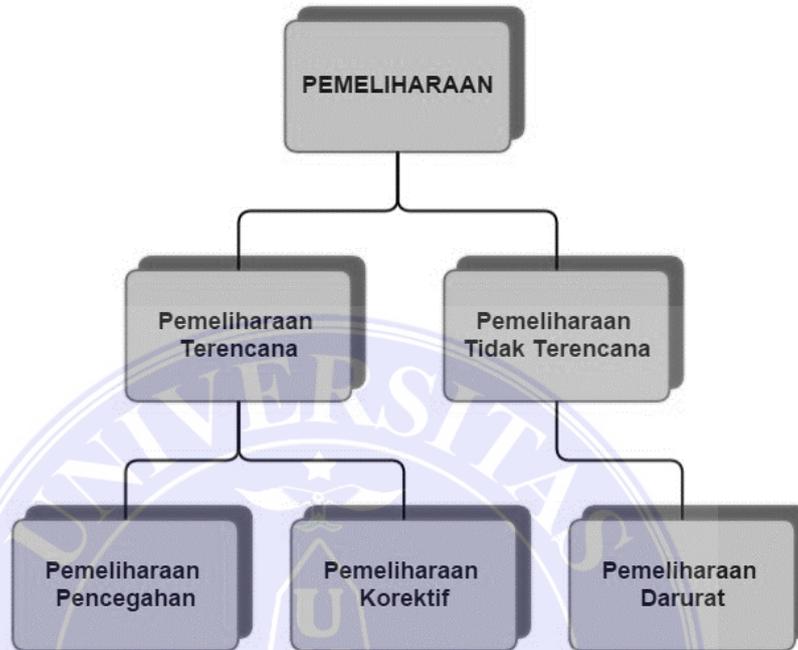
Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia mendefinisikan pemeliharaan (*maintenance*) sebagai penjagaan harta kekayaan, terutama alat produksi agar tahan lama dan tetap dalam kondisi yang baik. Menurut (O'Connor, Patrick D.T., 2001), *maintenance* adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki, melakukan penyesuaian atau penggantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada.

Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan Pekerjaan pemeliharaan dikategorikan dalam 3 (tiga) cara (Ahmadi dan Hidayah, 2017):

1. **Inspeksi**, kegiatan pemeriksaan yang dimaksudkan untuk menentukan kondisi operasi sebuah komponen atau fasilitas baik secara visual atau sebuah pengukuran tertentu.
2. **Perawatan korektif** (*Repair*), kegiatan perawatan yang dilakukan bilasebuah komponen atau fasilitas mengalami kerusakan dan tidak mungkin diganti. Sering pula disebut sebagai perawatan darurat (*emergency maintenance*).
3. **Perawatan Preventif**, kegiatan perawatan yang mencakup inspeksi dan reparasi. Untuk beberapa komponen dan fasilitas dengan pola keausan dan kerusakan yang dapat dideteksi, kegiatan perawatan ini dapat dilaksanakan. Kerusakan yang akan datang dapat diperkirakan sehingga dapat diantisipasi.

Pada umumnya sistem pemeliharaan merupakan metode tak terencana, dimana peralatan yang digunakan dibiarkan atau tanpa disengaja rusak hingga akhirnya, peralatan tersebut akan digunakan kembali maka diperlukannya

perbaikan atau pemeliharaan. Secara skematik dapat dilihat sesuai diagram alir proses suatu perusahaan untuk sistem pemeliharaan dibawah ini.



(Sumber: (Suga Mirza, 2015) Diagram alir Pembagian Pemeliharaan)
Gambar 2.2. Diagram alir dari pembagian pemeliharaan

2.5. Teori Keandalan (*Reliability*)

2.5.1. Definisi Keandalan

Perawatan komponen atau peralatan tidak bisa lepas dari pembahasan mengenai keandalan (*reliability*). Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan sistem perawatan, keandalan juga digunakan untuk menentukan penjadwalan perawatan sendiri. Akhir-akhir ini konsep keandalan digunakan juga pada berbagai industri, misalnya dalam penentuan jumlah suku cadang dalam kegiatan perawatan.

Keandalan atau *reliability* atau dapat didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu komponen/sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang

dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi (Priyanta, 2010).

Ukuran keberhasilan suatu tindakan perawatan (*maintenance*) dapat dinyatakan dengan tingkat *reliability*. Secara umum *reliability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem atau produk dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan. Berdasarkan definisi *reliability* dibagi atas lima komponen pokok, yaitu:

1) Probabilitas

Merupakan komponen pokok pertama, merupakan input numerik bagi pengkajian *reliability* suatu sistem yang juga merupakan indeks kuantitatif untuk menilaikelayakan suatu sistem. Menandakan bahwa *reliability* menyatakan kemungkinan yang bernilai 0-1.

2) Kemampuan yang diharapkan (*Satisfactory Performance*)

Komponen ini memberikan indikasi yang spesifik bahwa kriteria dalam menentukan tingkat kepuasan harus digambarkan dengan jelas. Untuk setiap unit terdapat suatu standar untuk menentukan apa yang dimaksud dengan kemampuan yang diharapkan.

3) Tujuan yang Diinginkan

Tujuan yang diinginkan, dimana kegunaan peralatan harus spesifik. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang konsumen.

4) Waktu (*Time*)

Waktu merupakan bagian yang dihubungkan dengan tingkat penampilan sistem, sehingga dapat menentukan suatu jadwal dalam dalam fungsi *reliability*. Waktu yang dipakai adalah MTBF (*Mean Time Between Failure*) dan MTTF (*Mean Time to Failure*) untuk menentukan waktu kritis dalam pengukuran *reliability*.

5) Kondisi Pengoperasian (*Specified Operating Condition*)

Faktor-faktor lingkungan seperti: getaran (*vibration*), kelembaban (*humidity*), lokasi geografis yang merupakan kondisi tempat berlangsungnya pengoperasian, merupakan hal yang termasuk kedalam komponen ini. Faktor-faktornya tidak hanya dialamatkan untuk kondisi selama periode waktu tertentu ketika sistem atau produk sedang beroperasi, tetapi juga ketika sistem atau produk berada di dalam gudang (*storage*) atau sedang bergerak (*trasformed*) dari satu lokasi ke lokasi yang lain.

