

LAPORAN PENELITIAN



PENERAPAN SIMULASI *MONTE CARLO* UNTUK MENENTUKAN JUMLAH SUKU CADANG *POWER TAKE OFF* UNIT SINOTRUC DI PT. INTRACO PENTA WAHANA

TIM PENELITIAN

Ir. Florida Butarbutar, MT (Ketua)
Malayuddin (Anggota)

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KRISNADWIPAYANA

Alamat : Kampus UNKRIS Jatiwaringin P.O Box 774/Jat.CM
Tel. (021) 84998529 Fax : (021) 94998529

JAKARTA 13077

**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

1. Judul Penelitian : Penerapan Simulasi Monte Carlo, Untuk Menentukan Jumlah Suku Cadang *Power Take Off* Unit Sinotruck di PT. Intraco Penta Wahana
2. Ketua Peneliti
 - a. Nama Lengkap : Ir. Florida Butarbutar, MT
 - b. NIDN : 0310056506
 - c. Jabatan Fungsional : Lektor
 - d. Program Studi : Teknik Industri
 - e. Jurusan : Teknik Industri
3. Jumlah Anggota Peneliti
 - a. Nama Anggota I : Malayuddin
 - b. NIM : 1470031037
4. Lokasi Penelitian : PT. Intraco Penta Wahana
5. Jumlah biaya yang disetujui
 - a. Biaya dari FT Unkris : 5.000.000
 - b. Dan institusi lain :
6. Lama Penelitian : 3 bulan

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Harjono Padmono Putro, S.T., M.Kom

Jakarta, 19 Juli 2018
Ketua Peneliti



Ir. Florida Butarbutar, MT

Menyetujui,
Ketua Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P2M)



Ir. Sutaryo., M.Si

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan YME yang telah memberikan rahmat kepada peneliti sehingga dapat menyelesaikan penelitian.

Dalam penulisan ini sering kali peneliti mendapatkan hambatan, namun berkat bimbingan, bantuan dan dorongan semangat dan motivasi dari berbagai pihak yang langsung maupun tidak langsung kepada peneliti yang pada akhirnya dapat menyelesaikan penelitian ini, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik beserta para wakilnya yang telah banyak memberikan bantuan dana penelitian sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (PPM) Fakultas Teknik yang telah memberikan dan membantu peneliti selama proses penelitian.
3. Ketua Program Studi Teknik Industri yang telah banyak membantu dalam proses pengajuan proposal penelitian.
4. Rekan-rekan dosen di Fakultas Teknik dan segenap staff serta semua pihak yang telah membantu penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih jauh dari sempurna, untuk itu peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif, sehingga penelitian ini dapat diterima sesuai dengan tujuannya.

Jakarta, 19 Juli 2018

Penulis

ABSTRAK

Pengadaan persediaan yang tidak tepat dapat menimbulkan sebuah masalah dalam penyimpanan di gudang. Banyak sekali part-part atau stok barang yang tidak terjual sehingga terjadi penumpukan part di gudang penyimpanan. Hal tersebut yang membuat persediaan *overstock* karena tidak bisa memprediksi penggantian part atau komponen yang sering mengalami kerusakan pada unit Sinotruc. Untuk itu diperlukan sebuah simulasi yaitu simulasi *Monte Carlo* untuk menentukan jumlah kebutuhan suku cadang *Power Take Off* unit Sinotruck, setiap 1 bulan sekali agar tidak terjadi *overstock*.

Pada perusahaan PT. Intraco Penta wahana terdapat masalah bahwa seringnya terjadi kerusakan pada komponen PTO sehingga banyaknya permintaan suku cadang sehingga membuat kekurangan stok pada gudang penyimpanan suku cadang tersebut. Dengan kejadian ini peneliti bertujuan untuk mencari solusi dan langkah perhitungan untuk penyediaan suku cadang yang lebih efisien untuk mencapai penyediaan suku cadang yang lebih efisiensi.

Dengan menggunakan Simulasi *Monte Carlo*, maka dapat diketahui keandalan hasil dari perhitungan yaitu 80.5% setelah dilakukan *preventive maintenance* dan jumlah kebutuhan suku cadang *power take off* dalam satu tahun adalah 63 pcs komponen dan total kerugian apabila unit mengalami kerusakan mencapai Rp.1.312.500.000.-/year

Kata kunci : Monte carlo, Persediaan, Simulasi

ABSTRACT

Inappropriate inventory procurement can cause a problem in storage in the warehouse. There are so many parts or stocks of goods that are not sold that there is a buildup of parts in the storage warehouse. This is what makes overstock inventory because it cannot predict the replacement of parts or components that often experience damage to the Sinotruc unit. For this reason, a simulation is needed, namely a Monte Carlo simulation to determine the number of needs of the Sinotruck Power Take Off spare parts, once every month so as not to overstock.

In the company PT. Intraco Penta Wahana has a problem that frequent damage to PTO components so that the demand for spare parts causes a shortage of stock in the spare parts storage warehouse. With this incident researchers aim to find solutions and calculation steps to provide more efficient spare parts to achieve more efficient supply of spare parts.

By using Monte Carlo Simulation, it can be seen that the reliability of the calculation results is 80.5% after preventive maintenance is carried out and the number of parts needed for power take off in one year is 63 pcs of components and the total loss if the unit is damaged reaches Rp. 1,312,500,000.- / year.

Keywords: Monte carlo, Inventory, Simulation

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir	2
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi Pemecahan Masalah.....	4
1.6 Sistematik Penulisan/Susunan Proposal Tugas Akhir	7
BAB II	9
LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Simulasi <i>Monte Carlo</i>	9
2.2 Pengertian Simulasi.....	16
2.4 <i>Random Number Generator</i>	21
2.5 Pembangkit <i>Random Variate</i>	22
2.6 <i>Random Variate Distribusi Kontinue dan Diskret</i>	25
2.7 Analisa Sistem Perawatan.	27
2.8 Jenis – jenis <i>Maintenance</i>	34
2.9 Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan <i>Maintenance</i>	37
2.10 Analisa Produktivitas: <i>Six Big Losses</i> (Enam Kerugian Besar).....	38
2.11 Pengertian Produk.....	42

2.12	<i>Problem Solving</i>	43
2.13	<i>Quality</i>	46
2.14	Customer Service	46
2.15	<i>Warranty/Garansi</i>	49
2.16	Alat Pengendalian Kualitas.	50
BAB III		53
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		53
3.1	Profil Perusahaan	53
3.2	Gambar umum unit Sinotruck	61
3.3	Pengumpulan Data	63
3.4	Pengolahan Data	63
3.5	Flow Chart Repair Unit	65
3.6	Data Umum Perusahaan.	67
3.7	Nama dan Susunan Komponen PTO.	74
3.8	Fishbone Diagram Penyebab kerusakan	77
3.9	Faktor Terjadinya Kerusakan.	77
3.10	Petunjuk Standar Pengoperasian PTO (Power Take Off)	81
3.11	Analisa Kerusakan PTO	83
3.12	Standar Penggantian Komponent PTO	88
3.13	<i>Repair Time & Breakdown Duration.</i>	89
3.14	Penyebab Terjadinya <i>Waiting Part</i>	98
3.15	Jumlah Kerusakan <i>Power Take Off</i>	98
3.16	Permintaan Barang/<i>Spare Part</i> (PTO)	99
3.17	Data Penjualan Unit Sinotruc	101
3.18	Data Simulasi Distribusi Kerusakan PTO.	104

3.19	Ilustrasi penggunaan simulasi	116
3.20	Simulasi Menggunakan Komputer Mc. Excel.....	121
3.21	Menghitung kurva Laju Kegagalan.....	125
3.22	Perhitungan Keandalan pada 3 Komponen Dari PTO.	128
3.23	Perhitungan Penyediaan Suku Cadang PTO.....	132
3.24	Shortage Lost	135
BAB IV		137
ANALISA PENGOLAHAN DATA		137
4.1	Analisa Masalah Yang Di Temukan Pada Suatu Perusahaan.....	137
4.2	Analisa Kerusakan	138
4.3	Analisa Kerusakan Pada Komponen PTO	138
4.4	Analisa Perhitungan Nilai Kerusakan Pada Komponen PTO.....	140
4.5	Analisa Penyediaan Komponen/Suku Cadang.	144
5.1	Kesimpulan	145
5.2	Saran.....	146
DAFTAR PUSTAKA		147
LAMPIRAN.....		148

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Industri Jasa Peralatan konstruksi dan Alat Berat di Indonesia akan mendorong pertumbuhan ekonomi, selain itu juga menumbuhkan persaingan yang sangat ketat antara perusahaan satu dengan perusahaan yang lain yang sejenis. Dengan demikian perusahaan benar – benar di berikan tanggung jawab untuk bekerja keras agar tidak ketinggalan dengan perusahaan lain nya. Berbagai usaha ditempuh untuk mendatangkan produk yang berkualitas dan tidak ketinggalan model, kualitas komponen dan unit.

Mengandalkan kualitas suatu unit sangatlah penting dan sangat di perhatikan sekali masalah kualitas komponen-komponen yang terdapat pada suatu alat berat/unit sinotruc itu sendiri. Contohnya seperti *Power Take Off (PTO)*, dalam unit sinotruc ini komponen-komponen dari *Power Take Off* itu sendiri sering sekali mengalami masalah atau kerusakan yang begitu sering, sehingga unit sinotruc tidak bisa melakukan loading unit (Dumping).

Di perusahaan PT. Intraco Penta wahana itu sendiri sering sekali mengalami kendala baik dari segi perbaikan, kekurangan *man power* akibat banyaknya kerusakan yang terjadi pada unit sinotruc dalam setiap minggunya. Bahkan di perusahaan itu sendiri sering mengalami kekurangan stok part sehingga membuat unit atau kendaraan sinotruc pelanggan banyak yang mengalami *breakdown*. Dihitung dalam waktu 3 bulan terakhir populasi kerusakan unit sinotruc komponen PTO mengalami kerusakan sebanyak 27

unit sinotruc dengan seri howo 371 tipper 6x4. Dalam 3 bulan terakhir terdapat 19 pcs komponen PTO yang rusak dan sisanya terdapat pada komponen yang lainnya

Dari permasalahan di atas, perusahaan mengalami kendala untuk penyediaan *sparepart*, part atau komponen dari komponen *Power take off* tersebut. Sehingga disini kita akan mencoba untuk menganalisa dari permasalahan yang terdapat pada perusahaan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan tersebut, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Adanya manajemen penyediaan suku cadang *Power Take Off* yang kurang efisien.
2. Kesulitan menghitung jumlah kebutuhan *spare part* komponen *Power Take Off* yang optimum dalam satu siklus produksi

1.3 Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir

Adapun tujuan dan manfaat penelitian proposal tugas akhir yang ingin disampaikan adalah:

1.1.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian tugas akhir ini yaitu:

- a. Mencari penyebab yang berkontribusi paling besar terhadap kerusakan *Power Take Off* pada produk Sinotruc.
- b. Mengetahui penyebab kerusakan dari *Power Take Off* (PTO).
- c. Menghitung umur ekonomis komponen dari *Power Take Off* (PTO).

- d. Mengetahui jumlah kebutuhan *sparepart* komponen dari *Power Take Off* (PTO).

1.1.2 Manfaat dari Penulisan Tugas Akhir

Manfaat dari penulisan proposal tugas akhir dibagi 2, yaitu:

A. Bagi Mahasiswa

- a. Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang dimilikinya pada suatu kegiatan nyata dengan harapan dapat membandingkan pengetahuan yang diterima di bangku kuliah dengan kenyataan yang ada di lapangan.
- b. Menambah wawasan pengetahuan dan pengalaman selaku generasi yang dididik untuk siap terjun ke dunia perindustrian, perkantoran, bisnis, dan di masyarakat khususnya di lingkungan kerja.

B. Bagi Perusahaan

- a. Sebagai evaluasi mengenai pelaksanaan penerapan Metode *Monte Carlo* khususnya di bidang analisa kerusakan pada PTO unit sinotruc Howo 371 tipper 6x4.
- b. Sebagai sarana untuk menjembatani hubungan kerjasama antara perusahaan dengan Universitas Krisnadwipayana (UNKRIS) di masa yang akan datang. Khususnya mengenai penerapan Metode *Monte Carlo*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan proposal tugas akhir ini, penulis berusaha membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas. Dengan adanya pembatasan ini, tentunya diharapkan agar dapat lebih memfokuskan permasalahan, sehingga informasi yang disampaikan benar-benar akurat.

Adapun batasan masalah ruang lingkup kerja praktek ini yaitu :

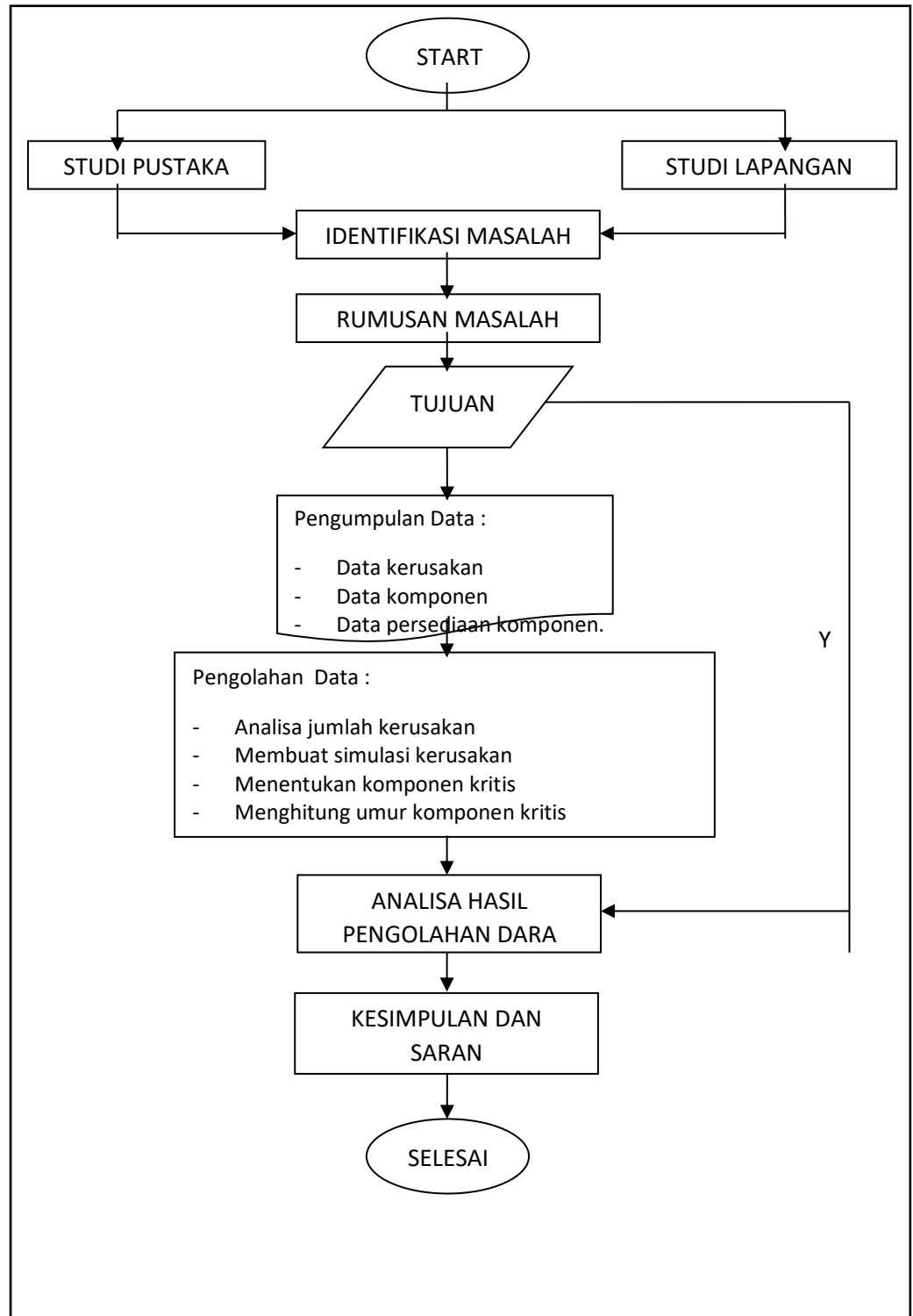
1. Pengamatan dan pengambilan data/dokumentasi perusahaan hanya dilakukan di PT Intraco Penta Wahana.
2. Pembahasan difokuskan mengenai penerapan metode *Monte Carlo* dengan menganalisa kerusakan unit sinotruc howo 371 tipper 6x4 di PT Intraco Penta Wahana.
3. Pembahasan proposal tugas akhir difokuskan dengan satu permasalahan kerusakan komponen dengan beberapa item kerusakan part pada kendaraan Sinotruc

1.5 Metodologi Pemecahan Masalah

Menerapkan metode *Monte Carlo* dengan analisa kerusakan untuk memberikan layanan service dan perbaikan unit pada pelanggan pengguna unit Sinotruc, dan secara terus menerus dalam waktu yang sangat singkat, dari hasil analisa mekanik kemudian di buat dalam bentuk laporan-laporan hasil analisa kerusakan atau temuan yang di dapat dan akhirnya semua data hasil kerusakan atau temuan yang mekanik dapatkan di buat dalam bentuk *Technical Service Report* yang di singkat menjadi data TSR. Dan semua data kerusakan, data langkah analisa, data perbaikan, dll tertera pada laporan TSR. Sehingga dari data ini kita dapat menghitung untuk menyediakan *sparepart* menganalisa

kerusakan-kerusakan untuk penerapan metode *Monte carlo* pada penelitian tugas akhir di perusahaan tsb.

1.5.1 Flowchart Pemecahan Masalah.



1.5.2 Filosofi Alur Pemecahan Masalah.

Ketika melakukan penelitian untuk syarat tugas akhir, untuk pengambilan data mahasiswa terjun langsung ke lapangan untuk pengambilan data. Kemudian mengidentifikasi masalah apa yang terjadi pada unit Sinotruc, Menganalisa kerusakan, Menghitung umur, Menghitung jumlah kebutuhan *sparepart* komponen dari *Power Take Off* (PTO).

Setelah dilakukan identifikasi masalah, kemudian kita merumuskan atau mengumpulkan masalah yang telah di dapat di suatu perusahaan tersebut, untuk melakukan atau melanjutkan penelitian yang telah kita tentukan.

Di dalam melakukan TA, terdapat beberapa tujuan untuk memenuhi syarat laporan tugas akhir yaitu :

1. Pengumpulan data, yaitu pengumpulan beberapa data kerusakan unit Sinotruc.

Data yang telah di dapat akan dilakukan simulasi kerusakan dengan menggunakan data simulasi kerusakan monte carlo dengan rumus simulasi kontinu diskrit.

2. Adanya pengolahan data, yaitu data yang di kumpulkan kemudian di kelolah dengan tujuan untuk mengetahui masalah-masalah yang terdapat pada suatu unit dan komponen *Power Take Off* tersebut sehingga dengan adanya pengolahan data, maka kita dapat melakukan analisa, perbaikan serta perubahan standar operasi perusahaan.

Setelah selesai melakukan pengumpulan data dan pengolahan data unit sinotruc, selanjutnya melakukan analisa hasil dari pengumpulan dan pengolahan data tersebut. Sehingga kita mendapatkan hasil dan kesimpulan hasil dari penelitian tugas akhir mahasiswa.

1.6 Sistematik Penulisan/Susunan Proposal Tugas Akhir

Untuk mempermudah dalam memahami tahapan pokok pembahasan, maka penulisan laporan ini disusun menurut sistematika sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini penulis mengemukakan secara singkat latar belakang perusahaan, perumusan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penulisan, pembatasan masalah, metode penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan uraian tentang teori dasar yang menunjang pokok pembahasan, yang diambil dari buku-buku dan referensi yang tercantum dalam daftar pustaka.

BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menceritakan kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada saat praktek kerja yaitu gambaran umum unit Sinotruck, cara meningkatkan kualitas unit dan data-data perubahan atau perbaikan untuk kualitas unit yang lebih baik dengan menggunakan metode TPM.

BAB IV ANALISA PENGOLAHAN DATA

Berisi tentang hasil analisa dari metode yang dipakai pada pengolahan data berdasarkan teori-teori yang dibuat dibab sebelumnya untuk mencapai yang diinginkan pada tujuan penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari hasil kerja praktek serta saran-saran yang berguna bagi perusahaan maupun mahasiswa itu sendiri.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Simulasi *Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* adalah jenis simulasi probabilistik yang mendekati solusi masalah dengan *sampling* dari sebuah proses acak, meliputi penentuan distribusi probabilitas dari variabel yang diteliti dan kemudian sampel acak dari distribusi untuk mendapatkan data. Serangkaian angka acak digunakan untuk menjelaskan pergerakan setiap variabel acak dari waktu ke waktu dan memungkinkan urutan buatan tetapi realistis peristiwa yang terjadi. Selain itu simulasi *Monte Carlo* juga dapat diartikan sebagai teknik simulasi yang menggunakan elemen acak ketika peluang ada dalam perilaku mereka.

Pembangunan model simulasi *Monte Carlo* didasarkan pada probabilitas yang diperoleh dari data historis sebuah kejadian dan frekuensinya, dimana konsep *Monte Carlo* ini mengidentifikasi penyebab yang berkontribusi paling besar terhadap permasalahan sistem secara keseluruhan :

$$\boxed{P_i = \frac{f_i}{n}} \quad (2.1)$$

dengan :

P_i : Probabilitas kejadian i

F_i : Frekuensi kejadian i

N : Jumlah frekuensi semua kejadian.

Tetapi dalam simulasi *Monte Carlo*, probabilitas juga dapat ditentukan dengan mengukur probabilitas sebuah kejadian terhadap suatu distribusi tertentu.

Teknik simulasi *Monte Carlo* terbagi atas lima langkah sederhana :

1. Menetapkan sebuah distribusi probabilitas bagi variabel penting.
2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif bagi setiap variabel.
3. Menetapkan sebuah interval bilangan acak bagi setiap variabel.
4. Membangkitkan bilangan acak.
5. Mensimulasikan serangkaian percobaan.

Langkah-langkah utama dalam simulasi persediaan adalah sebagai berikut :

1. Tetapkan distribusi probabilitas yang diketahui dari kunci variabel yang pasti.

Distribusi probabilitas tersebut mungkin distribusi standar seperti *poisson*, normal, atau eksponensial, atau mungkin distribusi empiris yang pasti dari catatan penelitian yang lalu.

2. Masukkan distribusi frekuensi untuk distribusi probabilitas kumulatif. Ini memastikan bahwa hanya satu variabel yang akan digabungkan dengan angka acak yang diberikan.
3. Setiap distribusi tersebut diberi angka petunjuk batasan (*tag number/label number*). Tabel ini disusun berdasarkan CDF dari distribusi angka acak dari distribusi probabilitas kumulatif untuk menentukan variabel spesifik untuk digunakan di dalam simulasi.

4. Lakukan penarikan *random number*. untuk mendapatkan angka random yaitu dengan menggunakan angka dari tabel angka acak, ataupun dengan menggunakan program *Microsoft Excel 2010*. Angka dimasukkan dalam distribusi kumulatif untuk kepastian variabel spesifik pada setiap penelitian. Rangkaian dari angka acak yang terdaftar akan meniru pola variasi yang diharapkan.
5. Simulasikan analisis dalam operasi untuk jumlah angka yang besar dalam penelitian. Replikasi angka yang tepat sangatlah menentukan sama seperti replikasi ukuran dari sampel eksperimen yang pasti dalam dunia nyata. Pengujian statistik biasa yang dapat digunakan dengan simulasi komputer ukuran dari sampel dapat menjadi banyak.

2.1.1 Langkah-langkah Metode Simulasi menggunakan aplikasi sistem Komputer *Microsoft Excel 2010*.

Contoh prosedur penyelesaian dengan simulasi ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut ini:

1. Terlebih dahulu dibuat *imperial* data distribusinya, yaitu fungsi distribusi atau frekuensi distribusi dari *historical* data yang ada.

Tabel 2.1: Contoh Distribusi Permintaan Suku Cadang.

No	Permintaan/ hari	Frekuensi Permintaan
1	4 pasang komponen	5
2	5 pasang komponen	10
3	6 pasang komponen	15
4	7 pasang komponen	30
5	8 pasang komponen	25
6	9 pasang komponen	15
Jumlah		100

2. Distribusi diubah ke dalam bentuk fungsi Distribusi kumulatif (*Cumulative Distribution frequency = CDF*).

Tabel 2.2: Contoh fungsi kumulatif distribusi permintaan

No	Permintaan/hari	Distribusi Densitas	Fungsi Kumulatif Distribusi
1	4 pasang komponen	0.05	0.05
2	5 pasang komponen	0.10	0.15
3	6 pasang komponen	0.15	0.30
4	7 pasang komponen	0.30	0.60
5	8 pasang komponen	0.25	0.85
6	9 pasang komponen	0.15	1.00

3. Setiap angka distribusi probabilitas dan probabilitas kumulatif tersebut diberi hasil dari perhitungan angka jumlah permintaan dan *lead time*.

Tabel 2.3: Contoh angka penunjuk batasan permingtaan suku

cadang

No	Permintaan/ hari	Distribusi Densitas	<i>Tag number</i> (Label Number)
1	4 pasang komponen	0.05	00 – 05
2	5 pasang komponen	0.10	06 – 15
3	6 pasang komponen	0.15	16 – 30
4	7 pasang komponen	0.30	31 – 60
5	8 pasang komponen	0.25	61 – 85
6	9 pasang komponen	0.15	86 – 99

4. Membuat satu angka acak dari formulas fx “RAND()” pada *spreadsheet Microsoft Excel 2010*. Hasil angka acak tersebut di “copy” (klik kanan mouse computer, pilih *copy*), kemudian di “paste” ke beberapa kotak *cell* sesuai dengan berapa jumlah angka acak yang diinginkan. Namun tiap kali angka acak dibuat pada

spreadsheet Excel, angka tersebut akan selalu berbeda. Atau pun tiap kali menghitung ulang, angka acak akan berubah. Karena model simulasi membutuhkan penggunaan angka acak yang sama berulang kali, maka kita harus meng”*copy*” angka acak tersebut, kemudian dengan pilihan “*paste special*” (klik kanan *mouse computer*), pilih point *values* dan klik OK.

Tabel 2.4: Contoh angka-angka acak *random*

0.5751	0.2888
0.1270	0.9518
0.7039	0.7348
0.3853	0.1347
0,9166	0.9014

5. Pilih semua (blok) data angka probabilitas kumulatif dan jumlah permintaan, kemudian pada “*name box*” beri nama “*lookup1*”, kemudian ENTER.
6. Untuk menghasilkan angka baru jumlah permintaan arahkan *point mouse* ke *cell* kosong untuk jumlah permintaan ke-1, kemudian ketik fungsi “VLOOKUP(X,Lookup,2)”. Untuk X adalah *cell* dimana angka *random* pertama untuk data jumlah permintaan berada.
7. Setelah nilai variabel keluar, peneliti dapat tentukan akan mengambil berapa sampel untuk mengolah data Model simulasi *Monte carlo* ini. Jika suatu simulasi telah diulang beberapa kali sampai ia mencapai hasil rata-rata yang tetap konstan, hasil ini sama dengan hasil keadaan tetap. Untuk itu perlu dilakukan pengambilan sampel percobaan yang lebih banyak (misal n=500) untuk mencapai rata-rata keadaan tetap (*steady-state*).

Tabel 2.5: Contoh hasil permintaan suku cadang per hari

No	Hari Permintaan	Jumlah Pasangan Komponen	Penjelasan
1	I	7 pasang komponen	Terdapat
2	II	5 pasang komponen	1. 7 pasang (2)
3	III	8 pasang komponen	2. 5 pasang (2)
4	IV	7 pasang komponen	3. 8 pasang (2)
5	V	9 pasang komponen	4. 6 pasang (2)
6	VI	6 pasang komponen	5. 9 pasang (2)
7	VII	9 pasang komponen	yang tertinggi 9
8	VIII	8 pasang komponen	pasang
9	IX	5 pasang komponen	
10	X	9 pasang komponen	

2.1.2 Penelitian-Penelitian Sejenis Yang Terdahulu

Tabel 2.6 Penelitian Sejenis Yang Terdahulu

No	Nama, Tahun, Institusi	Judul Penelitian	Metode
1	Henddy, 2014, Universitas Bunda Mulia	Aplikasi Simulasi Monte Carlo tidak terstruktur pada scheduling karyawan <i>maintenance engineering</i>	Simulasi Monte Carlo
2	Winda, 2008, Universitas Islam Indonesia	Pendekatan Simulasi Monte Carlo untuk pemilihan alternatif dengan <i>decision tree</i> pada nilai <i>outcome</i> yang probabilistik	Simulasi Monte Carlo
3	Syaeful, 2013, Universitas Islam Negeri Sunan kalijaga	Pengendalian Persediaan menggunakan Simulasi dengan <i>spreadsheet</i>	Simulasi Monte Carlo

Uraian diatas menjelaskan bebarapa *research gap* yang berkaitan dengan penelitian mengenai metode simulasi *Monte Carlo* agar dapat dilakukan pengembangan pada penelitian lebih lanjut.

Pada penelitian pertama peneliti sebelumnya membahas tentang simulasi *Monte Carlo* yang di gunakan untuk melakukan *schedule* karyawan *maintenance* dalam departemen *building* untuk mampu menentukan kebutuhan karyawan yang dalam melakukan *maintenance*. Penggunaan metode simulasi ini disebabkan karena seringnya terjadi penumpukan didalam daftar antrian *form* perbaikan. Sehingga dibuatkan model simulasi untuk membantu membuat *schedule* perbaikan dengan tepat.

Pada penelitian kedua peneliti sebelumnya membahas tentang metode simulasi *Monte Carlo* terhadap pendekatan dengan *decision tree* yang disebabkan nilai *outcome* yang deterministik pada *decision tree* ini secara aktual relatif susah untuk ditentukan sehingga pendekatan probabilistik dengan simulasi dapat mempermudah menentukan nilai *outcome* yang deterministik yang mempunyai nilai probabilistik. Dengan menggunakan simulasi dapat diputuskan setelah dilakukan pengolahan data bahwa model simulasi dapat dikombinasikan untuk mendekati nilai *outcome* yang bersifat probabilistik selain itu harus di ikuti dalam dengan beberapa penyesuaian pada aspek data historis.

Demikian pula pada penelitian terakhir ini membahas tentang pengendalian persediaan dengan menggunakan *spreadsheet* dapat membantu untuk mengendalikan persediaan sepatu pada titik ROP 47 pasang dengan nilai biaya persediaan yang lebih kecil menggunakan simulasi dibandingkan dengan kebijakan *existing* yaitu sebesar 2.54%.

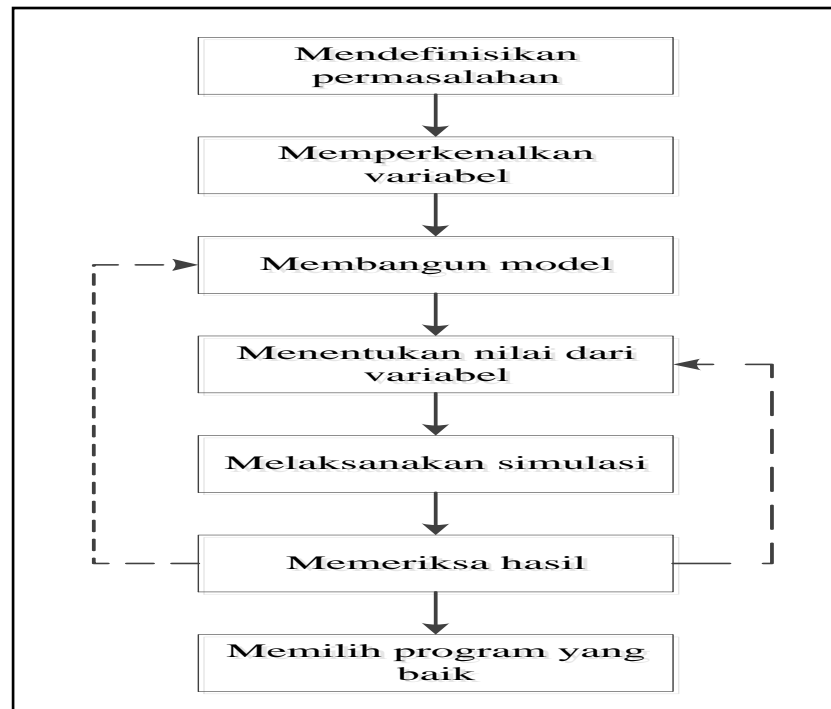
2.2 Pengertian Simulasi.

Simulasi merupakan salah satu contoh untuk memecahkan berbagai persoalan yang dihadapi di dunia nyata. Banyak metode yang dibangun dalam Manajemen Operasi untuk Kepentingan pengambilan keputusan dengan menggunakan berbagai analisis data.

Simulasi dapat diartikan merupakan sebuah usaha untuk menyalin fitur, tampilan dan karakteristik sebuah sistem nyata yang kemudian akan digunakan untuk memperkirakan efek dari berbagai tindakan. Dengan membangun model matematika yang menghampiri sedekat mungkin untuk merepresentasikan realitas sistem. Gagasan di belakang simulasi ini terdapat tiga bagian adalah:

1. Untuk meniru sebuah situasi dalam dunia nyata secara matematis,
2. Kemudian untuk mempelajari karakteristik operasi tersebut, dan
3. Akhirnya untuk menarik kesimpulan dan mengambil keputusan tindakan berdasarkan kepada hasil simulasi.

Untuk menggunakan sebuah simulasi ada beberapa tahapan yang harus ditempuh seperti pada gambar *flowchart* berikut ini :



Gambar 2.1.: *Flowchart* Tahapan Simulasi

2.2.1 Kelebihan Simulasi

Simulasi adalah suatu alat bantu yang diterima secara luas oleh para manager untuk beberapa alasan. Kelebihan untuk peroleh dengan memanfaatkan simulasi yaitu sebagai berikut:

1. Dapat digunakan untuk menganalisis situasi dunia nyata yang luas dan kompleks yang tidak dapat dipecahkan dengan konvensional.
2. Kompleksitas dalam dunia nyata yang dapat dimasukkan tidak dimungkinkan oleh sebgayaan besar model manajemen operasi.
3. Penempatan waktu dimungkinkan. Efek dari kebijakan konvensional lebih dari beberapa bulan atau tahun dapat diperoleh dengan simulasi komputer dalam waktu singkat.

4. Simulasi memungkinkan tipe pertanyaan “bagaimana jika” ingin mengetahui opsi didepan yang sangat menarik.
5. Simulasi tidak mencampuri dengan sistem dunia nyata.

2.2.2 Kekurangan Simulasi

Adapun kekurangan dalam menggunakan simulasi sebagai berikut ini :

1. Model simulasi yang baik memerlukan waktu yang lama untuk mengembangkannya.
2. Merupakan pendekatan yang berulang-ulang yang akan menghasilkan solusi yang berbeda dalam pengerjaan yang berulang-ulang.
3. Model simulasi tidak menghasilkan jawaban tanpa *input* yang memadai dan realistis.
4. Masing-masing model simulasi adalah unik, jadi tidak bisa mentransferkan kesimpulan ke permasalahan yang lain.

2.3 Simulasi Kerusakan Mesin Dan Sistem Perawatana.

Dalam contoh ini kita akan memperlihatkan penggunaan distribusi probabilitas kontinu. *Bigelow manufacturing company* memproduksi sebuah produk dengan beberapa mesin. Selang waktu yang berlalu saat kerusakan mesin didefinisikan oleh distribusi probabilitas kontinue berikut ini

$$f(x) = \frac{x}{8}, 0 \leq x \leq 4 \text{ minggu}$$

Dimana:

x=Selang minggu saat kerusakan mesin

Seperti dijelaskan dalam bagian sebelumnya mengenai distribusi probabilitas kontinu, persamaan untuk menentukan x berdasarkan angka acak r_1 , adalah

$$x = 4\sqrt{r_1} \quad (2.2)$$

Ketika sebuah mesin rusak, harus diperbaiki; dan dibutuhkan waktu 1,2, atau 3 hari untuk menyelesaikan perbaikan tersebut, berdasarkan distribusi probabilitas diskrit diperlihatkan dalam tabel 2.2 setiap kali mesin rusak, biaya yang diestimasikan perusahaan sebesar \$2.000 per hari (tanpa produksi) hingga mesin tersebut diperbaiki.

Tabel 2.7: Distribusi probabilitas waktu perbaikan

Waktu Perbaikan mesin, y (hari)	Probabilitas Waktu perbaikan, $p(y)$	Probabilitas Kumulatif	Kisaran Angka Acak, r_2
1	0,15	0,15	0,00-0,15
2	0,55	0,70	0,16-0,70
3	0,30	0,100	0,71-1,00

Pertama kita akan mensimulasikan secara manual. Mengilustrasikan simulasi kerusakan dan perbaikan mesin untuk satu tahun (yaitu, 52 minggu).

Tabel 2.8: Simulasi waktu kerusakan dan perbaikan mesin.

Kerusakan	r_1	Selang waktu kerusakan x (minggu)	r_2	Waktu Perbaikan y (hari)	Biaya \$2.000y	Waktu Kumulatif Σx (minggu)
1	0,45	2,68	0,19	2	4.000	2,68
2	0,90	3,80	0,65	2	4.000	6,48
3	0,84	3,67	0,51	2	4.000	10,15
4	0,17	1,65	0,17	2	4.000	11,80
5	0,74	3,44	0,63	2	4.000	15,24
6	0,94	3,88	0,85	3	6.000	19,12
7	0,07	1,06	0,37	2	4.000	20,18
8	0,15	1,55	0,89	3	6.000	21,73
9	0,04	0,80	0,76	3	6.000	22,53
10	0,31	2,23	0,71	3	6.000	24,76
11	0,07	1,06	0,34	2	4.000	25,82
12	0,99	3,98	0,11	1	2.000	29,80
13	0,97	3,94	0,27	2	4.000	33,74
14	0,73	3,42	0,10	1	2.000	37,16
15	0,13	1,44	0,59	2	4.000	38,60
16	0,03	0,70	0,87	3	6.000	39,30
17	0,62	3,15	0,08	1	2.000	42,45
18	0,47	2,74	0,08	1	2.000	45,19
19	0,99	3,98	0,89	3	6.000	49,17
20	0,75	3,46	0,42	2	4.000	52,63
					\$84.000	

Simulasi dalam tabel 2.2.2, menghasilkan biaya perbaikan tahun sebesar \$84.000. namun, hal ini hanya berlaku untuk satu tahun, dan oleh karenanya hal tersebut mungkin tidak terlalu akurat.

2.4 *Random Number Generator*

Random number genertator (RNG) adalah sebuah program atau alat untuk menghasilkan urutan angka atau simbol secara tidak teratur. Sistem ini diaplikasikan ke dalam banyak bidang, seperti sampel statistik, simulasi komputer, kriptografi, bahkan untuk desain.

Random Number Generator adalah suatu algoritma yang digunakan untuk menghasilkan urutan-urutan atau *sequence* dari angka-angka sebagai hasil dari perhitungan dengan komputer yang diketahui distribusinya sehingga angka-angka tersebut muncul secara *random* dan digunakan terus menerus. Dari definisi tersebut dapat ditarik tiga pokok pengertian, yaitu sebagai berikut:

2.4.1 *Urutan (Sequence)*

Yang dimaksudkan dengan *sequence* adalah bahwa *random number* tersebut harus dapat dihasilkan secara urut dalam jumlah yang mengikuti algoritma tertentu dan sesuai dengan distribusi yang akan terjadi atau yang dikehendaki.

2.4.2 *Distribusi (Distribution)*

Pengertian distribusi berhubungan dengan distribusi probabilitas yang dipergunakan untuk meninjau atau terlibat langsung dalam penarikan *random number* tersebut. Pada umumnya distribusi probabilitas untuk *random number* ini adalah *Uniform Variate* (Distribusi Uniform).

Seperti pada *random sequence* X_1, X_2, X_3, \dots dan pada setiap *random sequence* ini masing-masing mempunyai X_1, X_2, X_3, \dots yang

merupakan *subsequence* yang berhubungan tetapi terpisah satu dengan lainnya, yang dikenal dengan *Jointly Independent*, dan masing-masing juga mempunyai probabilitas distribusi uniform antara 0 dan n (0,n). Bila sequence ini terputus maka akan merusak atau mengurangi arti dari kegiatan simulasi yang berjalan.

2.4.3 Random

Random menunjukkan bahwa algoritma tersebut akan menghasilkan suatu angka yang akan berperan dalam pemunculan angka yang akan keluar dalam proses di komputer. Dengan kata lain suatu angka yang diperoleh merupakan angka penentu bagi angka random berikutnya. Demikianlah seterusnya. Tetapi walaupun angkanya berkaitan namun angka yang muncul dapat berlainan.

2.5 Pembangkit *Random Variate*

2.5.1 Random Variate Diskret

Suatu *random variate* diartikan sebagai nilai suatu *random* variabel yang mempunyai distribusi tertentu untuk mengambil *random variate* dari beberapa distribusi yang berbeda-beda fungsinya harus terlebih dahulu melalui distribusi CDF (*Cumulative Distribution Function*) dari suatu random variabel.

CDF (Cumulative Distribution Function)

- CDF Diskrit
 $F(x) = P[X \leq x]$
- CDF Kontinu

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) dt$$

Tabel 2.9: *Random variabel yang dinyatakan dengan $f(x)$*

X=Demand	0	10	20	30	40
F(x)=P(X=x)	1/18	1/4	1/2	1/16	1/16

Apabila random number yang ditarik dari komputer bernilai $R_1=8/16$, maka titik potong dari fungsi diskrit yang non-kontinue tersebut dapat diperoleh hasil pada sumber absis $X=20$, yang berarti random variate dari $f(x)$ melalui kumulatifnya, $f(x)$ diperoleh $X=20$.

Kemudian dari fungsi demand tersebut dapat dibuat CDF-nya, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.10: CDF fungsi demand

X=Demand	0	10	20	30	40
F(x)=P(X=x)	1/8	1/4	1/2	1/16	1/16
F(x)	1/8	3/8	1/2	15/16	16/16

Tabel ini menunjukkan apabila *random number* yang diamati dari komputer dan kemudian disusun dalam suatu tabel simulasi dari tabel diskrit distribusi maka akan diperoleh:

Tabel 2.11: Contoh tabel simulasi dari tabel diskrit distribusi.

No. Urut RN	Demand X	F(x)	Tag Number	Hasil RN di Komputer
0.0938	0	0.1250	0.000-0.1250	0
0.6329	10	0.3750	0.126-0.3750	10
0.8750	20	0.8750	0.376-0.8750	20
0.6903	30	0.9375	0.876-0.9375	30
0.9520	40	0.9999	0.938-0.9999	40

Hasil dari kelima random number yang ditarik, angka yang terbaik adalah 20.

Demand=X=20

2.5.2 *Random Variate Kontinue*

Bangkitkan random variate distribusi kontinue yang dapat dicontohkan melalui fungsi matematis berikut:

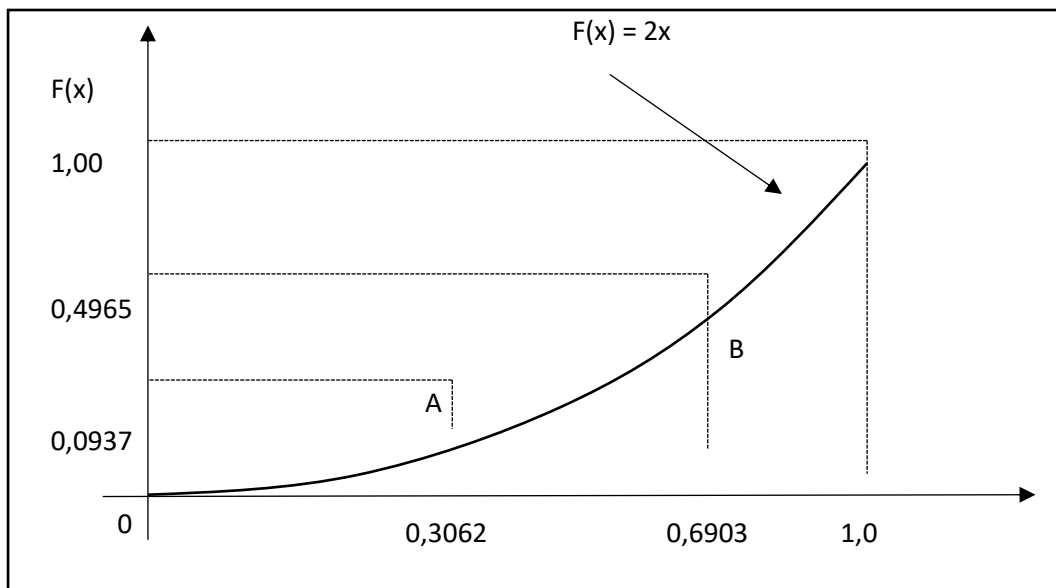
$$F(x) \begin{cases} 2x & \rightarrow \text{untuk } 0 < x < 1 \\ 0 & \rightarrow \text{yang lainnya} \end{cases} \quad (2.3)$$

Fungsi distribusi atau matematis ini terlebih dahulu harus dijadikan fungsi kumulatif dengan mengintegalkan fungsi matematis tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Berat } f(x) &= \int_0^x 2y \, dy \rightarrow 2y = 2x \\ &= 2 \frac{y^2}{2} \Big|_0^x \\ &= x^2 \end{aligned}$$

Sifat dari fungsi kumulatif ini adalah:

- Kontinue (terus menerus)
- Tidak menurun (*increasing function*)



Gambar 2.2: Fungsi Distribusi

2.6 Random Variate Distribusi Kontinue dan Diskret

2.6.1 Random Variate Distribusi Kontinue

Dalam melakukan simulasi komputer, pertama-tama harus dapat diketahui atau dilakukan penarikan random number dari dan melalui program-program komputer. Penarikan *random number* melalui komputer ini sangat tergantung pada fungsi atau distribusi dari data

yang diselidiki, khususnya yang dapat disusun dalam fungsi-fungsi sebagai berikut:

- Data dengan fungsi *kontinue*,
- Data dengan fungsi *diskret*.

Fungsi-fungsi ini mencakupi juga fungsi-fungsi probabilitas densitas yang harus dapat diidentifikasi terlebih dahulu. Kemudian dari fungsi-fungsi tersebut ini dapat dicari atau diturunkan *random variate* dari fungsi distribusi tersebut

Random variate ini merupakan suatu fungsi distribusi kumulatif (CDF), termasuk didalamnya *random number* yang diambil dari komputer. *Random variate* ini cukup penting untuk menghasilkan angka-angka yang dipakai langsung pada distribusi fungsi tersebut. Dalam merumuskan *random variate* dari fungsi-fungsi distribusi yang terdapat pada kehidupan nyata dan keperluan pengambilan *random number* dari komputer, pada umumnya terdapat 3 bagian besar fungsi, yaitu:

- *Generating random variate* dari distribusi fungsi kontinue
- *Generating random variate* dari fungsi distribusi diskret
- *Generating random variate* yang umum dan tidak termasuk dalam fungsi distribusi kontinue maupun diskret.

2.6.2 *Random Variate Distribusi Diskrit*

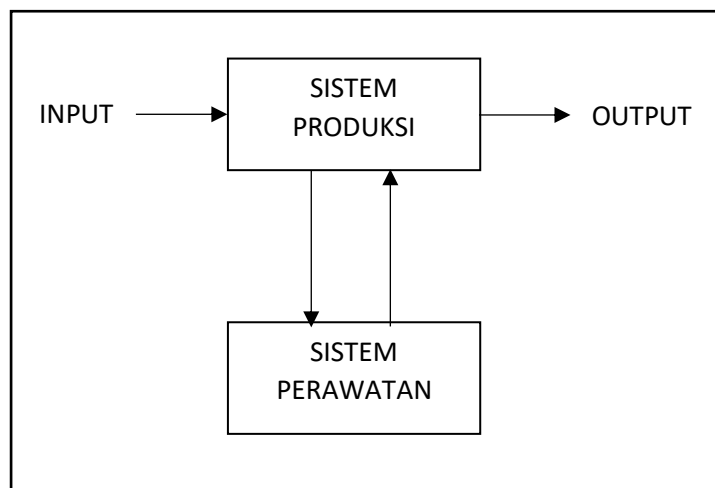
Discrete random variable dapat digunakan untuk berbagai *random number* yang diambil dalam bentuk integral. Pola kebutuhan inventori (persediaan) merupakan contoh yang sering digunakan dalam

pengambilan random sample. Dalam hal ini juga dapat dicontohkan program pengesetan sejumlah barang produksi yang rusak (*defective*) didalam suatu *lot size*.

2.7 Analisa Sistem Perawatan.

Pada dasarnya perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi, sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki.

Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka perawatana akan menjadi lebih intensif. Keterkaitan sistem perawatan dengan sistem produksi dapat ditunjukkan dalam gambar :



Gambar 2.3: Sistem Perawatan Dengan Sistem Produksi

Serupa dengan atribut sistrem produksi, atribut dengan dalam sistem produksi dapat berupa kuantitas output, kualitas (mutu) output harga atau ongkos dan sebagainya.

Pada dasar utama terdapat dua prinsip utama dalam sistem perawatan, yaitu:

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomi.
2. Menghindari kerusakan (*breakdown*) tidak terencana karena, kerusakan tiba-tiba.

Dalam manajemen sistem perawatan terdapat dua kegiatan pokok yang berkaitan dengan tindakan perawatan yaitu:

1. Perawatan yang bersifat preventif

Perawatan yang bersifat preventif dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi rusak.

2. Perawatan yang bersifat kuratif

Perawatan yang bersifat kuratif dimaksudkan untuk memperbaiki peralatan yang rusak.

2.7.1 Perbedaan antara MTTF, dan MTBF.

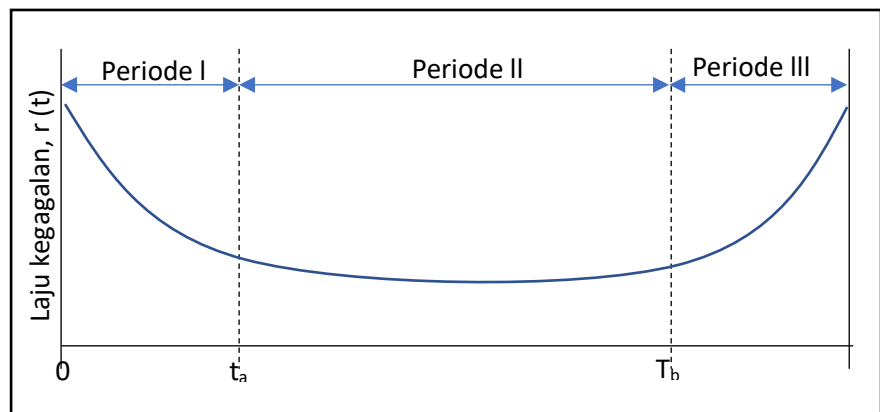
Formula untuk menghitung *Mean Time to Failur* (MTTF) sama dengan MTBF. Bedanya terletak pada penggunaannya. MTBF untuk item yang bisa di repair, sedangkan MTTF untuk item yang tidak di repair seperti bearing dan transistor.

2.7.2 Konsep Keandalan

Keandalan (*reliability*) didefinisikan sebagai peluang (*probability*) suatu unit atau system berfungsi normal, jika digunakan menurut kondisi operasi tertentu untuk suatu periode waktu tertentu.

2.7.2.1 Kurva Laju Kegagalan

Sebelum membahas lebih lanjut tentang analisa keandalan system perlu di perkenalkan suatu kurva yang dikenal sebagai kurva laju kegagalan (*failure rate curva*). Pada dasarnya laju kegagalan (*failure rate*) akan berubah sepanjang umur dari populasi sistem atau komponen. Dengan demikian laju kegagalan akan tergantung pada perubahan waktu. Dari hasil percobaan dan pengalaman, laju kegagalan suatu komponen akan mengikuti pola dasar seperti terlihat pada kurva laju kegagalan :



Gambar 2.4: Kurva Laju Kegagalan

Pada dasarnya laju kegagalan atau tingkat kerusakan didefinisikan sebagai kerusakan suatu produk per unit ukuran tertentu, misalnya per waktu tertentu, per jarak tempuh tertentu, atau perputarann tertentu. Jika kita menggunakan ukurna waktu, maka tingkat dimana kerusakan terjadi dalam interval waktu tertentu disebut sebagai tingkat kerusakan atau laju kegagalan untuk interval itu. Selanjutnya apabila kita mengasumsikan

bahwa laju kegagalan mengikuti distribusi eksponensial negatif, yang bersifat konstan, maka laju kegagalan atau tingkat kerusakan per jam dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$R(t) = \lambda = \frac{\text{banyaknya kerusakan}}{\text{total jam operasi}}$$

Hal 114(2.4)

Sebagai suatu contoh, bayangkan bahwa 10 komponen diuji pada sistem dibawah kondisi operasi tertentu dalam interval waktu. Ternyata terjadi kerusakan pada 5 buah komponen dengan perincian sebagai berikut:

- a. Komponen 1 rusak setelah 75 jam operasi
- b. Komponen 2 rusak setelah 125 jam operasi
- c. Komponen 3 rusak setelah 130 jam operasi
- d. Komponen 4 rusak setelah 325 jam operasi
- e. Komponen 5 rusak setelah 525 jam operasi

Dari data diatas diketahui bahwa total jam operasi adalah: $75+125+130+325+525=1180$ jam operasi.

Mengikuti rumus di atas maka dapat ditentukan tingkat kerusakan per jam adalah: $\lambda=5/1180=0.004237$.

Selanjutnya dengan mengsumsikan bahwa laju kegagalan berdistribusi eksponensial negatif, maka dapat ditentukan rata-rata hidup sistem atau rata-rata waktu diantara kegagalan (*mean time between failur=MTBF*), sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.004237} = 236 \text{ jam}$$

Dengan demikian tampak bahwa penentuan tingkat kerusakan atau laju kegagalan sangat tergantung pada bentuk distribusi kegagalan yang diasumsikan tentu saja asumsi bahwa distribusi kegagalan mengikuti distribusi eksponensial negatif tidak selalu benar, karena dapat saja mengikuti distribusi peluang yang lain. Seperti distribusi normal, distribusi welbull, distribusi hiper-eksponensial, dan sebagainya.

Secara teoritik laju kegagalan didefinisikan sebagai peluang suatu alat akan jatuh rusak dalam waktu sesaat kemudian atau suatu interval waktu kemudian.

Peluang kegagalan suatu komponen atau suatu sistem dalam interval waktu (t_1, t_2) dapat dinyatakan dalam bentuk fungsi kegagalan $F(t)$, sebagai berikut:

$$\int_{t_1}^{t_2} f(t) dt = \int_{\infty}^{t_2} f(t) dt - \int_{\infty}^{t_1} f(t) dt$$

$$= F(t_2) - F(t_1)$$

Hal 115 (2.5)

Dimana $F(t)$ menunjukkan peluang bahwa sistem akan gagal pada saat yang ditentukan berdasarkan konsep (2.1).

$$F(t) = \int_0^t f(x)dx$$

Hal 115 (2.6)

Terdapat hubungan antara fungsi kegagalan dan fungsi keandalan, sebagai berikut:

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt$$

Hal 115 (2.7)

Dimana $R(t)$ adalah fungsi keandalan (*reliability function*) yang akan dibahas kemudian.

Karena terdapat hubungan antarfungsi kegagalan dan fungsi keandalan, maka peluang kegagalan sistem dapat juga dinyatakan dalam bentuk fungsi keandalan berikut:

$$\begin{aligned} \int_{t_1}^{t_2} f(t)dt &= \int_{t_1}^{\infty} f(t)dt - \int_{t_2}^{\infty} f(t)dt \\ &= R(t_1) - R(t_2) \end{aligned}$$

Hal 115(2.8)

Fungsi laju kegagalan didefinisikan sebagai limit dari laju kegagalan dengan panjang interval waktu mendekati nol. Dengan demikian fungsi laju kegagalan adalah kegagalan sesaat yang dirumuskan sebagai berikut:

$$r(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{R(t) - R(t + \Delta t)}{\Delta t R(t)} = \frac{1}{R(t)} \left\{ -\frac{d}{dt} R(t) \right\}$$

$$r(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$$

Hal 115 (2.9)

Bentuk laju kegagalan seketika (atau tingkat bahaya atau daya “kematian”).

2.7.2.2 Fungsi Struktur dan Keandalan Sistem

Konsep keandalan berkaitan dengan penentuan peluang suatu sistem yang mungkin terdiri dari banyak komponen (atau elemen) akan berfungsi dengan baik. Dengan demikian suatu sistem apakah dapat berfungsi dengan baik atau tidak akan sangat tergantung pada keandalan komponen (atau elemen) dalam sistem itu. Sebagai contoh suatu sistem serial akan berfungsi normal jika dan hanya jika sekurang-kurangnya satu komponen dari sistem itu berfungsi dengan baik. Berdasarkan kenyataan ini, maka untuk mengetahui keandalan suatu sistem perlu diketahui berbagai bentuk fungsi struktur sistem itu, apakah serial, paralel, atau kompleks (campuran serial dan paralel).

Bayangkan suatu sistem terdiri dari n komponen dan dinyatakan dengan x_i ($i=1,2,\dots,r$) dimana kita mendefinisikan variabel indikator x , sebagai berikut:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{Jika komponen ke-i berfungsi normal} \\ 0, & \text{Jika komponen ke-i rusak} \end{cases} \quad (2.10)$$

2.8 Jenis – jenis *Maintenance*.

2.8.1 *Planned Maintenance* (Pemeliharaan Terencana).