2.5.2. *Failure Rate*

Failure rate ($\lambda(t)$) dikenal sebagai nilai resiko atau fungsi nilai kerusakan (kesalahan). Nilai ini memberikan alternatif pemecahan untuk menjelaskan distribusi kerusakan. Menurut (Fajar, 2013) nilai kerusakan dalam beberapa kasus dapat dikategorikan menjadi 3, antara lain :

1. *Increase Failure Rate* (IFR)

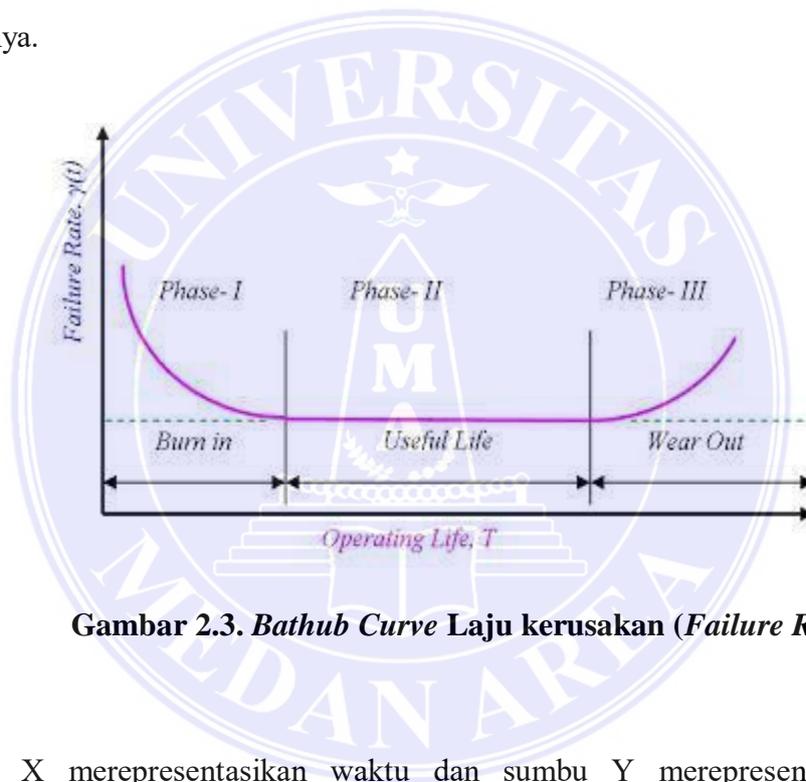
Terjadi bila karakteristik kerusakan meningkat (bertambah), kerusakan akibat korosi, usia, *fatigue*, dan lain – lain.

2. *Decrease Failure Rate* (DFR)

Terjadi jika karakteristik kerusakan menurun (berkurang), kerusakan cacat proses, retak, kontrol kualitas yang buruk dan kemampuan kerja yang buruk.

3. *Constant Failure Rate (CFR)*

Terjadi bila karakteristik kerusakan konstan, misalkan kerusakan akibat *Human error*, dan lingkungan. Dalam jangka waktu pemakaiannya, mesin akan mengalami kerusakan. Baik kerusakan kecil maupun kerusakan berat. Kerusakan itu mengakibatkan menurunnya kinerja mesin tersebut. Kerusakan bukan merupakan fungsi yang tetap. Kerusakan dapat berubah-ubah terhadap waktu. Keandalan (*reliability*) suatu mesin berhubungan dengan laju kerusakan tiap waktunya.



Gambar 2.3. Bathub Curve Laju kerusakan (*Failure Rate*)

Sumbu X merepresentasikan waktu dan sumbu Y merepresentasikan laju kerusakan.

1. *Burn in*

Pada daerah ini, mesin dan komponen-komponen pada mesin baru bekerja pertama kali (keandalannya 100%). Pada kurva tersebut, laju kerusakan menurun dalam jangka waktu tertentu. Kerusakan yang ada biasanya dikarenakan kesalahan manufaktur dan kesalahan dalam memproduksi mesin tersebut.

2. *Useful life*

Pada daerah ini laju kerusakan tergolong konstan. Pada fase ini, mesin bekerja dalam kondisi paling prima. Pada fase ini, persamaan keandalannya adalah

$$R(t) = e^{-(\lambda)t} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

R = keandalan (%)

λ = laju kerusakan

t = waktu

3. *Wear out*

Pada daerah ini, mesin sudah digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama. Akan terjadi beberapa kerusakan di sana sini. Itu yang menyebabkan laju kerusakan meningkat dari waktu ke waktu. Kegunaan dari teori keandalan ini adalah apabila telah diketahui keandalan suatu produk, kita dapat menentukan langkah apa yg harus dilakukan untuk produk tersebut. Misalkan keandalan suatu mesin sudah mencapai 10%, maka sudah saatnya mesin tersebut diganti dengan mesin baru yang memiliki kinerja lebih baik..

Keandalan suatu mesin yang memproduksi suatu produk dapat ditentukan dengan teori keandalan. Teori keandalan menentukan keandalan suatu mesin produksi. Keandalan suatu mesin produksi menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Kualitas produk yang dihasilkan akan memiliki nilai jual yang tinggi. Kualitas yang baik juga akan meningkatkan kepercayaan konsumen akan produk tersebut. Peningkatan nilai jual dari suatu produk tentu saja akan membawa nasib keuangan suatu perusahaan ke arah yang lebih baik.

Kegagalan suatu mesin dapat mengakibatkan banyak hal yang dapat merugikan diri sendiri dan juga perusahaan. Mulai dari kesulitan yang dihadapi para operator mesin dalam pengoperasiannya, timbulnya korban jiwa, dan juga kerugian perusahaan. Di sinilah fungsi teori keandalan yang berguna untuk mendeteksi performa suatu mesin sehingga mesin dapat diantisipasi kegunaannya dan menghasilkan produk yang sesuai sehingga memberikan keuntungan untuk perusahaan yang memproduksi.

2.6. *Reliability Block Diagram (RBD)*

Sebuah diagram keandalan *block* (RBD) adalah metode diagram untuk menunjukkan bagaimana komponen keandalan kontribusi bagi keberhasilan atau kegagalan sistem yang kompleks. RBD juga dikenal sebagai diagram ketergantungan (DD). Sebuah RBD atau DD diambil sebagai rangkaian *block* terhubung dalam konfigurasi paralel atau seri. Setiap *block* merupakan komponen dari sistem dengan tingkat kegagalan. Jalur paralel yang berlebihan, yang berarti bahwa semua jalur paralel harus gagal untuk jaringan paralel untuk gagal.