Planned maintenance (pemeliharaan terencana) adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Oleh Karena itu program *maintenance* yang akan dilakukan harus dinamis dan memerlukan pengawasan dan pengendalian secara aktif dari bagian *maintenance* melalui informasi dari catatan riwayat mesin / peralatan. Konsep *planned maintenance* ditujukan untuk mengatasi masalah yang dihadapi dengan pelaksanaan kegiatan *maintemance*. Komunikasi dapat diperbaiki dengan informasi yang dapat memberi data yang lengkap untuk mengambil keputusan. Adapun data yang penting dalam kegiatan *maintenance* antara lain laporan permintaan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan dan lain – lain. Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu: (Stephen, 2004 : 15)

1. *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan – kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan

yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas produksi yang diberikan preventive maintenance akan terjamin kelancarannya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan jadwal pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

2. *Corrective Maintenance* (Pemeliharaan Perbaikan)

Corrective maintenance adalah suatu kegiatan maintenance yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelalaian pada mesin / peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

3. *Predictive Maintenance*

Predictive maintenance adalah tindakan – tindakan *maintenance* yang dilakukan pada tanggal yang ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil untuk melakukan *predictive maintenance* itu dapat berupa getaran, temperature, *vibrasi*, *flow rate* dan lain – lainnya. Perencanaan *predictive maintenance* dapat dilakukan berdasarkan data dari operator di lapangan yang diajukan melalui work order ke departemen maintenance untuk dilakukan tindakan yang tepat sehingga tidak akan merugikan perusahaan.

2.8.2 *Unplanned Maintenance* (Pemeliharaan Tak Terencana)

Unplanned maintenance biasanya berupa *breakdown / emergency maintenance*. *Breakdown / emergency maintenance* (pemeliharaan darurat) adalah tindakan *maintenance* yang tidak dilakukan pada mesin / peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin / peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi. Melalui bentuk pelaksanaan pemeliharaan tak terencana ini, diharapkan penerapan pemeliharaan tersebut akan dapat memperpanjang umur dari mesin / peralatan dan dapat mempeprkecil frekuensi kerusakan.

2.8.3 *Autonomous Maintenance* (Pemeliharaan Mandiri)

Autonomous maintenance atau pemeliharaan mandiri merupakan suatu untuk dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi mesin / peralatan melalui kegiatan – kegiatan yang dilaksanakan oleh operator untuk memelihara mesin / peralatan yang mereka tangani sendiri. Prinsip – prinsip yang terdapat pada 5 S, merupakan prinsip yang mendasari *autonomous maintenance*, yaitu:

- Seiri (*clearing up*): Menyinkirkan benda – benda ynung tidak diperlukan.
- Seiton (*organizing*): Menempatkan benda – benda yang diperlukan dengan rapi.
- Seiso (*cleaning*): Membersihkan peralatan dan tempat kerja.
- Seiketsu (*standarizing*): Membuat standar kebersihan, pelumasan dan inspeksi.
- Shitsuke (*training and discipline*): Meningkatkan skill dan moral.

Autonomous maintenance diimplementasikan melalui 7 langkah yang akan membangun keahlian yang dibutuhkan operator agar mengetahui tindakan apa yang harus dilakukan. Tujuh langkah yang terdapat dalam *autonomous maintenance* adalah:

1. Membersihkan dan memeriksa (*clean and inspect*).
2. Membuat standar pembersihan dan pelumasan.
3. Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau (*eliminate problem and inaccessible area*).
4. Melaksanakan pemeliharaan mandiri (*conduct autonomous maintenance*).
5. Melaksanakan pemeliharaan menyeluruh (*conduct general inspection*).
6. Pemeliharaan mandiri secara penuh (*fully autonomous maintenance*).
7. Pengorganisasian dan kerapian (*organization and tidiness*).

2.9 Tugas dan Pelaksanaan Kegiatan *Maintenance*

Semua tugas – tugas atau kegiatan dari pada *maintenance* dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok yang berikut:

1. Inspeksi (*Inspections*).

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan dan pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) terhadap mesin / peralatan sesuai dengan rencana yang bertujuan untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai fasilitas mesin / peralatan yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli dan kegiatan pengembangan komponen atau peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian – penelitian terhadap kemungkinan pengembangan komponen atau peralatan juga berusaha mencegah terjadinya kerusakan.

3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya yaitu dengan memperbaiki seluruh mesin / peralatan produksi.

4. Kegiatan Administrasi

Kegiatan administrasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan – pencatatan mengenai biaya – biaya yang terjadi dalam melakukan kegiatan pemeliharaan, penyusunan planning dan scheduling, yaitu rencana kapan kegiatan suatu mesin / peralatan tersebut harus diperiksa, di *service* dan diperbaiki.

5. Pemeliharaan Bangunan

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian maintenance.

2.10 Analisa Produktivitas: *Six Big Losses* (Enam Kerugian Besar)

Kerugian dan tindakan – tindakan yang dilakukan dalam *Monte Carlo* tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin / peralatan dan meminimalkan *downtime* mesin / peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin / peralatan saja. Rendahnya produktivitas mesin / peralatan yang menimbulkan

kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin / peralatan yang tidak efektif dan efisien terdapat enam faktor yang disebut enam kerugian besar (*six big losses*). Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana sebaiknya sumber – sumber daya digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan *output*. Efisiensi merupakan karakteristik proses mengukur performansi aktual dari sumber daya relatif terhadap standar yang ditetapkan, sedangkan efektivitas merupakan karakteristik lain dari proses mengukur derajat pencapaian output dari sistem produksi. Efektivitas diukur dari aktual *output* rasio terhadap output direncanakan. Dalam era persaingan bebas saat ini pengukuran sistem produksi yang hanya mengacu pada kuantitas *output* semata akan dapat menyesatkan karena pengukuran ini tidak memperhatikan karakteristik utama dari proses yaitu: kapasitas, efisiensi dan efektivitas.

Menggunakan mesin / peralatan seefisien mungkin artinya adalah memaksimalkan fungsi dari kinerja mesin / peralatan produksi dengan tepat guna dan berdaya guna. Untuk dapat meningkatkan produktivitas mesin / peralatan yang digunakan maka perlu dilakukan analisis produktivitas dan efisiensi mesin / peralatan pada *six big losses*. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Downtime* (Penurunan Waktu)

- *Equipment failure/Breakdown* (Kerugian karena kerusakan peralatan).
- *Set-up and adjustment* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan).

2. *Speed losses* (Penurunan Kecepatan)

- *Idling and minor stoppages* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat).

- *Reduced speed* (Kerugian karena penurunan kecepatan).

3. *Defects* (Cacat)

- *Process defect* (Kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang).
- *Reduced yielded losses* (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil).

2.10.1 *Equipment Failure / Breakdowns* (Kerugian Karena Kerusakan Peralatan).

Kerusakan mesin / peralatan (*equipment failure breakdown*) akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia – sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk yang dihasilkan cacat.

2.10.2 *Set-up and Adjustment Losses* (Kerugian Karena Pemasangan dan Penyetelan).

Kerugian karena set-up dan *adjustment* adalah semua waktu set-up termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan – kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang dibutuhkan mesin / peralatan tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produk berikutnya sampai dihasilkan produk yang sesuai untuk proses selanjutnya.

2.10.3 *Idling and Minor Stoppages Losses* (Kerugian Karena Beroperasi Tanpa Beban Maupun Karena Berhenti Sesaat).

Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin / peralatan berhenti berulang – ulang atau mesin / peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk.

2.10.4 *Reduced Speed Losses* (Kerugian Karena Penurunan Kecepatan Operasi).

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi aktual kecil dari kecepatan mesin / peralatan yang telah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Menurunnya kecepatan produksi antara lain disebabkan oleh:

- Kecepatan mesin / peralatan yang dirancang tidak dapat karena berubahnya jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin / peralatan yang digunakan.
- Kecepatan produksi mesin / peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin / peralatan sesungguhnya.
- Kecepatan produksi sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin / peralatan dan kualitas produk yang dihasilkan jika diproduksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.

2.10.5 *Process Defect Losses* (Kerugian Karena Produk Cacat Maupun Karena Kerja Produk Diproses Ulang).

Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat dan biaya untuk pengerjaan ulang. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun memperbaiki cacat produk cuma sedikit akan tetapi kondisi seperti ini bisa menimbulkan masalah yang semakin besar.

2.10.6 *Reduced Yieled Losses* (Kerugian Pada Awal Waktu Produksi Hingga Mencapai Kondisi Produksi Yang Stabil).

Reduced yieled losses adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin / peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul tergantung pada faktor – faktor seperti keadaan operasi yang tidak stabil tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin / peralatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dihasilkan.

2.11 Pengertian Produk

Produk menurut Kotler dan Amstrong adalah segala sesuatu yang ditawarkan ke pasar untuk mendapatkan perhatian, dibeli, dipergunakan dan yang dapat memuaskan keinginan atau kebutuhan [konsumen](#).

Menurut Stanton, adalah suatu produk adalah kumpulan dari atribut-atribut yang nyata maupun tidak nyata, termasuk di dalamnya kemasan, warna, harga, kualitas dan merk ditambah dengan jasa dan reputasi penjualannya.

Menurut Tjiptono secara konseptual produk adalah pemahaman subyektif dari produsen atas “sesuatu” yang bisa ditawarkan sebagai usaha untuk mencapai tujuan organisasi melalui pemenuhan kebutuhan dan keinginan konsumen, sesuai dengan kompetensi dan kapasitas organisasi serta daya beli.

Lima Tingkatan Produk.

1. Manfaat dasar dari suatu produk yang ditawarkan kepada konsumen.
2. Bentuk dasar dari suatu produk yang dapat dirasakan oleh panca indra.
3. Serangkaian atribut-atribut produk dan kondisi-kondisi yang diharapkan oleh pembeli pada saat membeli suatu produk.
4. Sesuatu yang membedakan antara produk yang ditawarkan oleh badan usaha dengan produk yang ditawarkan oleh pesaing.
5. Semua argumentasi dan perubahan bentuk yang dialami oleh suatu produk dimasa datang.

2.12 Problem Solving

Problem solving adalah suatu proses mental dan intelektual dalam menemukan masalah dan memecahkan berdasarkan data dan [informasi](#) yang akurat, sehingga dapat diambil kesimpulan yang tepat dan cermat. *Problem solving* yaitu suatu pendekatan dengan cara *problem identifikation* untuk ketahap *syntesis* kemudian dianalisis yaitu pemilahan seluruh masalah sehingga mencapai tahap *application* selajutnya *komprehension* untuk

mendapatkan *solution* dalam penyelesaian masalah tersebut. (Qruztyan. Blogs. Friendster.com)

Pendapat lain *problem solving* adalah suatu pendekatan dimana langkah-langkah berikutnya sampai penyelesaian akhir lebih bersifat kuantitatif yang umum sedangkan langkah-langkah berikutnya sampai dengan penyelesaian akhir lebih bersifat kuantitatif dan spesifik (Qrustian Blogs Friendster.com).

Ini berarti orientasi pembelajaran *problem solving* merupakan investigasi dan penemuan yang pada dasarnya pemecahan masalah. Apabila *solving* yang diharapkan tidak berjalan sebagaimana yang diinginkan berarti telah terjadi di dalam tahap-tahap awal sehingga setiap engineer harus mulai kembali berfikir dari awal yang bermasalah untuk mendapatkan pemahaman menyeluruh mengenai masalah yang sedang dihadapi.

Penulis perlu menggunakan pendekatan yang terdiri dari tiga langkah untuk *problem solving*, dengan demikian konsep *problem solving* ini bukan [teori](#) belaka, tetapi telah terbukti keberhasilannya. Adapun tiga langkah *problem solving* adalah :

2.12.1 Mengidentifikasi masalah secara tepat

Secara konseptual suatu masalah (M) didefinisikan sebagai kesenjangan atau gap antara nerja actual dan targetkinerja (T) yang diharapkan, sehingga secara simbolik dapat dituliskan bersamaan; $M=T-A$. berdasarkan konsep seorang *problem solver* yang professional harus terlebih dahulu mampu mengetahui berapa atau pada tingkat mana kinerja actual saat ini, dan berapa atau tingkat mana

kinerja serta kita harus mampu mendefinisikan secara tegas apa masalah utama kita kemudian menetapkan pada tingkat mana kinerja actual kita sekarang dan kapan waktu pencapain target kinerja itu.

2.12.2 Menentukan Sumber Dan Akar Penyebab Dari Masalah

Suatu solusi masalah yang efektif, apabila kita berhasil menemukan sumber-sumber dan akar-akar dari masalah itu, kemudian mengambil tindakan untuk menghilangkan masalah-masalah tersebut.

2.12.3 Solusi Masalah Secara Efektif Dan Efisien.

Adapun langkah-langkah Solusi masalah yang efektif dan efisien yaitu:

1. Mendefinisikan secara tertulis
2. Membangun diagram sebab akibat yang dimodifikasi untuk mendefinisikan : a) akar penyebab dari masalah itu, b) penyebab-penyebab yang tidak dapat dikendalikan, namun dapat diperkirakan
3. Setiap akar penyebab dari masalah dimasukkan ke dalam diagram sebab akibat . sedangkan penyebab yang tidak dapat diperkirakan, didaftarkan pada sebab akibat itu secara tersendiri
4. Mendefiisikan tindakan atau solusi yang efektif melalui memperhatikan dan mempertimbangkan :
 1. Pencegahan terulang atau muncul kembali penyebab-penyebab itu.
 2. Tindakan yang diambil harus ada di bawah pengendalian kita.

3. Memenuhi tujuan dan target kinerja yang ditetapkan.

2.13 Quality

Kualitas / *Quality* adalah sebuah keharusan yang harus dijaga dan ditingkatkan bila sebuah perusahaan ingin tetap eksis dalam persaingan penjualan. Bukan hanya karena konsumen adalah raja namun saat ini konsumen sudah semakin cerdas dalam menentukan pilihan produk/jasa mana yang akan dibeli. Konsumen selalu beranggapan bahwa produk/jasa yang diperoleh harus sesuai dengan uang yang telah dikeluarkan. Sehingga penting bagi perusahaan penyedia produk/jasa untuk selalu menjaga kualitas agar supaya konsumen tidak berpaling ke perusahaan pesaing.

2.14 Customer Service

Customer service adalah setiap kegiatan yang ditujukan untuk memberikan kepuasan melalui pelayanan yang diberikan seseorang kepada kliennya dalam menyelesaikan masalah dengan memuaskan. Pelayanan yang diberikan termasuk menerima keluhan atau masalah yang sedang dihadapi.

Dengan kata lain pelayanan yang disediakan oleh suatu perusahaan untuk melayani kebutuhan dan memberikan kepuasan kepada pelanggan yang biasanya meliputi penerimaan order/pesanan barang, menjawab pertanyaan-pertanyaan atau memberikan informasi, dan penanganan keluhan-keluhan yang berhubungan dengan produk yang ditawarkan oleh perusahaan yang bersangkutan.

2.14.1 Tugas dan Fungsi *Customer Service*.

Tugas dan fungsi *customer service* adalah seorang *customer service* harus pandai dalam mencari jalan keluar untuk menyelesaikan berbagai masalah-masalah yang dihadapi oleh pelanggan atau tamunya. Tugas *customer service* yaitu memberikan pelayanan yang prima dan membina hubungan baik dengan nasabah, klien atau pelanggan. Seorang *customer service* juga harus bertanggung jawab dari awal sampai akhir dari pelayanan tersebut. *Customer service* juga berfungsi untuk:

- **Penerima Tamu** – Dalam hal ini Seorang *customer service* melayani pertanyaan-pertanyaan yang diajukan tamu serta memberikan informasi yang diinginkan selengkap mungkin secara ramah, sopan, menarik dan menyenangkan. Harus selalu memberi perhatian, bicara dengan suara jelas serta lembut, dan memakai bahasa yang mudah dimengerti klien.
- ***Customer Relation Office*** – Artinya bahwa *customer service* yaitu orang yang dapat membina hubungan baik dengan klien/pelanggan. Sehingga merasa puas, senang, dan juga semakin percaya. *Customer service* harus menyiapkan formulir ataupun brosur untuk tamu/klien, serta ikut membantu mengisi formulir.
- **Komunikator** – Dengan cara memberikan berbagai informasi dan kemudahan-kemudahan kepada tamunya, juga sebagai tempat menampung berbagai macam keluhan, keberatan ataupun sebagai tempat konsultasi.

2.14.2 Syarat Umum *Customer Service*.

- Syarat Fisik, antara lain:
 - Menarik dari segi wajah dan penampilan.
 - Memiliki tinggi badan serta berat badan harus proporsional.
Misalnya seperti: tinggi badan ideal untuk laki-laki minimal 165 cm & untuk perempuan minimal 160 cm.
 - Memiliki kesehatan jasmani maupun kesehatan rohani.
- Syarat Mental:
 - Memiliki mental yang kuat dalam melayani klien, sebab akan memberikan kepercayaan diri yang lebih baik, dapat memberikan keyakinan dan menimbulkan sifat kejujuran maupun tanggung jawab yang besar terhadap apa saja yang dilakukannya.
- Syarat Kepribadian
 - Energik dan juga gesit.
 - Rasa humor dan selalu ingin maju.
 - Mampu mengendalikan diri sendiri.
 - Tidak mudah marah atau tempramental.
 - Tidak terpancing untuk berkata-kata ataupun berbuat kasar.
- Syarat Sosial
 - Memiliki jiwa Sosial yang tinggi.
 - Bijaksana.
 - Mempunyai budi pekerti yang tinggi.
 - Pandai bergaul dan bersosialisasi dengan siapapun.

- Dapat bekerjasama serta berkomitmen dengan berbagai macam pihak.

2.15 *Warranty/Garansi*

Dalam dunia penjaminan untuk barang dikenal istilah *Guarantee* dan *Warranty*. Dalam kamus bahasa Inggris dan bahasa ala eyang google *Guarantee* ditranslatekan sebagai Jaminan. Sedangkan *Warranty* ditranslatekan sebagai garansi. Sementara dalam KBBI hanya dikenal kata garansi dengan arti seperti dijelaskan sebelumnya.

2.15.1 *Warranty*

adalah jaminan perbaikan dan penggantian item atau bagian barang/jasa. Apabila pembeli tidak puas atau jika barang/jasa tidak sesuai dengan yang diperjanjikan dalam masa tertentu maka penjual setuju untuk memperbaiki dengan mengganti item atau bagian yang rusak. Dalam pengertian ini *Warranty* bersifat parsial dan bisa disebutkan bagian dari *Guarantee*. Opsi yang diberikan oleh penyedia terhadap tidak tercapainya kualitas barang akibat kerusakan salah satu bagian barang adalah hanya penggantian bagian yang rusak saja.

pendapat lain mengenai pengertian *Warranty*, berasal dari Adrian Sutedi yang mengemukakan pengertian jaminan produk (*warranty*) adalah suatu jaminan atau garansi bahwa barang-barang yang dibeli akan sesuai dengan standar kualitas produk tertentu. Misalnya laptop, maka jaminan yang dimaksud adalah jaminan atau garansi bahwa barang – barang yang dibeli sesuai dengan standar kualitas produk laptop. Jika standart itu tidak dipenuhi, maka

pembeli atau konsumen dapat memperoleh ganti rugi dari pihak produsen/penjual.

2.15.2 *Guarantee*

adalah jaminan kualitas dari penjual atau produsen atau pabrikan atas barang/jasa yang dijual. Apabila pembeli tidak puas atau jika barang/jasa tidak sesuai dengan yang diperjanjikan dalam masa tertentu maka penjual setuju untuk mengganti atau mengembalikan uang pembeli. Dalam pengertian ini *Guarantee* bersifat menyeluruh dimana opsi yang diberikan oleh penyedia atas tidak tercapainya kualitas barang hanya dua, mengganti barang atau uang kembali.

Selain perbedaan diatas ada beberapa hal lagi yang membedakan antara *guarantee* dan *warranty* yaitu :

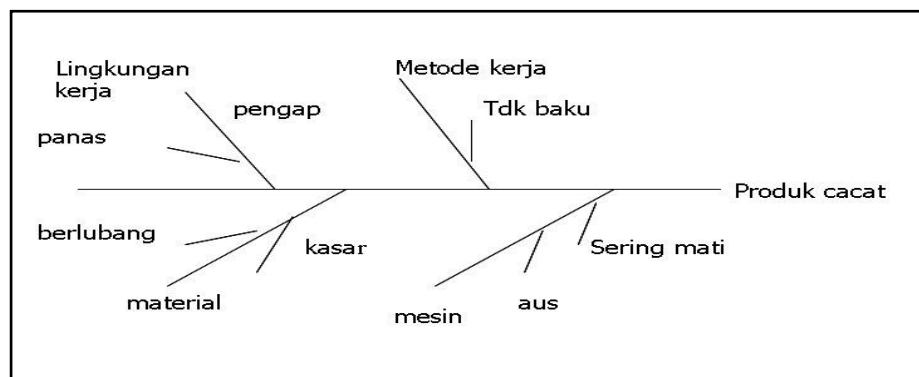
1. *Guarantee* selalu tidak dibebankan pada harga jual barang/jasa karena diberikan oleh pabrikan. Sementara *Warranty* umumnya telah dibebankan pada harga jual. Semakin lama masa *warranty* maka harga barang juga akan semakin tinggi karena boleh dibilang *warranty* dijadikan indikator tingginya kualitas barang.
2. Tidak seperti *Guarantee* yang diberikan oleh produsen/pabrikan, *warranty* biasanya disediakan oleh penjual retail atau distributor.

2.16 Alat Pengendalian Kualitas.

Alat pengendalian kualitas adalah macam alat dan Teknik yang berbentuk Grafik untuk meng-identifikasi dan menganalisa persoalan/permasalahan yang berkaitan dengan Kualitas dalam produksi.

2.16.1 Diagram Sebab Akibat.

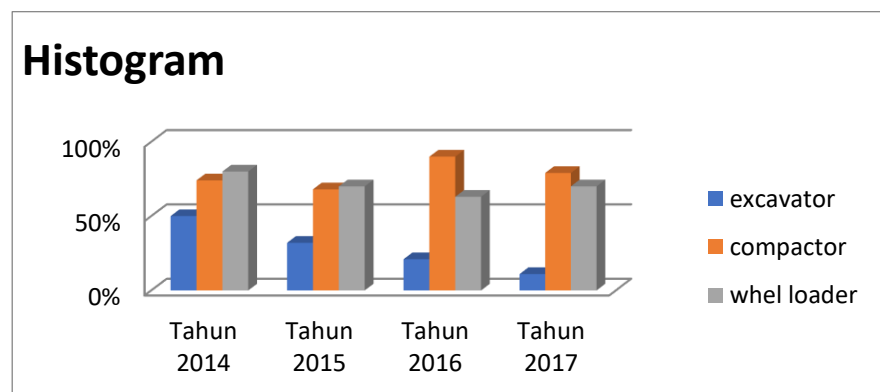
Cause and Effect Diagram dalam bahasa Indonesia sering disebut dengan Diagram Sebab Akibat, Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan-kemungkinan penyebab dari suatu permasalahan. Cause and Effect Diagram dikenal juga dengan Ishikawa *Chart*, ada juga yang menyebutnya sebagai *Fishbone Chart* karena bentuknya seperti “Tulang Ikan”.



Gambar 2.5: Contoh Gambar Fishbone Diagram

2.16.2 Histogram

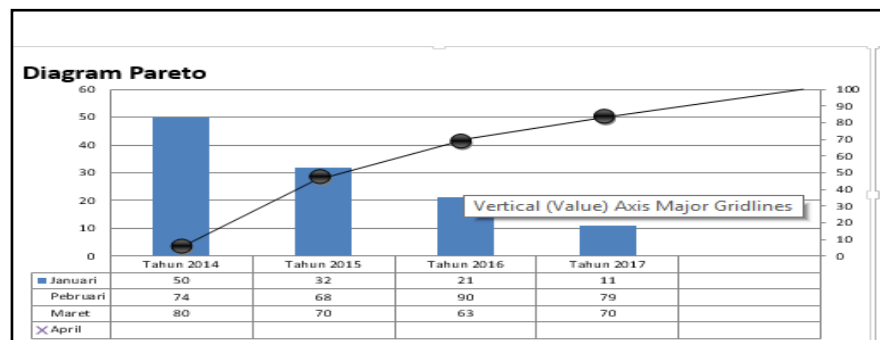
Histogram merupakan Grafik yang menunjukkan distribusi frequency atau seberapa sering suatu nilai itu terjadi dalam kegiatan pengambilan data.



Gambar 2.6: Contoh gambar Histogram

2.16.3 Pareto Diagram

Grafik yang berbentuk batang untuk menunjukkan faktor mana yang lebih signifikan. Pareto Chart merupakan salah satu alat dari alat pengendalian kualitas yang paling sering digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dari urutan paling banyak (paling sering terjadi) sampai ke urutan paling sedikit (paling jarang terjadi).



Gambar 2.7: Contoh gambar Diagram Pareto

2.16.4 Stratification (Stratifikasi)

Stratifikasi dalam QC 7 Tools adalah Pembagian dan Pengelompokan Data ke kategori-kategori yang lebih kecil dan mempunyai karakteristik yang sama. Tujuan dari Stratification (Stratifikasi) adalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab pada suatu permasalahan.

Stratifikasi	excavator	compactor	whel loader
Tahun 2014	50	74	80
Tahun 2015	32	68	70
Tahun 2016	21	90	63
Tahun 2017	11	79	70

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Profil Perusahaan

3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Intraco Penta, Tbk (INTA) merupakan perusahaan penyedia solusi peralatan berat di Indonesia. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1970, dan pada akhir Desember 2005 memiliki total aset Rp. 887,644 miliar. Bidang pekerjaan yang berhubungan adalah Industri pertambangan, minyak dan gas, konstruksi, kertas dan bubur kertas, perkayuan, petrokimia, semen, dan pertanian. Jenis produk yang diageni perusahaan seperti peralatan konstruksi Volvo, yang menduduki peringkat empat dunia di industri alat-alat konstruksi, Ingersoll-Rand Doosan yang populer di bidang konstruksi, dan aneka produk Bobcat, Mahindra Selain itu kami juga menghadirkan Palfinger crane, serta berbagai merek terkemuka lainnya.

PT Intraco Penta bukan hanya menjual peralatan-peralatan konstruksi, tapi juga kebutuhan-kebutuhan lain seperti *Component Rebuild Centre* (CRC), persediaan suku cadang, dan konstinasi kepada pelanggan untuk memastikan agar peralatan mereka bisa beroperasi secara terus menerus tanpa ada gangguan yang berarti. Dalam segi jasa perbaikan, melalui Kontrak Pemeliharaan Terpadu, yakni suatu program yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan pelanggan di tempat kerja mereka, para pelanggan akan merasa tenang karena ada jaminan peralatan mereka meraih tingkat

produktivitas yang tinggi. Bahkan jika dikehendaki pelanggan dapat juga membawa peralatan mereka ke salah satu dari bengkel-bengkel yang tersebar di seluruh Nusantara.

INTA sebagai Penyedia Solusi Total, Tidak sekedar menjual produk, tetapi juga menawarkan pembiayaan peralatan kepada para pelanggan, untuk melengkapi diri sebagai Penyedia Solusi Total. Sebagai bagian dari strategi korporasi, program ini didukung penuh oleh PT Intan Baruna Finance (IBF), perusahaan pembiayaan alat berat ritel yang diakuisisi INTA Finance, anak perusahaan yang dimiliki sepenuhnya oleh INTA pada tahun 2003. Untuk menyempurnakan konsep Penyedia Solusi Total, INTA menerapkan budaya yang mencakup *Care*, *Excellence*, dan *Synergy* (INTAces). INTA akan terus memainkan peranan penting dengan pendekatan istimewanya dalam melayani pelanggan: *No Limits to Caring* atau Kepedulian Tiada Batas.

Dengan dilatarbelakangi oleh pertumbuhan usaha yang signifikan maka untuk meningkatkan kepuasan pelanggan INTA Group membentuk anak usaha baru, yaitu PT. Intraco Penta Wahana (IPW) yang berfokus pada product Sinotruk, Bobcat, Ingersollrand (Doosan) dan Mahindra. Untuk Menjangkau seluruh pelanggan kami dan memberikan hasil yang memuaskan maka IPW telah siap melayani anda di 13 propinsi di Indonesia dengan 20 cabang yang tersedia. Berikut perjalanan PT INTRACOPENTA dari tahun ke tahun:

- 1970 : UD Intraco berdiri dengan bidang usaha distribusi suku cadang
- 1975 : Berganti nama menjadi PT. Intraco Penta
- 1982 : Sebagai Dealer dari NV.PD Pamitran untuk merk Clark Equip., and P&H Crane
- 1984 : Memperluas usaha dibidang alat berat dengan mengageni produk Renault Trucks, Lamborghini Farm Tractors (1991), Bell (1991)
- 1992 : Mengakuisisi NV.PD Pamitran beserta seluruh keagenannya, a.l. VME, P&H/PPM, Bobcat.
- 1993 : Go Public, dengan mencatatkan saham di Bursa Efek Jakarta
- 2001 : Implementasi program terintegrasi SAP – ERP
- 2002 : Reorganisasi perusahaan menjadi 3 regional: Jawa & Indonesia Timur, Kalimantan dan Sumatra
- 2003 : Mengakuisisi Intan Baruprana Finance (IBF)
- 2008 : Reorganisasi perusahaan menjadi sentralisasi
- 2011 : Membentuk anak usaha baru, yaitu PT. Intraco Penta Wahana (IPW) yang berfokus pada product Sinotruk, Bobcat, Ingersollrand (Doosan) dan Mahindra. Dan PT. Intraco Penta Prima Service (IPPS) yang berfokus pada product Volvo dan SDLG.

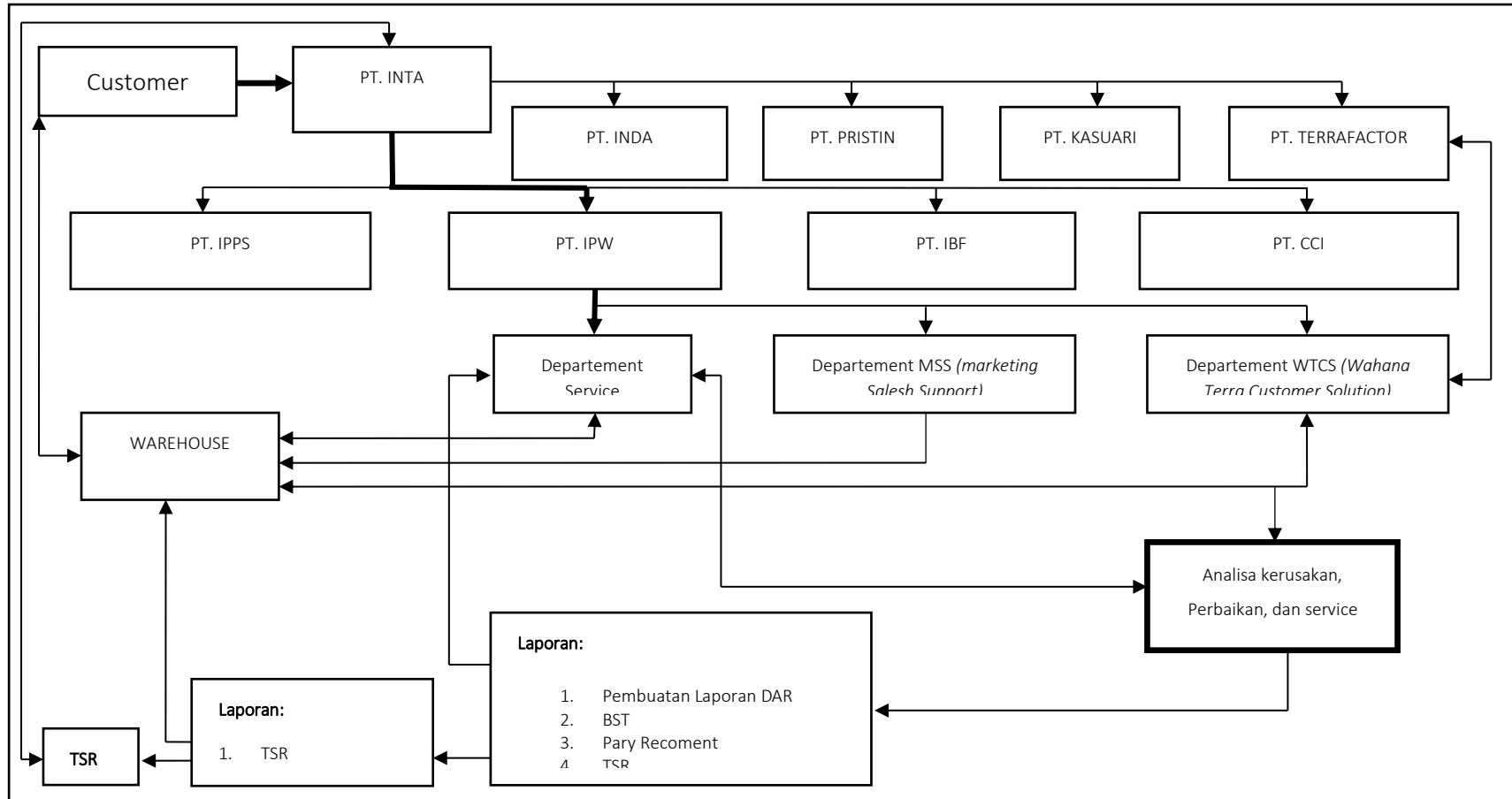
3.1.2 Visi

Perusahaan yang membangun ekonomi setempat (*Local Economy Development Enterprise*).

3.1.3 Misi

Menjadi penyedia solusi total dalam pengembangan ekonomi lokal yang berkelanjutan melalui kolaborasi yang saling menguntungkan dengan pelanggan, pemerintah dan mitra usaha *We are in the business of providing total solution that build sustainable local economy in profitable collaboration with client, governments and businesspartners*)

3.1.4 Skema Akar Masalah.



Gambar 3.1: Skema Pencarian Akar Masalah

Keterangan:

- **DAR (*Daily Activity Report*).**

Setiap mekanik membuat laporan kegiatan kerja harian setiap harinya, dan semua kegiatan yang telah dilakukan atau dikerjakan dibuat dalam bentuk laporan *Daily Activity Report* (DAR). Ini bertujuan sebagai pendukung untuk analisa kerusakan dan sebagai data perbaikan di perusahaan.

- **BAST (**Bertia Acara Serah Terima**).**

Jika mekanik selesai melakukan perbaikan, kemudian melakukan serah terima kendaraan dengan pelanggan dengan menggunakan pum/data BAST (**Berita Acara Serah Terima**), untuk penerimaan kendaraan yang telah dilakukan perbaikan oleh pihak mekanik service departemen.

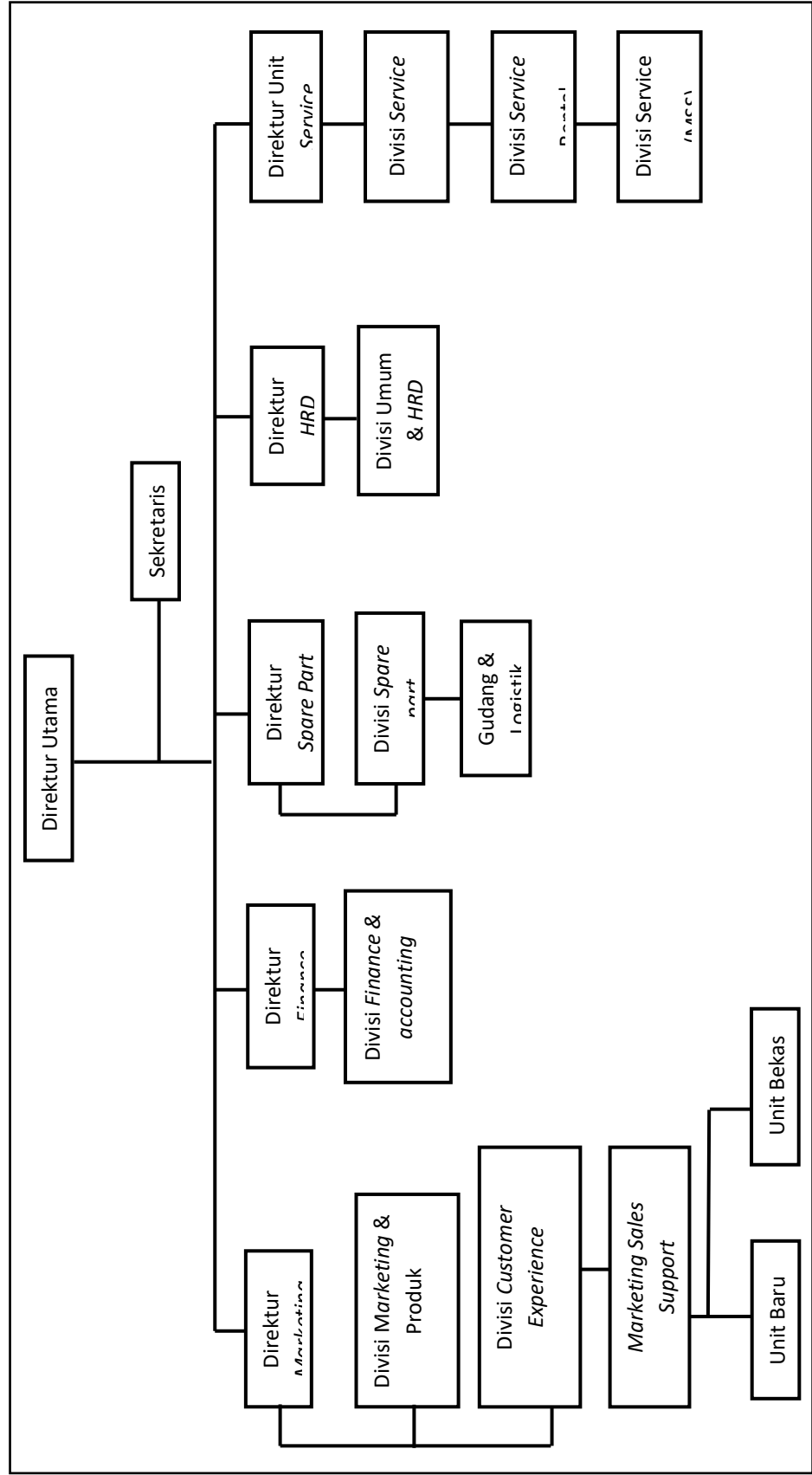
- **TSR (*Technical Service Report*).**

Semua laporan analisa kerusakan kendaraan yang ditemukan oleh mekanik dibuat lagi dalam bentuk TSR. Dan mekanik membuat laporan TSR dalam satu pekerjaan, tidak menutup kemungkinan untuk membuat beberapa TSR, karena TSR dibuat setiap satu masalah kerusakan atau penemuan analisa dibuat dalam satu laporan TSR. Jika terdapat beberapa kerusakan dalam satu unit maka TSR yang dibuat juga lebih dari satu. Jika penemuan kerusakan ditemukannya ada dua atau tiga penemuan maka TSR

yang di baut oleh mekanik juga tiga laporan TSR dan masing-masing TSR berisi satu permasalahan kerusakan.

3.1.5 Struktur Organisasi PT Intraco Penta Wahana.

Struktur organisasi keseluruhan dari PT Intraco Penta Wahana Sebagai Berikut:



Gambar 3.2: Skema Struktur Organisasi

3.2 Gambar umum unit Sinotruck

Untuk mengetahui sejauh mana suatu pelanggan mengetahui, memahami, dan memenuhi keinginan dari pengguna jasa atau unit kendaraannya, maka dilakukan suatu analisis yang bertujuan mengetahui tingkat kepuasan pelanggan. Analisis tingkat kepuasan dan kebutuhan pelanggan dilakukan dengan menggunakan beberapa metode kepuasan pelanggan diantaranya adalah metode *service quality* (servqual) untuk mengetahui tingkat kepuasan pelanggan, dan metode *monte carlo* untuk mengetahui prioritas yang harus diperhatikan oleh perusahaan demi upaya peningkatan kepuasan pelanggan pada pelayanan yang diberikan oleh perusahaan.