Sebaliknya, kegagalan sepanjang jalan seri menyebabkan seluruh jalan seri gagal. Sebuah RBD dapat ditarik menggunakan switch di tempat blok, di mana saklar tertutup merupakan komponen kerja dan saklar terbuka merupakan komponen gagal. Jika jalan dapat ditemukan melalui jaringan *switch* dari awal sampai akhir, sistem masih bekerja. Sebuah RBD dapat dikonversi menjadi pohon sukses dengan mengganti jalur seri dengan gerbang AND dan jalur paralel dengan gerbang OR.

Sebuah pohon sukses kemudian dapat dikonversi ke pohon kesalahan dengan menerapkan de teorema Morgan. Dalam rangka untuk mengevaluasi RBD,

ditutup bentuk solusi yang tersedia dalam kasus kemerdekaan statistik antara blok atau komponen. Dalam hal asumsi independensi statistik tidak puas, formalisme spesifik dan alat-alat solusi, seperti dinamis RBD, telah dipertimbangkan.

Sebuah Keandalan *Reliability Block Diagram* (RBD) melakukan kehandalan sistem dan ketersediaan analisis sistem yang besar dan kompleks menggunakan blok diagram untuk menunjukkan hubungan jaringan. Struktur kehandalan blok diagram mendefinisikan interaksi logis dari kegagalan dalam sistem yang diperlukan untuk mempertahankan sistem operasi. Kursus rasional dari RBD berasal dari modemasukan yang terletak di sisi kiri diagram.

Itu node input mengalir ke pengaturan seri atau blok paralel yang menyimpulkan ke node output pada sisi kanan diagram. Diagram hanya harus berisi satu input dan satu output simpul. Sistem RBD terhubung dengan konfigurasi paralel atau seri.

1) Sistem Seri

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan seri, jika komponen-komponen yang ada didalam sistem itu harus bekerja atau berfungsi seluruhnya agar sistem tersebut sukses dalam menjalankan misinya. Atau dengan kata lain bila ada satu komponen saja yang tidak bekerja, maka akan mengakibatkan sistem itu gagal menjalankan fungsinya. Sistem yang mempunyai susunan seri dapat dikategorikan sebagai sistem yang tidak berlebihan (*non-redundant system*).



Sumber : (Akbar, 2017)

Gambar 2.4. Rangkaian Sistem Seri

Sistem berfungsi \approx semua komponen harus berfungsi

Indeks keandalan sistem yang terdiri dari 2 komponen seri adalah :

$$R_s = R_1 \times R_2 \dots\dots\dots(4)$$

Menurut (Arthana, 2007) Jika satu komponen dengan laju kegagalan λ_e dipergunakan untuk mewakili seluruh komponen yang terhubung secara seri, maka:

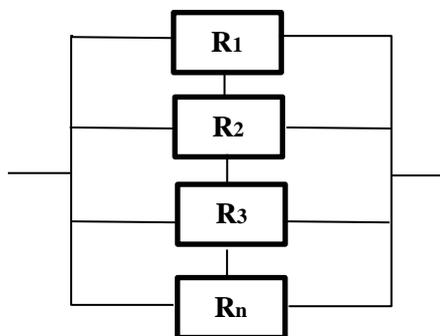
$$\lambda_e = \sum_{i=1}^n \lambda \dots\dots\dots (5)$$

Atau dengan kata lain laju kegagalan sistem yang terdiri dari beberapa komponen seri yang terdistribusi eksponensial adalah penjumlahan dari laju kegagalan masing-masing komponen pendukung di dalam sistem itu sendiri. Untuk sistem yang terdiri dari n komponen yang terdistribusi eksponensial, maka menghitung keandalan sistemnya sebagai berikut:

$$= (\sum \lambda \times t) \dots\dots\dots(6)$$

2. Sistem Pararel

Suatu sistem dapat dimodelkan dengan susunan parallel, jika seluruh komponen-komponen yang ada didalam sistem itu gagal berfungsi maka akan mengakibatkan sistem itu gagal menjalankan fungsinya. Sistem yang memiliki konfigurasi parallel dapat dikategorikan sebagai sistem yang sangat berlebihan (*fully redundant system*).



Sumber : (Akbar, 2017)
Gambar 2.5. Rangkaian Sistem Pararel

$$R_p = [(1 - R_1)X (1 - R_2)X (1 - R_n)] \dots \dots \dots (7)$$

Dimana: R_p = Reliability paralel

Sistem operasional yang sukses membutuhkan setidaknya satu jalur dipertahankan antara sistem input dan sistem output. ekspresi aljabar Boolean digunakan untuk menggambarkan kombinasi minimum kegagalan diperlukan untuk menyebabkan kegagalan sistem. Minimal *cut set* merupakan jumlah minimal dari kegagalan yang dapat menyebabkan sistem gagal.

Mean Time Between Failure (MTBF) menunjukkan waktu rata-rata antara *breakdown* dengan *breakdown* berikutnya, selain itu MTBF dapat didefinisikan sebagai indikator keandalan (*reliability*) sebuah mesin.

Untuk menghitung keandalan maka yang harus dilakukan adalah menghitung MTBF dan *failure rate*, rumus menghitung MTBF adalah sebagai berikut (Gulati, dkk, 2012) :

$$MTBF = \frac{\text{Operating time}}{\text{Failure}} \dots \dots \dots (8)$$

Setelah mendapatkan nilai MTBF maka selanjutnya adalah menghitung laju kegagalan (*failure rate*), adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \dots \dots \dots (9)$$

Untuk menghitung nilai keandalan (*reliability*) setelah didapat nilai MTBF dan *failure rate*.

$$R = e^{-(\lambda x t)} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

R = nilai keandalan

e = konstanta bilangan real (2.7180)

$$\lambda = \text{failure rate}$$

2.7. Distribusi Laju Kegagalan

Laju kegagalan dari suatu komponen pada umumnya dinyatakan dalam distribusi statistik, jenis distribusi statistik yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut:

2.7.1. Distribusi Normal

Distribusi *normal* yang sering disebut juga dengan distribusi gaussian adalah salah satu jenis distribusi yang paling sering digunakan dalam menjelaskan sebaran data. *Probability density function* (PDF) dari distribusi *normal* adalah simetris terhadap nilai rata-rata (*mean*) dan dispersi terhadap nilai rata-ratanya diukur dengan nilai standar deviasi. Dengan kata lain parameter distribusi *normal* adalah *mean* dan standar deviasi. *Probability density function* dari distribusi *normal* dapat ditulis seperti persamaan 2. (Burkardt, 2014).