Gambar 3.3: Gambaran Umum Unit Sinotruck

Sinotruck adalah suatu produk atau kendaraan merek alat berat, kendaraan umum yang di produksi langsung dari Cina, yang menyediakan berbagai produk, seperti Mixer, Tipper, Cabin Chasis, Tractor Head, dan Hova. Sinotruck memang belum terlalu lama di pasarkan di indonesia, dan Sinotruck itu sendiri mulai di pasarkan oleh PT. Intraco Penta Wahana pada tahun 2011 sampai dengan saat ini.

Pada awal tahun 2011, PT. Intraco Penta Wahana (IPW) membeli produk sinotruck dengan total populasi unit mencapai 1000 unit Sinotruck dengan berbagai seri dan model. Unit Sinotruck tersebut di sebar di seluruh cabang yang tersebar di seluruh indonesia.

Melihat dari besarnya kebutuhan pasar saat itu, Inta Group yakin pada tahun 2012 penjualan produk ini bisa mencapai 150 unit di kawasan surabaya dan sekitarnya. Dari target 650 unit penjualan nasional. Saat itu Inta Group optimis target tersebut dapat tercapai, karena di lihat pada tahun 2011 berhasil mencatat kenaikan total penjualan alat berat sebesar 89.22% dari 835 unit di tahun 2010, dan 1.580 unit di tahun 2012.

Ditahun pertama pemasaran unit sinotruck memang mencapai target dan bahkan melebihi dari target yang di perkirakan, di tahun ke 2, dan ke 3 pemasaran unit Sinotruck mengalami penurunan di karenakan banyaknya persaingan, mulai berkurangnya pasar dan konsumen mulai mengenal produk Sinotruck.

Banyaknya kerusakan unit dengan *hour meter* yang sangat rendah membuat konsumen banyak yang mengeluh dan banyaknya yang komplain akibat kerusakan komponent part yang sangat cepat akibat kualitas material yang rendah, desain dan kontruksi yang salah sehingga membuat produk yang di pasarkan menjadi menurun.

Pada tahun 2014 PT. Intraco Penta wahana mulai menerapkan metode simulasi *monte carlo* untuk unit Sinotruck. Dengan berbagai tahap dengan tujuan untuk membuat produk sinotruck khususnya di PT. Intraco penta wahana (IPW) jadi lebih baik dan bisa bersaing di pasar-pasar kelas internasional.

3.3 Pengumpulan Data

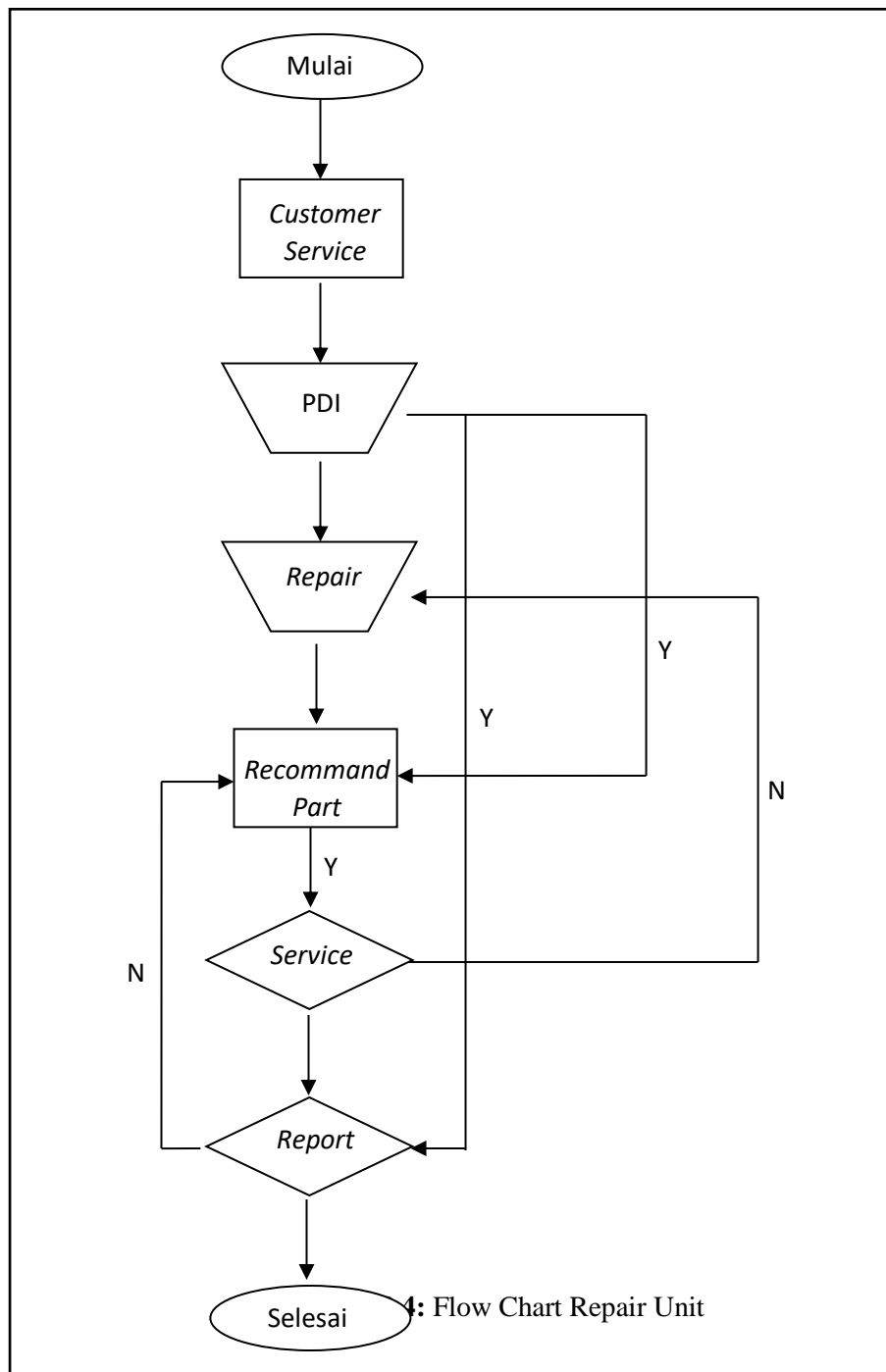
Data yang dikumpulkan pada penelitian ini yaitu data-data kerusakan pada kendaraan/unit Sinotruck. Pengumpulan data diambil dari beberapa sumber data, mulai dari wawancara dengan pihak perusahaan, pengambilan data kerusakan yang sudah terjadi sebelumnya dan pengumpulan data yang di ambil langsung dari kejadian-kejadian atau kerusakan yang terjadi pada kendaraan Sinotruck selama tiga bulan terakhir selama dalam masa kerja praktek.

3.4 Pengolahan Data




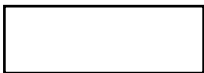
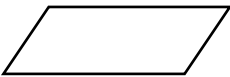
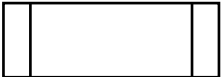
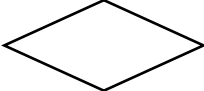


Pengolahan data dilakukan setelah mendapatkan berbagai data dan laporan kerusakan pada kendaraan Sinotruck. Data yang akan dikelolah

diantaranya data kerusakan unit, analisa kerusakan, data perbaikan, data part atau komponen, data *Breakdown* durasi, dan data hasil *Improvement part atau component* kendaraan Sinotruck.

3.5 Flow Chart Repair Unit



Keterangan:

	Terminator	Pemulaan/Akhir program
	Garis Alir (Flow Line)	Arah aliran program
	Preparation	Proses inisialisasi/pemberian harga awal
	Process	Proses perhitungan/proses pengolahan data
	Input/Output Data	Proses input/output data parameter, informasi
	Fredefine Frocess (sub Program)	Pemulaan sub program/proses menjalankan sub program
	Decision	Perbandingan, pernyataan penyeleksian data yang memberikan pilihan untuk langkah selanjutnya
	On Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada satu halaman
	Off Page Connector	Penghubung bagian-bagian flowchart yang berada pada halaman berbeda.

Gambar 3.5: Keterangan Garis Flow Chart

3.6 Data Umum Perusahaan.

Data umum perusahaan ini adalah data yang umum di gunakan dalam keseharian perusahaan dalam membuat laporan atau mencatat hasil laporan kerusakan, perbaikan dan lain-lain.

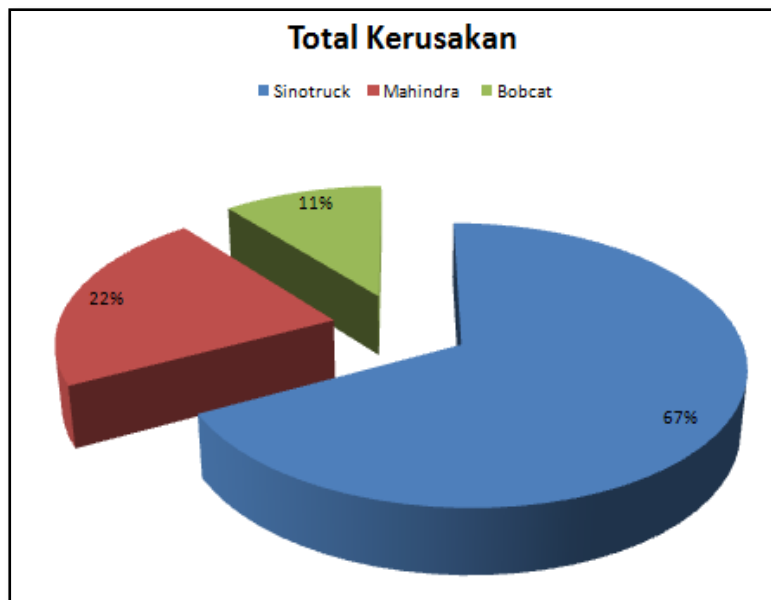
3.6.1 Data Unit *Problem / Breakdown*

Pada **Tabel 3.1** ini dijelaskan mengenai perbandingan kendaraan yang paling banyak mengalami kerusakan atau populasi unit *breakdown* pada PT. Intraco Penta Group dalam tiga bulan terakhir dihitung mulai tanggal 23 Oktober 2017 s/d 23 Januari 2017

Tabel 3.1: Data Kerusakan Dari Semua Produk

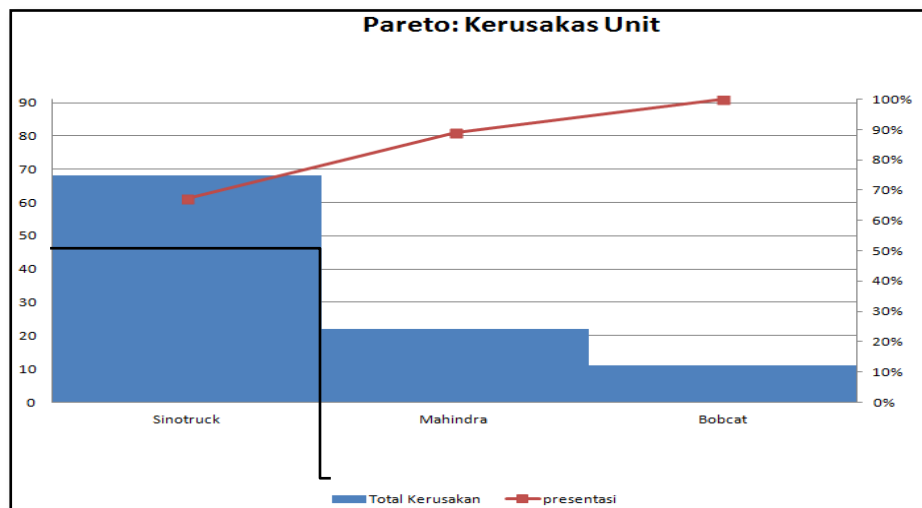
No.	Jenis Kendaraan	Total Kerusakan	Persentase Kerusakan
1	Sinotruck	68	67%
2	Mahindra	22	22%
3	Bobcat	11	11%

Tabel 3.1. ini dijelaskan presentasi kerusakan yang paling banyak mengalami kerusakan atau unit *Breakdown* pada ketiga unit/kendaraan yang di pasarkan oleh PT. Intraco Penta Wahana pada 3 bulan terakhir.



Gambar 3.6: Presentasi Kerusakan Kendaraan

Jika dibuat dalam diagram pareto maka kita dapat mengetahui sumber masalah yang paling banyak terjadi pada kendaraan dalam tiga bulan terakhir



Gambar 3.7: Grafik Pareto Kerusakan Tertinggi

Grafik Pareto di atas menjelaskan bahwa kerusakan yang paling banyak dalam tiga bulan terakhir adalah kendaraan Sinotruck. Dan inilah alasan kenapa dalam penelitian tugas akhir ini lebih fokus pembahasan pada kendaraan Sinotruck, karena pada saat kerja praktek, masalah yang banyak di temukan dari ke tiga merek adalah kendaraan dengan merek Sinotruck.

Alasan memilih Unit Sinotruck untuk dijadikan pusat penelitian simulasi *monte carlo*, karena kendaraan Sinotruck ini memiliki banyak Problem yang membuat kendaraan/unit Sinotruck menjadi banyak yang *Breakdown*, banyaknya keluhan dari pelanggan sehingga kualitas dan daya pasar menjadi menurun.

3.6.2 Data kerusakan kendaraan Sinotruck

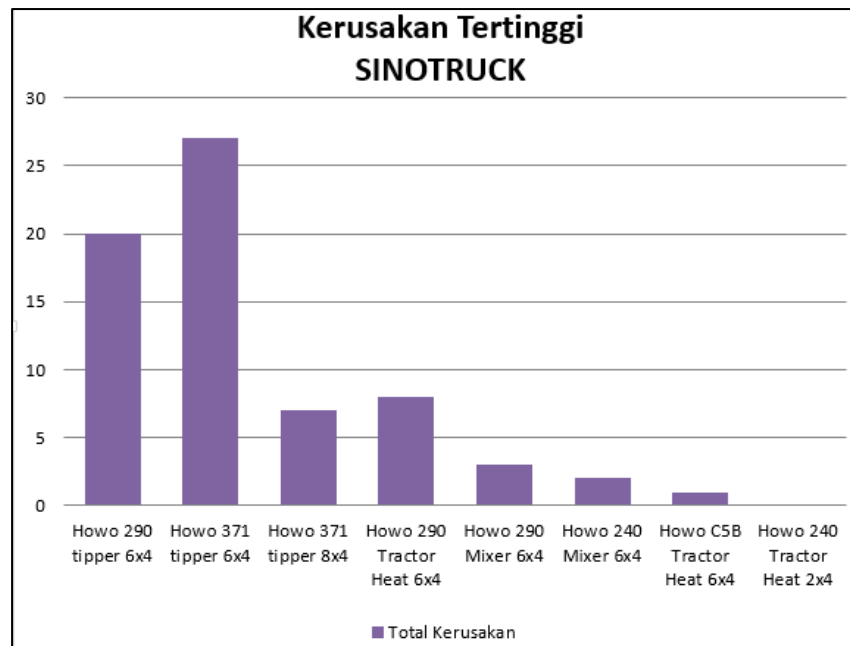
Pada **Tabel 3.2** ini dijelaskan mengenai perbandingan kendaraan yang paling banyak

Tabel 3.2: Data Kerusakan Semua Unit Sinotruck.

No	Nama Kendaraan	23/10/17 23/11/17	23/11/17 23/12/17	23/12/17 23/01/18	Total Kerusakan
1	Howo 290 tipper 6x4	6	6	8	20
2	Howo 371 tipper 6x4	11	9	7	27
3	Howo 371 tipper 8x4	3	3	1	7
4	Howo 290 Tractor Heat 6x4	2	3	3	8

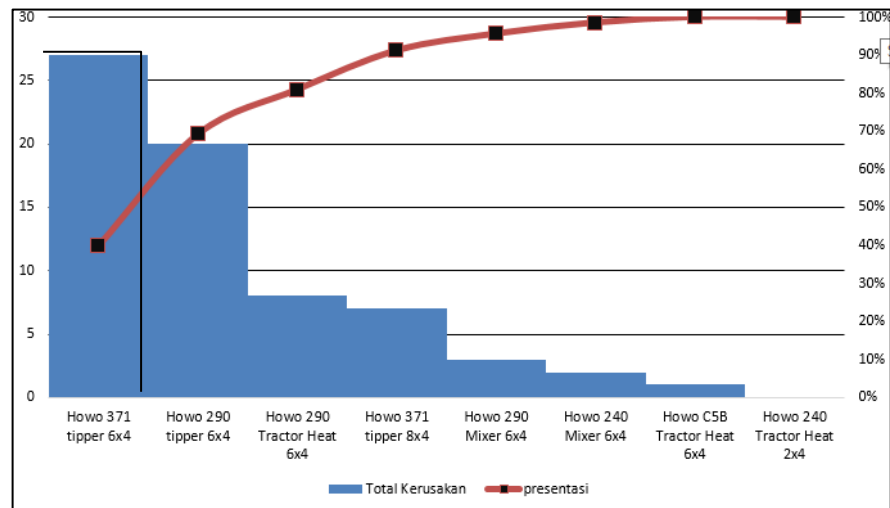
5	Howo 290 Mixer 6x4	2	1	0	3
6	Howo 240 Mixer 6x4	1	1	0	2
7	Howo C5B Tractor Heat 6x4	0	0	1	1
8	Howo 240 Tractor Heat 2x4	0	0	0	0
Total Kerusakan					68

Dilihat dari tabel di atas, total kerusakan unit sinotruck sebesar 68 unit, dan presentasi kerusakan sesuai (Gambar 3.6.1.1: Presentasi kerusakan kendaraan) presentasi di atas sebesar 67 % kerusakan. Dan angka ini menunjukkan angka tertinggi kerusakan dari semua jenis kendaraan yang di pasarkan pada PT. IPW tersebut.



Gambar 3.8: Grafik Kerusakan Tertinggi Sinotruck

Pada Grafik di atas menunjukkan kerusakan yang paling tertinggi dari semua *Brand* kendaraan sinotruck, dan kerusakan tertinggi ditunjukkan pada kendaraan Sinotruck dengan *Brand*/Merek Howo 371 Tipper 6x4



Gambar 3.9: Pareto Kerusakan Tertinggi Sinotruck

Grafik di atas bertujuan untuk lebih mempermudah peneliti untuk lebih fokus pada dasar permasalahan yang sedang di alami oleh suatu perusahaan dan peneliti bisa lebih fokus pada permasalahan-permasalahan yang paling sering terjadi kerusakan pada kendaraan Sinotruck.

3.6.3 Data Kerusakan Howo 371 Tipper 6x4.

Data tabel di bawah ini akan menjelaskan lebih detail kerusakan yang sering terjadi khususnya pada kendaraan Sinotruck Howo 371 tipper 6x4, sehingga dengan adanya data ini maka akan lebih memperkecil permasalahan yang sering terjadi pada perusahaan

dan kendaraan Sinotruck akibat kerusakan yang sering terjadi pada komponent Sinotruck dalam jangka waktu yang sangat singkat.

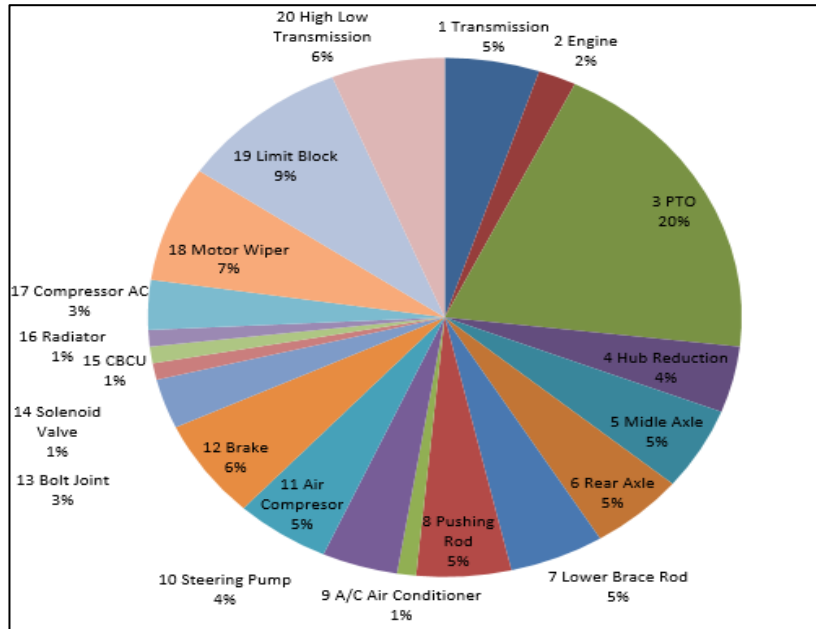
Dengan menerapkannya metode simulasi *monte carlo*, maka perusahaan dapat dengan mudah memperkecilnya permasalahan yang ada dan lebih fokus untuk menganalisa permasalahan yang terjadi pada kendaraan Sinotruc tersebut, perusahaan tidak akan salah dalam melakukan *Inprovement* apabila sudah menjalankan metode tersebut.

Tabel 3.3: Komonent Howo 371 Tipper 6x4 yang sering rusak.

No	Nama Komonent/Part	Qty	Keterangan
1	Transmission	5	5%
2	Engine	2	2%
3	PTO	19	20%
4	Hub Reduction	4	4%
5	Midle Axle	5	5%
6	Rear Axle	5	5%
7	Lower Brace Rod	5	7%
8	Pushing Rod	5	5%
9	A/C Air Conditioner	1	1%
10	Steering Pump	4	4%
11	Air Compresor	5	5%
12	Brake	6	6%
13	Bolt Joint	3	3%
14	Solenoid Valve	1	1%
15	CBCU	1	1%
16	Radiator	1	1%
17	Compressor AC	3	3%
18	Motor Wiper	7	7%
19	Limit Block	9	9%

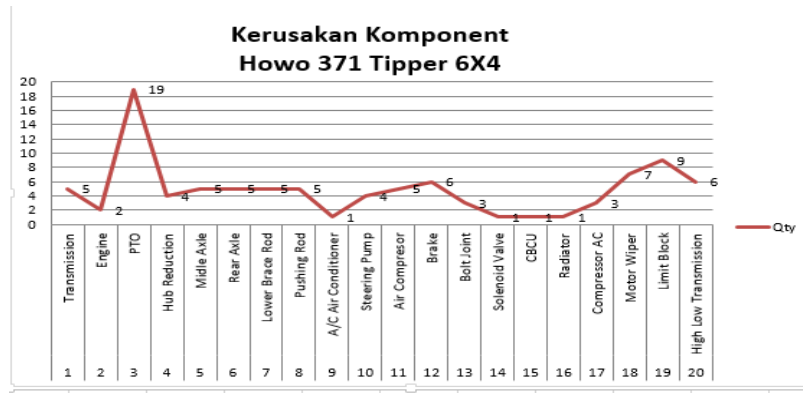
20	High Low Transmission	6	6%
Jumlah		97	100%

Presentasi Kerusakan

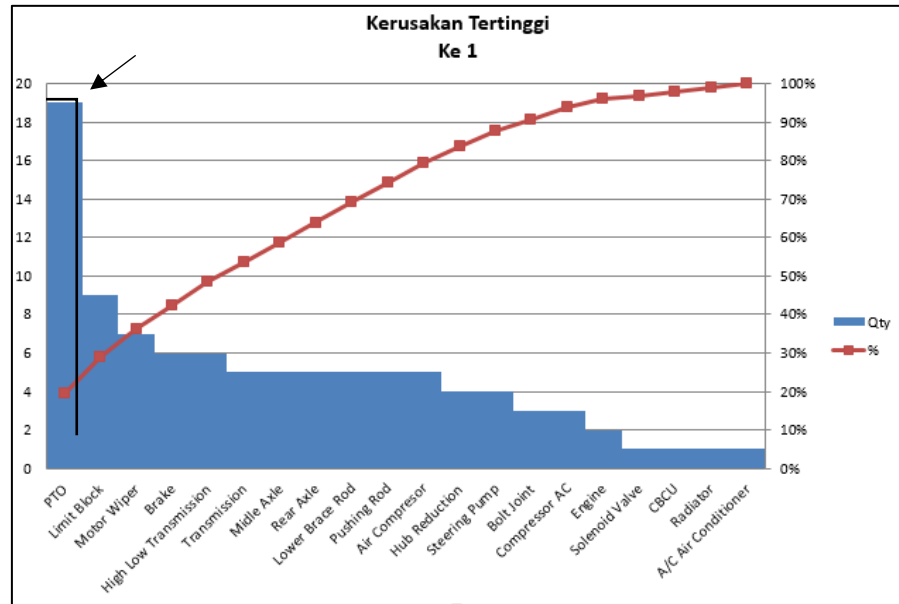


Gambar 3.10 : Presentasi Kerusakan Komponent

Howo 371 Tipper 6x4

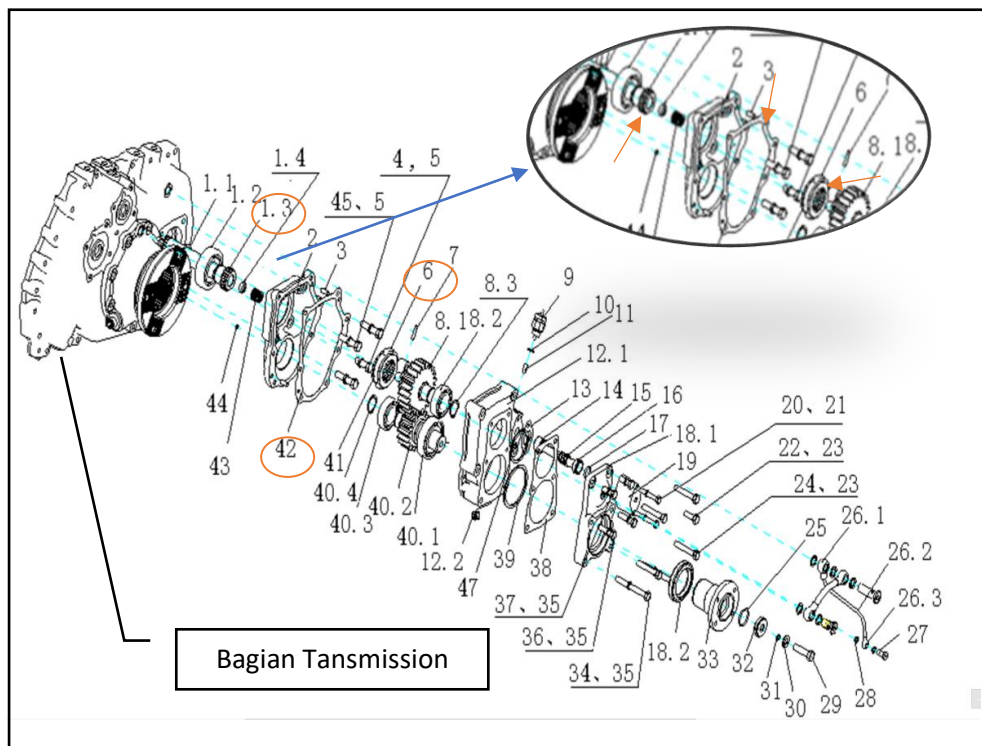


Gambar 3.11 : Kerusakan Komponen Howo 371 Tipper 6x4



Gambar 3.12 : Grafik Kerusakan Komponen Tertinggi Pertama Pada Howo 371 Tipper 6x4

3.7 Nama dan Susunan Komponen PTO.



Gambar 3.13 : Susunan Komponen Dan Nama Komponen PTO

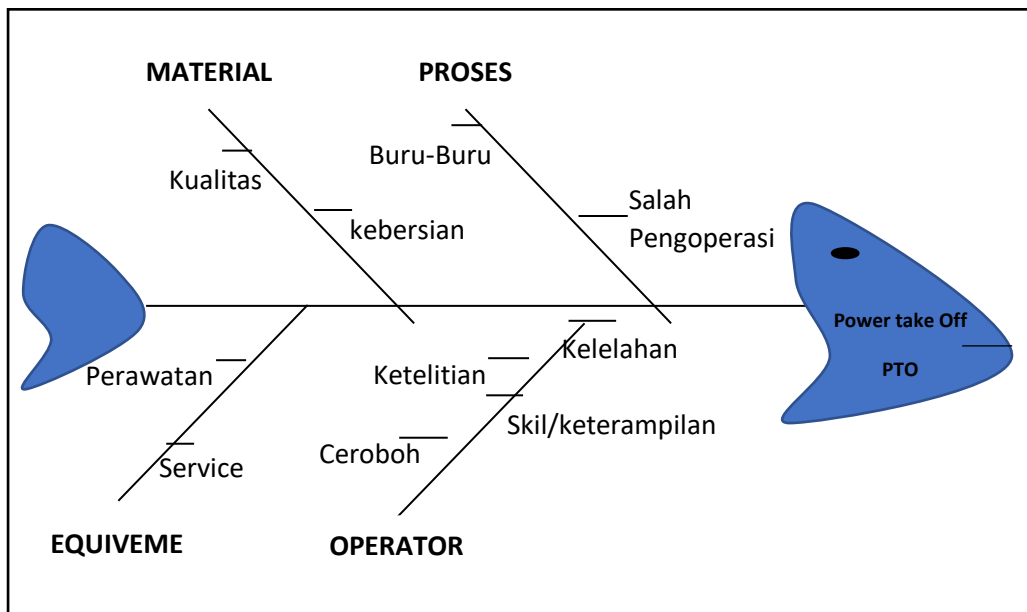
Tabel 3.4: Nama komponen *Power Take Off*

No.	Nama Komponen	Qty	Keterangan
1	Spline shaft assembly	1	
1.1	Snap ring	1	
1.2	Roll bearing	1	
1.3	Shaft	1	
1.4	Thrust ring	1	
2	PTOfront House	1	
3	Cylinder pin	1	
4	Screw	2	
5	Washer	1	
6	Fork	4	
7	Cylinder pin	1	
8	Input gear shaft Assembly	1	
8.1	Input gear shaft	1	
8.2	Bearing	1	
8.3	Snap ring	1	
9	Pressure Switch	1	
10	Washer	1	
11	Pin	1	
12	PTO	1	
12.1	PTO back house	1	
12.2	Plug	1	
13	Paper gasket	1	
14	Sleeve	1	
15	Spring	1	
16	Fork shaft	1	
17	o-ring	1	
18	Cover	1	

18.1	Cover	1	
18.2	Oil sealing	1	
19	Cylinder	2	
20	Screw	2	
21	Washer	1	
22	Screw	5	
23	Washer	4	
24	Screw	1	
25	o-ring	1	
26	Oil inlet tube	1	
26.1	Rotary joints body	1	
26.2	Pipe	1	
26.3	Rotary joints body	1	
27	Female screw	2	
28	Washer	1	
29	Screw	1	
30	washer	1	
31	o-ring	1	
32	Plate	1	
33	Flange	2	
34	Screw	6	
35	Washer	2	
36	Screw	2	
37	Screw	1	
38	Paper gasket	1	
39	Ring	1	
40	Gear shaft ass	1	
40.1	Bearing	1	
40.2	gear shaft	1	
40.3	Bearing	1	

40.4	Snap ring	1	
41	Sleeve	1	
42	Paper gasket	1	
43	Nedle bearing	1	
44	o-ring	3	
45	Screw	1	
46	Ring	1	

3.8 Fishbone Diagram Penyebab kerusakan



Gambar 3.14: Diagram Penyebab Kerusakan (Fishbone)

3.9 Faktor Terjadinya Kerusakan.

Kerusakan yang terjadi pada komponen Howo 371 Tipper 6x4 di akibatkan karena berbagai faktor antara lain:

1. Kesalahan Dalam Pengoperasian.
2. Beban yang di muat tidak sesuai standar kendaraan.
3. Jalanan yang di lewati tidak layak

4. Lemahnya material pada komponen kendaraan Sinotruck
5. Pengoperasian kendaraan tidak sesuai standar OMM
6. Tidak menjalankan Service Berkala.
7. Desain komponen pada kendaraan tidak maksimal.

Dari beberapa poin kerusakan di atas, kerusakan yang paling sering terjadi diantaranya poin no. 7 yaitu, yang di gunakan pada kendaraan Sinotruck serta desain komponen/part yang di digunakant tidak begitu baik dalam fungsinya sehingga komponen atau part dari kendaraan sinotruck itu sendiri banyak yang tidak tahan atau seringnya terjadinya kerusakan dalam pemakaian kendaraan dalam jangka waktu yang sangat singkat. Hal ini bisa mempengaruhi keyakinan pelanggan untuk membeli atau memperoleh suatu prodak yang di pasarkan oleh perusahaan IPW tsb.

Tabel 3.5: Perencanaan Perbaikan/5W 1H

No.	Penyebab	Apa <i>What</i>	Siapa <i>Who</i>	Dimana <i>Where</i>	Kapan <i>When</i>	Kenapa <i>Why</i>	Bagaimana <i>How</i>
1	Operator	Tidak memahami cara pengoperasiannya	Tino	Saat Menaikan Dump, mengaktifkan PTO sering salah	Setiap bekerja atau membuang muatan.	Karena kurangnya pengetahuan operator tentang pengoperasian sehingga operator kurang hati-hati	Setiprainning Morning Talk, operator selaluh di ingatkan dan minimal 6 bulan sekali di berikan
2	Oper Muatan	Muatan tidak sesuai spek unit yang di gunakan	Sapri	Di perusahaan minning nickel	Setiap pengisian muatan, muatan yang di isi tidak di takar	Kurangnya pengetahuan seorang operator bagian pengisian muatan	operator dilakukan training dan diharapkan untuk mengenal setiap unit yang mau di isi muatan dengan berat beban dan spek yang sama.
3	Medan	bergelombang, becek dan berlumpur	PT. Sashikirana	Di pertambangan Nickel sulawesi tenggara	Setiap musim unit selalu di operasikan untuk mencapai target	Karena di perusahaan suatu customer mempunyai target, sehingga jalan dan musim hujan tidak menjadi kendala bagi mereka	Selalu mengutamakan safety dan jalan yang sering di lalui harus stand buy alat berat untuk memperbaiki jalan yang rusak.
4	Material	Kurang berkualitas	PT. Sinotruck	Di bagian komponent PTO kurang berkualitas	Setiap 40.000 KM unit PTO sudah bermasalah	Karena kurangnya kualitas barang dan analisa pabrikasi part dan komponent sehingga unit kurang berkualitas	Melakukan analisa ulang dan melakukan modifikasi secara langsung untuk menghindarinya terjadinya kerusakan yang berlanjutan

5	Service	Unit akan mengalami kerusakan.	PT. Andalniaga	Dilokasi kerja taransportasi umum	24-Sep-17	Karena tidak memperhatikan service periodik unit.	Setelah melakukan service, agar selalu memberitahukan atau mengingatkan kepada operator untuk service berikutnya.
---	---------	--------------------------------	----------------	-----------------------------------	-----------	---	---

3.10 Petunjuk Standar Pengoperasian PTO (Power Take Off)

3.10.1 Pengoperasian PTO

3.10.1.1 Menaikan Dump/Vessel (Engage PTO)

- Pasang Parking Brake, Level transmission pada posisi Neutral Gear
- Injak/tekan pedal kopling, setelah 3 detik kemudian aktifkan switch PTO (Secara Bersamaan).

Note: Setelah PTO tersambung, lampu indikator pada instrumen panel akan menyala dan alarm berbunyi seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.15: Swit PTO Dan Lambang PTO Saat

Dilakukan Pengaktifan.

- Operasikan *Lever valve* untuk *cylinder dump* kebawah/ke depan (Posisi *valve dumping* sebelah kanan bawah operator)
- Disarankan saat menaikan dump RPM engine sekitar 1000 rpm.

3.10.1.2 Menurunkan Dump/Vessel (Release PTO)

- Injak/tekan pedal kopling, setelah 3 detik kemudian matikan/nonaktifkan switch PTO (Secara Bersamaan).
- Operasikan lever valve untuk cylinder dump ke atas/kebelakang. Untuk menurunkan bak dump.
- Disarankan saat menurunkan/lowering dump sebaliknya engine posisi rpm low.

3.10.2 Pengoperasian Unit Saat Dumping & Setelah Dumping

3.10.2.1 Saat akan Dumping (Pembuangan)

- Posisikan unit pada tempat yang datar, hindari dari area yang terlalu miring dan amblas.
- Jangan paksakan dumping jika posisi terlalu miring
- Lakukan dumping (Pembuangan Muatan), Operasikan sesuai standar pengoperasian PTO saat menaikan dump

3.10.2.2 Setelah Melakukan Dumping/pembuangan muatan.

- Turunkan dump sesuai standard pengoperasian PTO saat menurunkan dump.
- Pastikan posisi dump/vessel sudah turun sebelum menjalankan unit.
- Dilarang menjalankan unit (bergerak maju)saat cylinder dumpmasih extend (Dump masih posisi diatas) atau dump masih belum turun.

- Apabila saat menurunkan dump dan cylinder dump tidak bisa turun dikarenakan tertahan oleh material dari pembuangan unit maju kedepan sejaralah perlahan sampai cylinder dump bisa diturunkan.
- Kesalahan dalam pengoperasian bisa menyebabkan cylinder dump bengkok, braket dump bengkok dan bolt braket dump patah.