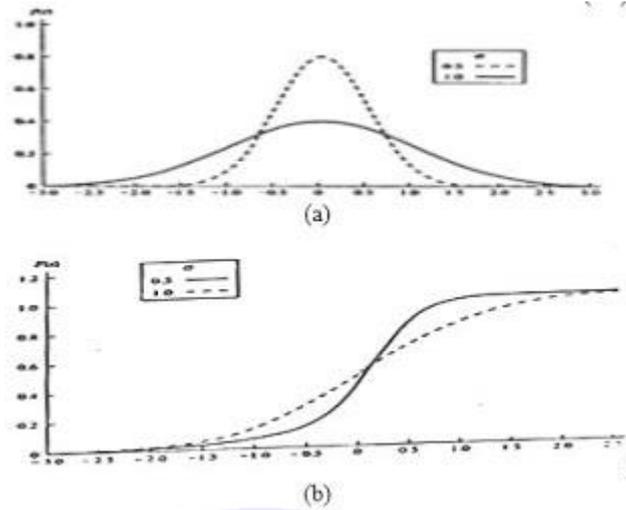
$$f(t) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right]$$

Dengan fungsi keandalan distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - \Phi \left(\frac{t - \mu}{\sigma} \right)$$

Dan laju kegagalan dari distribusi normal adalah

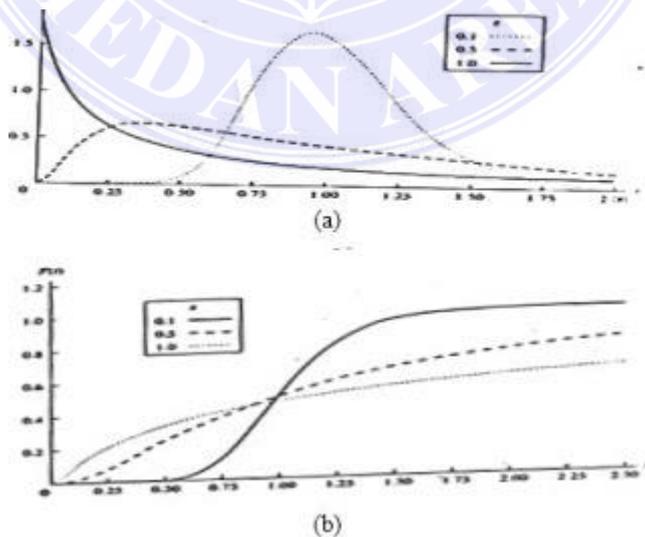
$$\lambda(t) = \frac{\exp[-(t - \mu)^2 / 2\sigma^2]}{\int_t^{\infty} \exp[-(t - \mu)^2 / 2\sigma^2] dt}$$



Gambar 2.6. Pengaruh Standar Deviasi σ Dalam Kumulatif Distribusi Normal (Burkardt, 2014).

2.7.2. Distribusi Lognormal

Karakteristik distribusi *lognormal* mempunyai dua parameter yang pertama parameter lokasi (μ) dan yang kedua parameter skala (σ), sama dengan standar deviasi. Jika distribusi waktu antar kegagalan mengikuti distribusi *lognormal*, maka: (Burkardt, 2014).



Gambar 2.7 Pengaruh Bentuk Parameter s Dalam Fungsi Kumulatif Distribusi Lognormal; $t_{med}=1$ (Burkardt, 2014).

Laju kegagalan distribusi *lognormal* adalah:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

Waktu rata-rata kegagalan distribusi *lognormal* adalah:

$$\text{MTTF} = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right)$$

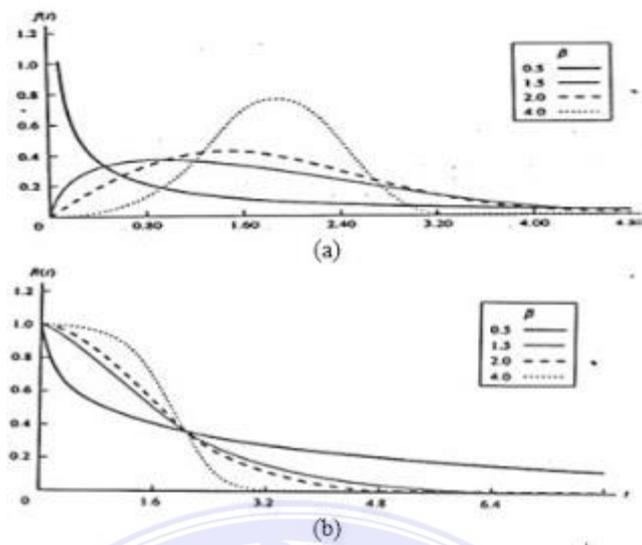
2.7.3. Distribusi Weibull

Distribusi *weibull* telah digunakan secara luas dalam teknik kehandalan. Keuntungan dari distribusi ini adalah bisa digunakan untuk merepresentasikan banyak *probability density function* (PDF) serta bisa digunakan untuk variasi data yang luas. Karakteristik distribusi *weibull*: Mempunyai 2 (h, b) atau 3 (h, b, γ) parameter, nilai h, b, γ dapat diketahui dari *weibull probability paper* atau dari *software*, Saat nilai b = 1 dan $\gamma = 0$ *weibull* akan ekivalen dengan distribusi *eksponensial*, saat nilai b = 3,44 *weibull* akan mendekati distribusi *normal*. Jika distribusi waktu antar kegagalan suatu sistem mengikuti distribusi *weibull*, maka: (Priyanta, 2010).

Fungsi padat peluang *probability density function* (PDF) distribusi *weibull* adalah:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[\frac{t-\gamma}{\eta} \right]^{\beta-1} \exp \left\{ - \left(\frac{t-\gamma}{\eta} \right)^\beta \right\}$$

dapat dilihat pada gambar. 4 (a) dengan beberapa nilai berbeda. *Probability density function* (PDF) untuk $\beta < 1$, memiliki bentuk yang mirip dengan *exponensial*, dan untuk nilai $\beta \geq 3$ memiliki bentuk seperti distribusi *normal*. Ketika $\beta = 1$, $\lambda(t)$ bernilai konstan dan distribusi ini sama dengan distribusi *exponensial* dengan $\lambda = 1/\theta$. (Priyanta, 2010).



Gambar 2.8 Pengaruh dari β (a) Dalam PDF Weibull; (b) Dalam Fungsi Keandalan Weibull. (Priyanta, 2010).

2.7.4. Distribusi Exponensial

Fungsi padat peluang Probability density function (PDF) distribusi eksponensial adalah (Priyanta, 2010).

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

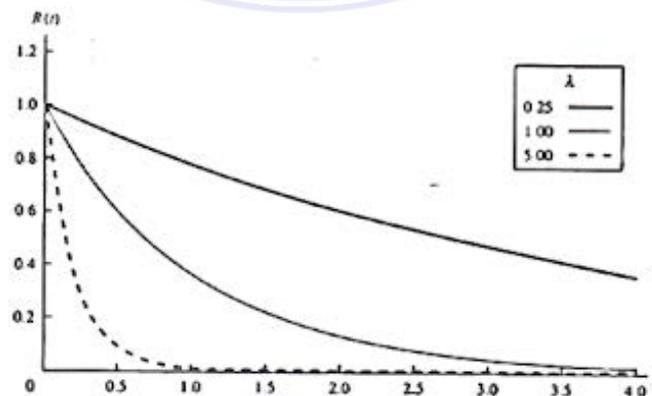
Waktu

rata-rata

kegagalan

distribusi eksponensial adalah

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$



Gambar 2.9. Fungsi Keandalan Exponensial (Priyanta, 2010).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Kopnas PB 139 Binjai yang beralamat di Jl. Perintis Kemerdekaan, Kelurahan Cengkeh Turi, Kota Binjai, Provinsi Sumatera Utara. Dan penelitian dilakukan dalam masa waktu satu bulan.

3.2. Sumber Data dan Jenis Penelitian

Sumber data dalam penelitian adalah subjek dari mana data diperoleh. Apabila peneliti menggunakan kuesioner atau wawancara dalam pengumpulan datanya.

3.2.1. Sumber Data

Menurut (Sugiyono, 2016) jenis data dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

1. Data Primer

Data primer berupa data yang diperoleh langsung dari penelitian perusahaan yaitu berupa data wawancara mengenai permasalahan tentang *sandblasting*. Dan mengamati data mesin dan peralatan yang langsung diamati pada lokasi tersebut, komponen mesin, dan komponen penyusun serta proses produksi yang terdapat pada mesin *sandblasting*.

2. Data Sekunder

Data sekunder data yang berupa data pendukung dari perusahaan berupa gambaran umum perusahaan. Adapun data sekunder yang dapat diperoleh dari

perusahaan ialah, proses produksi, data waktu kerusakan pada komponen mesin, dan data waktu operasi mesin. Pada data waktu kerusakan mesin akan didapat berupa form kerusakanmesin *sandblasting* yang ditulis pada kartu pemeliharaan pada saat pergantian *spare part*.

3.2.2. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif, dimana penelitian kuantitatif adalah jenis penelitian yang memiliki kriteria yang sistematis, berstruktur, dan telah direncanakan dengan jelas sejak penelitian belum dilaksanakan. Dalam pengertian lain, penelitian kuantitatif disebut sebagai penelitian yang menuntut penggunaan angka, mulai dari pengumpulan data, analisis dari data, sampai dengan penyampaian hasil dan kesimpulannya. Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang dilandasi oleh filsafat *positivisme*, yang digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel yang telah ditentukan sebelumnya (Sugiyono, 2016).

3.3. Variabel Penelitian

Mengemukakan bahwa variabel adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulan (Sugiyono, 2016).

Adapun variabel-variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi dan menjadi sebab timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian mesin ini adalah perawatan mesin dan kerusakan komponen mesin.

b. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

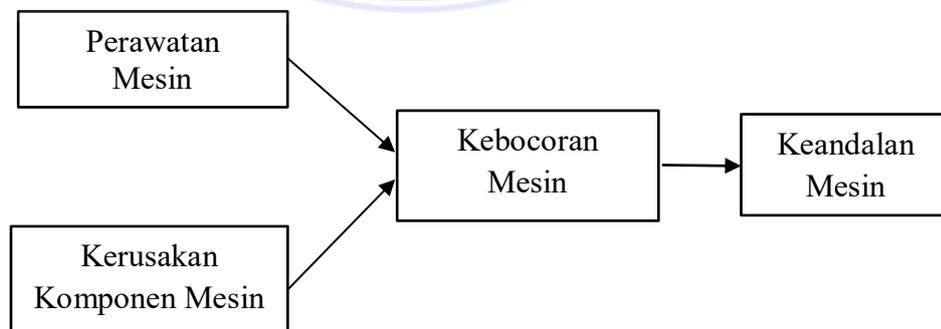
Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah keandalan mesin *sandblasting*.

c. Variabel Intervening (*Intervening Variable*)

Variabel intervening merupakan variabel yang secara teoritis mempengaruhi hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen menjadi hubungan yang tidak langsung dan tidak dapat diamati dan diukur. Variabel intervening dalam penelitian ini adalah kebocoran mesin.

3.4. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir adalah model konseptual tentang bagaimana teori berhubungan dengan beragam faktor yang telah diidentifikasi sebagai hal yang penting. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kerangka berpikir ialah sebuah pemahaman yang melandasi pemahaman-pemahaman yang lainnya, sebuah pemahaman yang paling mendasar dan menjadi pondasi bagi setiap pemikiran atau suatu bentuk proses dari keseluruhan dari penelitian yang akan dilakukan (Sugiyono, 2016), seperti pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Kerangka Berpikir

Perawatan mesin dan kerusakan pada komponen apabila tidak dilakukan perawatan maka akan berdampak pada kebocoran mesin selanjutnya akan berpengaruh pada keandalan mesin. Perawatan mesin menurut teori perawatan mesin merupakan suatu aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas komponen mesin agar tidak terjadinya kerusakan maupun kebocoran pada komponen mesin. (Sudrajat, 2011). Perawatan terjadwal akan berpengaruh pada keandalan mesin, apabila perawatan mesin terjadwal maka keandalan mesin tetap stabil. Menurut teori perawatan mesin merupakan suatu aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas komponen mesin agar tidak terjadinya kerusakan maupun kebocoran pada komponen mesin.

Kebocoran mesin diakibatkan kurangnya perawatan mesin dan akan mengakibatkan keandalan mesin menurun, maka perlunya perawatan mesin agar tetap stabil keandalan mesin. Kerusakan komponen mesin disebabkan karena perawatan tidak terjadwal maka komponen mesin akan mudah mengalami kerusakan dan akan berdampak pada keandalan mesin akan menurun dikarenakan kerusakan komponen mesin. Menurut teori komponen mesin merupakan bagian utama dari mesin. Keandalan mesin disebabkan kerusakan komponen mesin dikarenakan tidak adanya perawatan secara terjadwal maka keandalan mesin menurun dan komponen mesin mengalami kerusakan. Menurut teori keandalan mesin adalah menjamin ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan seoptimal mungkin.

Untuk menghitung pada seluruh komponen yang mengalami kerusakan untuk mengetahui waktu rata-rata pada komponen. Menurut teori MTBF adalah ukuran dasar dari keandalan sistem. MTBF merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh sistem untuk bekerja tanpa mengalami kegagalan dalam periode tertentu (Torrel & Avelar, 2010). Selanjutnya, untuk menghitung laju kegagalan pada komponen yang mengalami kerusakan pada mesin tersebut agar menjadi suatu perbandingan untuk berapa persen tahan suatu komponen. Menurut teori failure adalah banyaknya kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi dari suatu komponen, subsistem atau sistem.

Berdasarkan hal tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa perawatan mesin dan kerusakan komponen mesin apabila tidak dilakukan perawatan maka akan berdampak pada kebocoran mesin sehingga akan berpengaruh pada keandalan mesin. Perawatan terjadwal akan berpengaruh pada keandalan mesin dan akan membuat mesin tetap stabil.

3.5. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini teknik pengumpulan data dalam laporan ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1) Wawancara

Metode ini dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung kepada bagian-bagian yang terkait dengan pihak lain yang berkompeten untuk menanyakan beberapa pertanyaan yang terkait dengan masalah Mengenai mesin *sandblasting*.

2) Pengambilan Data dengan Observasi

Melakukan pengambilan data dengan secara langsung ditempat penelitian kepada para pekerja atau operator yang berada di bagian mesin produksi khususnya pada mesin *sandblasting* pada PT. Kopnas PB 139 Binjai.

3) Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan cara mempelajari buku literatur, laporan-laporan dan hasil penelitian yang telah dilakukan terdahulu yang berhubungan dengan masalah penelitian.

3.6. Teknik Pengolahan Data

Perhitungan data berupa jumlah kegagalan yang terjadi pada komponen, data waktu proses produksi mesin *sandblasting*. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

a. Data Operasi Mesin

Data operasi mesin adalah data yang diperoleh dari total jam pengoperasian mesin *sandblasting* pada setiap bulan operasional mesin. Pada penelitian ini, data operasi mesin diambil dari bulan Juni 2019 sampai dengan Mei 2020.

b. Data *Downtime* Mesin

Data *downtime* mesin adalah data yang diambil dari data total berhentinya mesin pada setiap bulannya.

c. Menghitung MTBF (*Mean Time Between Failure*)

Menghitung nilai MTBF adalah mengetahui hasil nilai dari kerusakan komponen yang terjadi pada mesin dengan total jam operasi mesin dalam setahun operasi.

$$\text{Rumus : } MTBF = \frac{\text{Operation time}}{\text{failure}}$$

d. Menghitung *Failure* (Laju kerusakan pada komponen)

Menghitung nilai *Failure* adalah mengetahui nilai laju kegagalan pada setiap komponen mesin dengan menggunakan hasil nilai perhitungan dari nilai MTBF.

$$\text{Rumus : } \lambda = \frac{1}{MTBF}$$

e. Menghitung *Reliability* pada setiap komponen.

Menghitung *Reliability* adalah mengetahui nilai dari keandalan setiap komponen mesin berdasarkan jam operasi mesin.

$$\text{Rumus: } \mathbf{R} = e^{-(\lambda x t)}$$

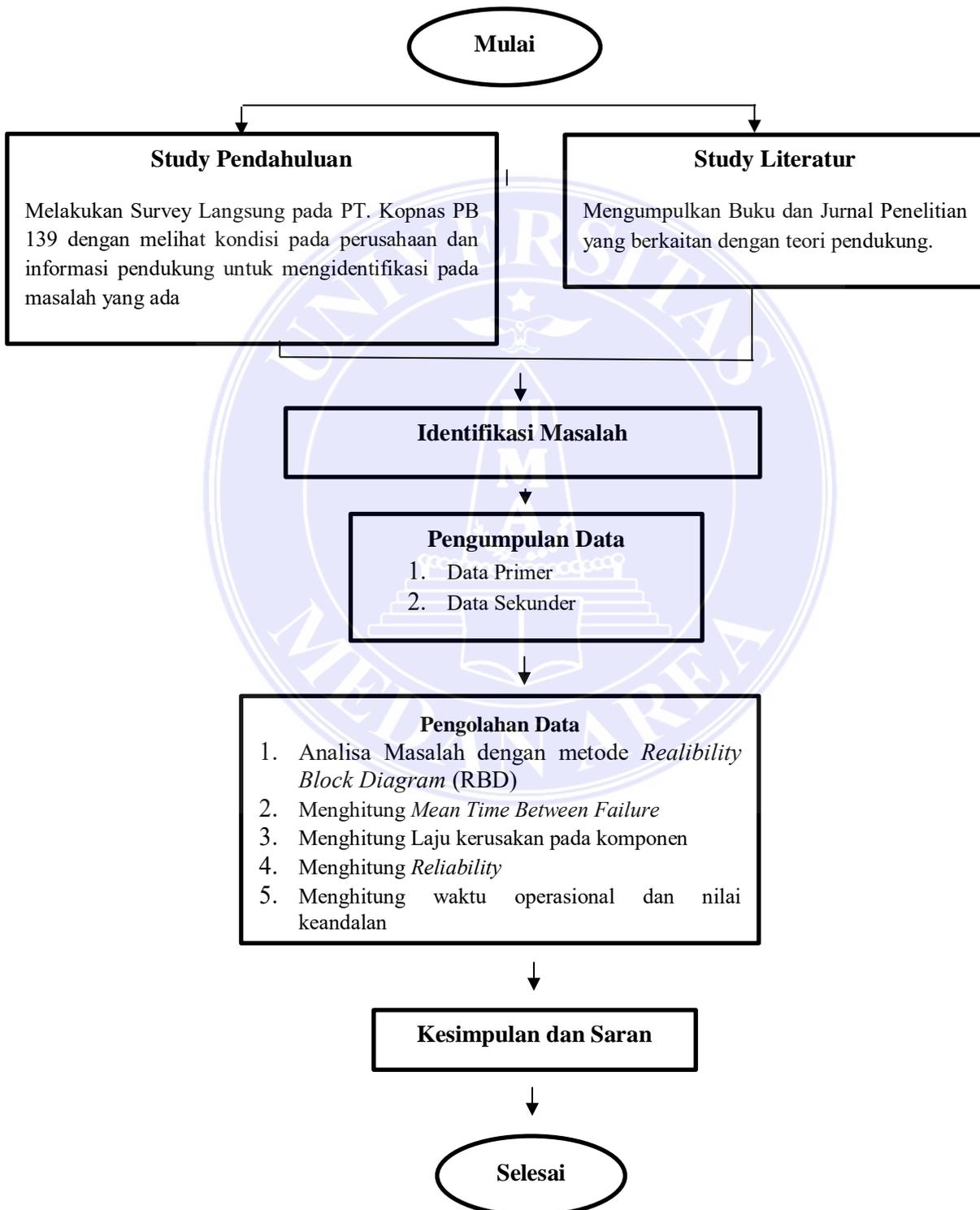
f. Menghitung waktu operasional dan nilai keandalan sebagai usulan pada pemeliharaan.

Mengetahui usulan pemeliharaan setiap komponen dari hasil waktu operasional dengan nilai keandalan.

$$\text{Rumus: } \mathbf{R}_{\text{sys}} = R_1 \times R_2 \times R_3 \times R_4 \times R_5 \times R_6 \times R_7 \times R_8.$$

3.7. Metode Penelitian

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji analisis yang telah dilakukan terhadap variabel-variabel yang mempengaruhi nilai keandalan pada komponen mesin *sandblasting* pada PT. Kopnas PB 139, maka dapat disimpulkan:

1. Dari proses perhitungan dengan menggunakan *Reliability Block Diagram* (RBD) maka didapatkan nilai pada keandalan system mesin *sandblasting* adalah 94 %, apabila mesin digunakan pada 8 jam kerja, 73 % apabila mesin digunakan pada 44 jam kerja, 40 % apabila mesin digunakan 127 jam kerja, 16% apabila mesin digunakan 253 jam kerja, 2 % apabila mesin digunakan 504 jam. Dan mengalami penurunan drastis pada 1 % apabila mesin digunakan 672 jam kerja. Dari hasil pada perhitungan keandalan dapat ditarik kesimpulan semakin tingginya jam operasi pada mesin maka akan mengakibatkan penurunan pada nilai keandalan dari pada mesin tersebut, maka dari itu perlu dilakukan perawatan terjadwal pada mesin untuk menjaga kestabilan mesin.
2. Berdasarkan pada realibility sistem yaitu 60%. Dengan jam operasional yang optimal setiap komponen untuk dilakukan pemeliharaan yang terjadwal dalam pencegahan terjadinya penurunan pada tingkat keandalan mesin tersebut. Maka penjadwalan pemeliharaan pencegahan adalah sebagai berikut:
 - a. Setiap 8 jam operasional dapat dilakukan pemeriksaan pada komponen saluran Pasir Besi, *Bearing*, Dinding Rumah Rotor.

- b. Setiap 16 jam operasional dapat dilakukan pemeriksaan pada Motor Listrik.
- c. Setiap 24 jam operasional dapat dilakukan pemeriksaan pada komponen *V - Belt*.
- d. Setiap 44 jam operasional dapat dilakukan pemeriksaan pada komponen *Packing Rotor*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan maka yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. Kepada perusahaan perlu adanya meningkatkan perawatan terencana agar tingkat keandalan mesin *sandblasting* tidak menurun, dan komponen mesin tidak mudah mengalami kerusakan apabila perawatan dilakukan secara terjadwal.
2. Perusahaan harus melakukan pencatatan perawatan terjadwal yang lebih teliti dilakukan untuk dapat mengetahui nilai *reliability* pada setiap komponen pada mesin *sandblasting* agar tingkat keandalan komponen tetap stabil dan kinerja mesin tetap normal dan tidak menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, N. dan N. Y. Hidayah. (2017). *Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metode rcm di pt. ccai*. Jurnal Optimasi Sistem Industri. 16(2):167.
- Akbar. (2017). *Reliability Block Diagram*. Diakses dari <http://akbarartikel-akbar.blogspot.com/2017/06/reliability-block-diagram-rbd.html> tanggal 01 Februari 2020.
- Andriani, M. N., Firdaniza, & Iin, I. (2017). *Reabilitas Suatu Mesin Menggunakan Rantai Markov (Studi Kasus: Mesin Proofer di Pabrik Roti Super Jam Banten)*. Jurnal Matematika Integratif Vol.13, No.01, pp.41-47.
- Burkardt, John. (2014). *The Truncated Normal Distribution*. Amerika Serikat: Florida State University.
- Erni, N., & Benny, W. (2011). *Usulan Penerapan Teori Markov dalam Pengambilan Keputusan Perawatan Tahunan pada PT. Pupuk Kijang*. Jurnal Inovasi Vol.07, No.01, pp.56-63.
- Fahmi, Irham. (2014). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Bandung: Alfabeta.
- Lukmandani, Antonius, Hadi Santoso, dan Anastasia Lidya Munkar. (2011). *Penjadwalan Perawatan Di PT Steel Pipe Industry Of Indonesia. Vol 10(1),103*. Surabaya : Universitas Katolik Widya Mandala.
- Mirza, Suga. (2015). *Diagram Alir Pembagian Pemeliharaan*. Diakses dari <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Berkas-Diagram-alir-pembagian-pemeliharaan.jpg> tanggal 01 Februari 2020.
- Priyanta. Dwi, (2010), *Keandalan dan Perawatan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopemeber ,Surabaya.
- Siagian, Devi Costania, Humala Napitupulu, dan Ikhsan Siregar. (2013). *Usulan Perawatan Mesin Berdasarkan Keandalan Spare Part Sebagai Solusi Penurunan Biaya Perawatan Pada PT. XYZ*. Jurnal. Vol 3(5),47-52. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Sodikin, Imam. (2010). *Analisis Penentuan Waktu Perawatan Dan Jumlah Persediaan Suku Cadang Rantai Garu Yang Optimal*. Jurnal Vol 3(5),44-52. Yogyakarta: IST AKPRIND Yogyakarta.
- Siswoyo Haryono, (2017). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Bekasi: PT. Intermedia Personalia Utama.
- Sudrajat, A. (2011), *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*, Bandung: PT Refika Aditama.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D (Cetakan Kelima Belas)*. Bandung: Alfabeta.

Torrel, Wendy & Victor Avelar. (2010). *Mean Time Between Failure : Explanation and Standards*. Washington : APC-Schneider.

- Sihombing, f., Hutasoit, C., & Padang, T. (2021). Desain dan Pembuatan Papan Tiruan dari Bahan Komposit Laminat Diperkuat Lembaran Batang Pisang. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 1-7. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4094>
- Hutasoit, C., Sihombing, F., & Padang, T. (2021). Desain dan Pembuatan Cetakan Papan Tiruan Metode Cetak Tekan. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 8-17. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4148>
- Harsito, C., Xaverius, A., Prasetyo, S., Wulansari, P., & Pradana, J. (2021). Conveyor Pengangkut Sampah Otomatis dengan Load Cell dan Flow Sensor. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 18-33. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4177>
- Julianto, K., & Hanifi, R. (2021). Perancangan Alat Vacuum Cleaner Menggunakan Energi Udara Bertekanan Jaringan Pipa Distribusi Udara Pabrik. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 34-47. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4160>
- Johan, C., & Bethony, F. (2021). Analisis Kekuatan Bending dan Tarik Pada Pengelasan Oxy-Acetelyne Menggunakan Garam Kuning. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 48-56. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4796>
- Rafi, M., Hanifi, R., & Santoso, D. (2021). RANCANG BANGUN TRASH SKIMMER BOAT SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF PENGAMBILAN SAMPAH DI SUNGAI INDONESIA. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 57-68. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4402>
- Samosir, R., Pane, M., & Lumbantoruan, J. (2021). Perancangan Turbin Angin Vertikal Modifikasi Gabungan Savonius dan Darrieus Menggunakan Geometri Naca 0018. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 69-77. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4108>
- Iskandar, Y., Nazaruddin, N., & Arif, Z. (2021). PENGARUH JUMLAH SUDU IMPELLER TERHADAP DEBIT AIR YANG DIHASILKAN POMPA CENTRIFUGAL. *JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING MANUFACTURES MATERIALS AND ENERGY*, 5(1), 78-90. doi:<https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4472>



UNIVERSITAS MEDAN AREA FAKULTAS TEKNIK

Kampus I : Jalan Kolam Nomor 1 Medan Estate, Jalan PPSI Nomor 1 ☎ (061) 7366678, 7366168, 7364348, 7366781, Fax (061) 7366668 Medan 20223
Kampus II : Jalan Sebatubut Nomor 79 / Jalan Sei Serayu Nomor 70 A, ☎ (061) 8229602, Fax (061) 8226331 Medan 20122
Website: www.teknik.uma.ac.id E-mail: uma_medan@uma.ac.id

Nomor : 59 / FT.5/01.14/VI/2020
Lamp : -
Hal : Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir

18 Juni 2020

Yth. Pimpinan PT. Kopnas PB 139 Binjai
Jl. Perintis Kemerdekaan Cengkeh Turi
Di
Binjai

Dengan hormat, kami mohon kesediaan saudara berkenan untuk memberikan izin dan kesempatan kepada mahasiswa kami tersebut dibawah ini :

| NO | NAMA | NPM | PRODI |
|----|---------------|-----------|-----------------|
| 1 | Ade Syahputra | 168150014 | Teknik Industri |

Untuk melaksanakan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu Pimpin

Perlu kami jelaskan bahwa Pengambilan Data tersebut adalah semata-mata untuk tujuan ilmiah dan Skripsi, merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa tersebut untuk mengikuti ujian sarjana lengkap pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area dan tidak untuk dipublikasikan, dengan judul :

Analisis Keandalan Mesin Sandblasting dengan Menggunakan Metode Reliability Block Diagram (RBD) Di PT. Kopnas PB 139

Atas perhatian dan kerja sama yang baik diucapkan terima kasih.

Dekan,

Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT

Tembusan :
1. Ka. BAMAI
2. Mahasiswa
3. File



KOPERASI NASIONAL PERTAMINA BERSATU 139

Jl. Perintis Kemerdekaan Cengkeh Turi Binjai Medan Sumut

Telp : (061) 80045707 Fax : (061) 80045707 Email : kopnas_retest@yahoo.com

Binjai, 01 Agustus 2020 ,

Nomor : 042-RPLG/KOPNAS PB 139/VII/2020
Lampiran : -
Perihal : **PENDIDIKAN**
Selesai Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir

**Kepada Yth,
Dekan Fakultas Teknik Industri
Universitas Medan Area
Di tempat**

Dengan Hormat,

Merujuk surat saudara No : FT.5/01.14/VII/2020 tanggal 01 Juli 2020 mengenai surat Izin Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir.

Dengan ini kami sampaikan, bahwa nama mahasiswa sebagai berikut :

Nama : Ari Wibowo
NPM : 168150035
Program Studi : Teknik Industri

Benar nama tersebut diatas telah melaksanakan Penelitian Dan Pengambilan Data Tugas Akhir di Kopnas Pertamina Bersatu 139 Jalan Perintis Kemerdekaan Cengkeh Turi Binjai Utara Sumatera Utara dari tanggal 01 Juli 2020 s/d 01 Agustus 2020.

Demikian disampaikan agar saudara maklum.

**Hormat Kami
KOPNAS Pertamina Bersatu 139**



Ka. Workshop