3.11 Analisa Kerusakan PTO

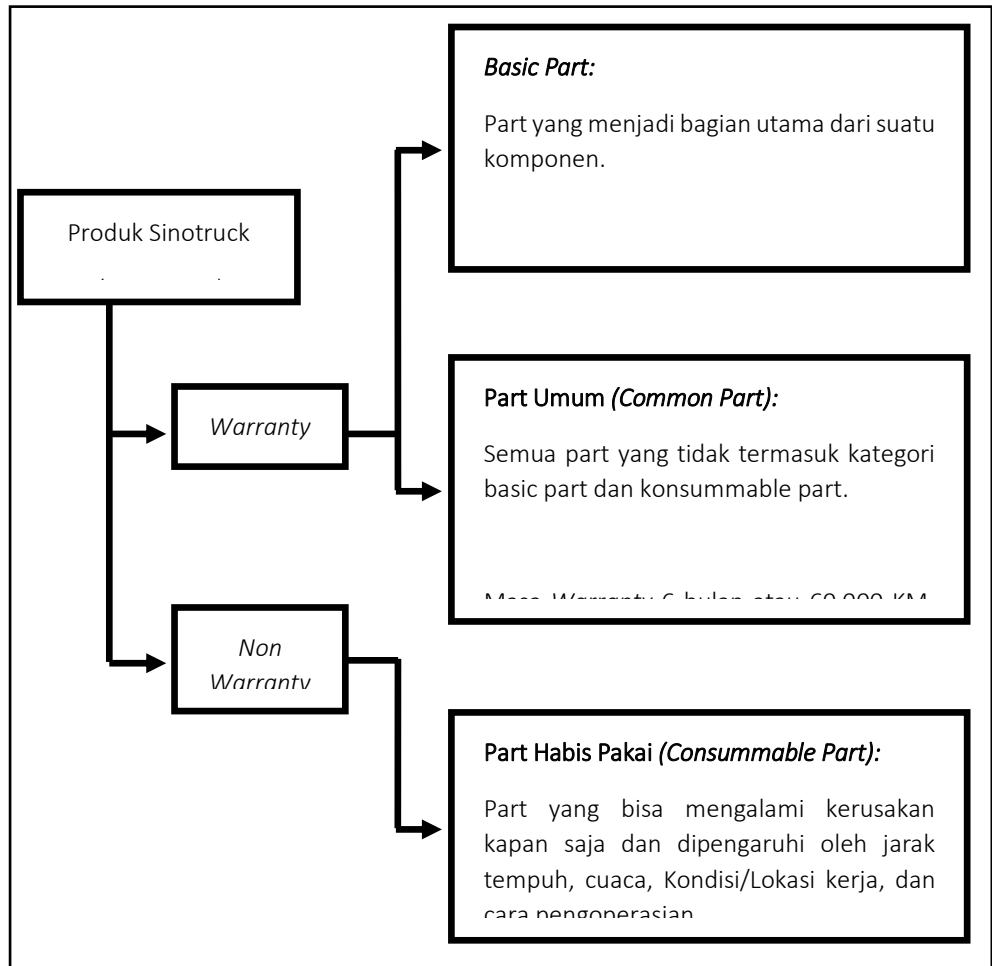
Kerusakan yang terjadi pada PTO disebabkan oleh 2 kemungkinan yaitu karena dua faktor:

3.11.1 Kerusakan PTO Yang Disebabkan Oleh Kesalahan Dalam Pengoperasian.

Kesalahan dalam pengoperasian sangat mempengaruhi ketahanan (*Lifetime*) dari komponen *hydraulic system* seperti *hydraulic pump, control valve*, dll

Jika pengoperasian PTO tidak sesuai prosedur/standar operasi maka komponen atau part dari PTO akan mengalami kerusakan dalam jangka waktu yang lebih cepat dari *Hour Meter* yang ditentukan. Dan *warranty* akan hilang jika diketahui pengoperasian tidak sesuai standar dari kendaraan yang ditentukan.

Berikut Ketentuan dan batasan *warranty* Sinotruck:



Gambar 3.16: Petunjuk SOP *Warranty* Di Perusahaan.

3.11.2 Kerusakan komponen PTO disebabkan karena desain serta material yang berkualitas rendah.

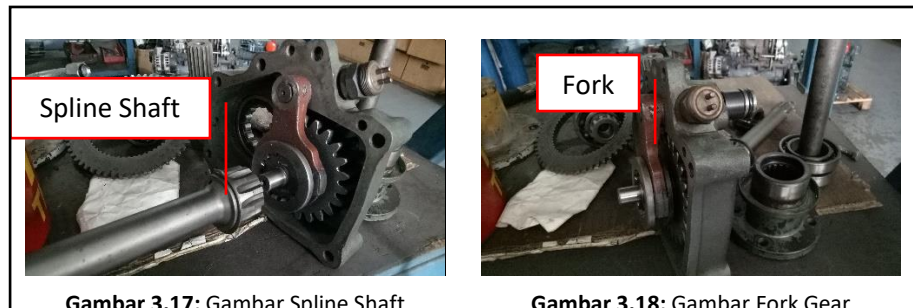
Hasil pengecekan dan analisa permasalahan pada unit tidak bisa dumping dan terdapat bunyi- bunyi (*Noise*) saat pengaktifan PTO, terjadi karena bearing shaft PTO tidak bisa memegang shaft PTO sehingga saat Coupling PTO bergerak untuk menyambung dengan Shaft , yang terjadi shaft PTO tersebut ikut terdorong/bergeser

kedalam akibatnya PTO tidak bisa terhubung, noise dan unit tidak bisa dumping.

Jika komponen pada kendaraan sering mengalami *Problem*, Di situ mekanik bertanggung jawab untuk bisa menganalisa penyebab kerusakan yang terjadi pada komponen, seperti halnya Komponen PTO. Komponen PTO sering sekali dan hampir semua populasi kendaraan Howo 371 Tipper 6x4 mengalami keluhan dan kerusakan yang sama.

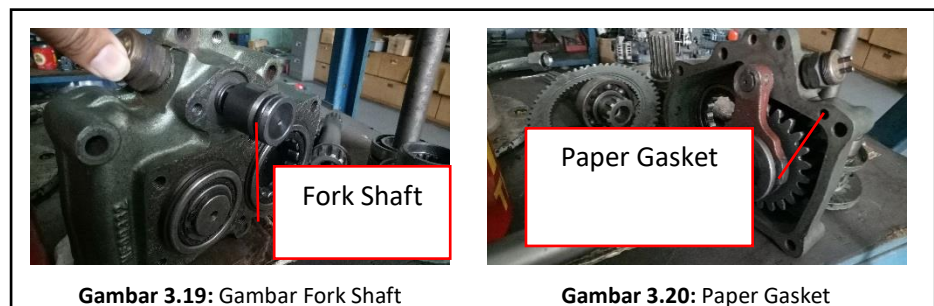
3.11.3 Sistem Kerja PTO

Perhatikan gambar di bawah ini:



Gambar 3.17: Gambar Spline Shaft

Gambar 3.18: Gambar Fork Gear



Gambar 3.19: Gambar Fork Shaft

Gambar 3.20: Paper Gasket

Ketika PTO di aktifkan, *Spline shaft gear* dengan gear hydraulic pump PTO (*Fork*) akan menyatuh. Dimana *Spline shaft gear* berputar secara terus menerus dengan putaran yang dihasilkan dari dalam transmission dan gear penyambung (*Fork*) dari hydraulic

pump dump free. Keduanya tersambung saat tombol PTO di aktifkan, maka fork gear hydraulic pump akan bergerak menyambung dengan *fork shaft gear*. Jika antara kedua gear ini tidak Engage maka akan menimbulkan suarah gesekan antara gear tersebut.

Permasalahan yang sering terjadi adalah pada saat pedal kopling di lepas kendaraan akan terdengar suarah antara *Spline Shaft gear transmission* dengan *Fork gear* PTO. Kedua gear tidak ketemu sehingga menimbulkan bunyi atau suarah yang sangat berisik secara terus menerus.

3.11.4 Sistem Analisa Mekanik

Melakukan analisa kerusakan pada PTO, Mekanik harus mengerti dan memahami sistem kerja PTO pada kendaraan sinotruck tersebut. Karena pada saat membongkar komponen PTO mekanik akan melakukan pemeriksaan kerusakan dan keanehan yang terjadi pada komponen tersebut. Dengan memahami sistem kerja maka mekanik dapat mengenal dan memahami penyebab kerusakan yang sering terjadi pada komponen kendaraan (PTO).

3.11.5 Kesimpulan

Dari analisa yang telah dilakukan di atas maka kita dapat menarik kesimpulan bahwa :

1. Kerusakan yang sering terjadi pada *power take off* diakibatkan karena komponen dari *spline shaft* tidak ada penahan ketika terjadi dorongan antara *spline shaft* dengan *gear fork*.

2. Pada komponen *power take off*, komponen yang sering rusak atau dilakukan penggantian antaranya:

a. *Spline shaft*

Spline Shaft tersambung secara langsung dengan *transmission/transmisi* dan *spline shaft* berputar mengikuti putaran transmisi (komponen pemindahan kecepatan unit), ketika *transmission* berputar maka *splindr shaft* ikut berputar.

b. *Fork*

Fork berada pada bagian luar transmisi, dimana *fork* tersambung dengan *spline shaft* ketika PTO diaktifkan. Di bagian penyambungan ini lah *fork* dengan *spline shaft* sering terjadi kerusakan, karena kesalahan dalam pengaktifan *switch* PTO sehingga kedua gear *fork* dengan *spline shaft* tidak tersambung dengan baik, sehingga terjadinya kerusakan pada kedua komponen tersebut.

c. *Paper gasket*.

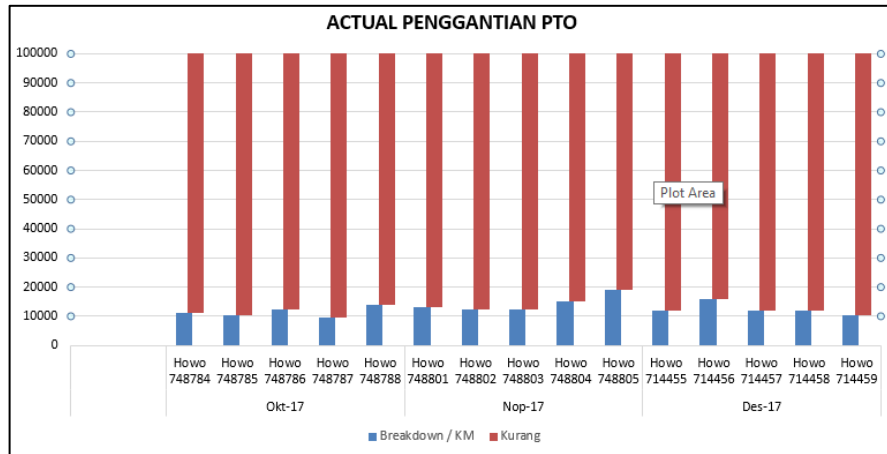
Ketika terjadinya kerusakan pada kedua komponen di atas, maka dilakukanya pembongkaran pada komponen PTO tersebut. Setelah dilakukan perbaikan atau pembongkaran maka saat dilakukanya perakitan *paper gasket* harus di ganti karena setiap pembongkaran *paper gasket* akan rusak. apabila tidak dilakukan penggantian maka kemungkinan besar akan terjadinya kebocoran pada setiap sambungan komponen PTO tersebut.

3.12 Standar Penggantian Komponen PTO

3.12.1 Penggantian PTO Sebelum Perbaikan

Tabel 3.6: Penggantian PTO sebelum melakukan perbaikan

No.	Bulan	Serial Number Unit	Service Periodik Kilometer (km)	Breakdown / km	Kurang
1	Okt-17	Howo 748784	100.000	11.000	89.000
		Howo 748785		10.230	89.770
		Howo 748786		12.300	87.700
		Howo 748787		9.664	90.336
		Howo 748788		14.005	85.995
2	Nop-17	Howo 748801	100.000	13.054	86.946
		Howo 748802		12.230	87.770
		Howo 748803		12.222	87.778
		Howo 748804		15.034	84.966
		Howo 748805		19.003	80.997
3	Des-17	Howo 714455	100.000	12.045	87.955
		Howo 714456		16.001	83.999
		Howo 714457		11.956	88.044
		Howo 714458		11.954	88.046
		Howo 714459		10.345	89.655
Total km				272.379	1.227.621



Gambar 3.21: Diagram Sebelum Perbaikan PTO

3.13 *Repair Time & Breakdown Duration.*

Setiap mekanik dalam melakukan *Repair* PTO jangka waktu yang di tempu tidak menentu, setiap mekanik melakukan perbaikan dengan jangka waktu perbaikan yang berbeda-beda tergantung dari kemampuan seorang mekanik dalam menganalisa suatu kerusakan pada kendaraan Sinotruck dan kendala yang di alami, dan kendala ini juga di alami oleh faktor lain seperti:

1. *Waiting PDI Mechanic.*
2. *Waiting Part Recommend.*
3. *Waiting Part.*

Waktu perbaikan PTO paling cepat dilakukan dalam waktu 2 s/d 4 jam kerja. Dan *breakdown duration* unit 26 jam s/d 49 jam kerja. Perbedaan waktu kerja dan waktu *breakdown* ini disebabkan oleh berbagai faktor dan kendala saat mekanik melakukan perbaikan:

1. Lamanya waktu dalam perjalanan menuju lokasi unit
2. Waktu perbaikan/*Repair*

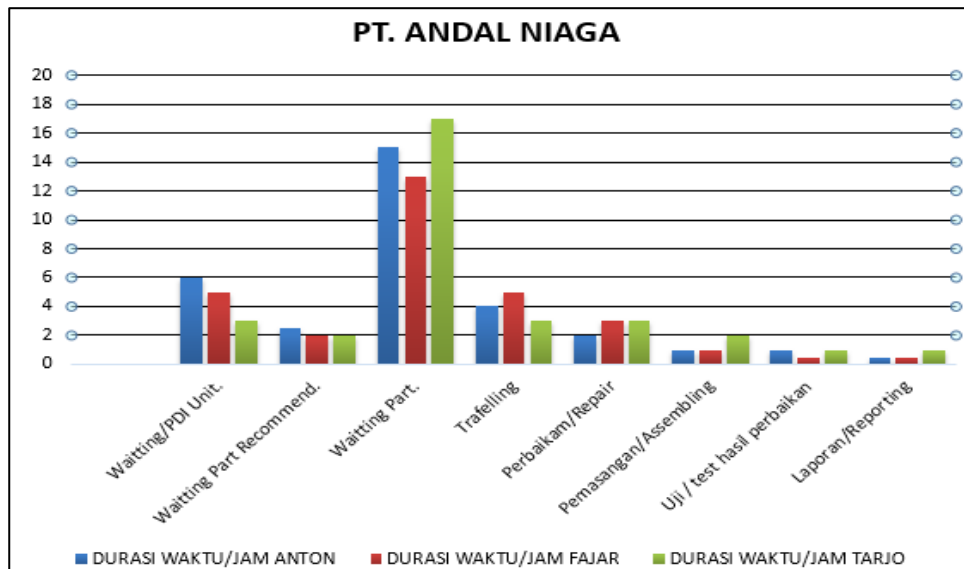
3. Waktu dalam pengujian hasil perbaikan
4. Laporan hasil kerja/*Reporting*

Tabel 3.7: *Breakdown duration* dalam pengerjaan PTO

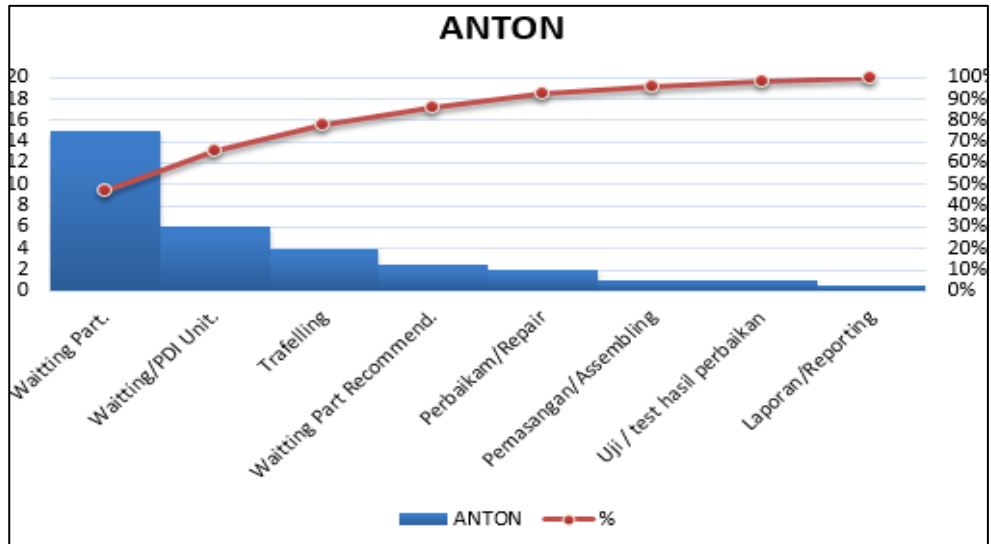
No	Nama Perusahaan	Jenis pekerjaan	Durasi waktu/jam		
			Anton	Fajar	Tarjo
1	PT. Andal Niaga	<i>Waiting/PDI Unit.</i>	6	5	3
		<i>Waiting Part Recommend.</i>	2.5	2	2
		<i>Waiting Part.</i>	15	13	17
		<i>Trafelling</i>	4	5	3
		<i>Perbaikam/Repair</i>	2	3	3
		<i>Pemasangan/Assembling</i>	1	1	2
		<i>Uji / test hasil perbaikan</i>	1	0.5	1
		<i>Laporan/Reporting</i>	0.5	0.5	1
<i>Breakdown Duration</i>			32	30	32
2	PT. Sashikirana	<i>Waiting/PDI Unit.</i>	8	9	7
		<i>Waiting Part Recommend.</i>	2	4	4
		<i>Waiting Part.</i>	18	19	17
		<i>Trafelling</i>	8	8	2
		<i>Perbaikam/Repair</i>	3	4	4
		<i>Pemasangan/Assembling</i>	1.5	2	5
		<i>Uji / test hasil perbaikan</i>	0.5	1	2
		<i>Laporan/Reporting</i>	1.5	2	1
<i>Breakdown Duration</i>			42.5	49	42
3	PT. BGR	<i>Waiting/PDI Unit.</i>	4	1	4
		<i>Waiting Part Recommend.</i>	8	2	5
		<i>Waiting Part.</i>	16	10	5
		<i>Trafelling</i>	11	10	11
		<i>Perbaikam/Repair</i>	2	4	3

	Pemasangan/ <i>Assembling</i>	1.5	2	3
	Uji / test hasil perbaikan	0.5	2	2
	Laporan/ <i>Reporting</i>	1	1	4
Breakdown Duration		35	26	33

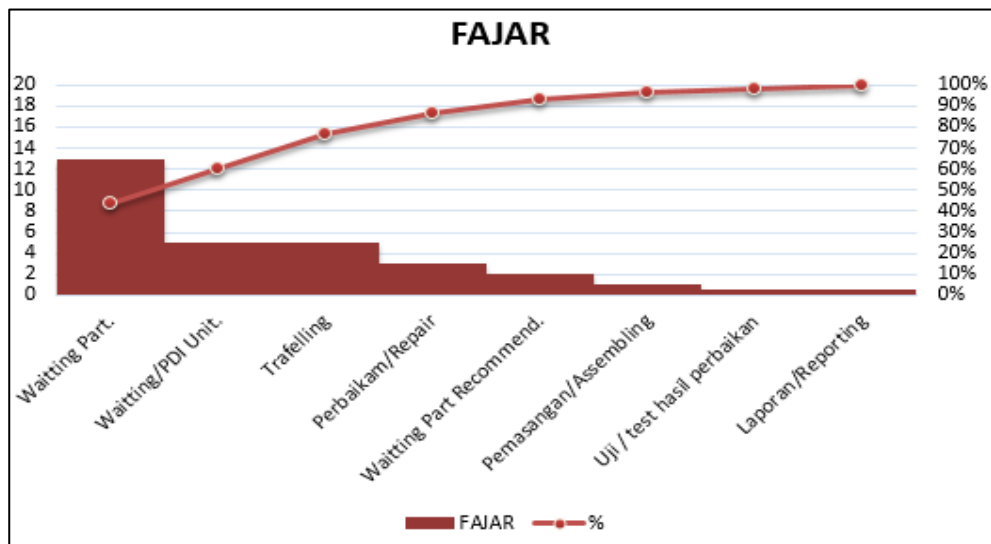
Tabel di atas menunjukkan Perbaikan yang di kerjakan oleh 3 mekanik dalam 3 bulan terakhir dan 3 PT ini bertujuan untuk mengetahui durasi waktu dalam melakukan perbaikan dan *Breakdown duration unit*.



Gambar 3.22: Diagram *Breakdown Duration* Proses Dalam Perbaikan Unit Howo 371 tipper 6x4 pt. Andal Niaga

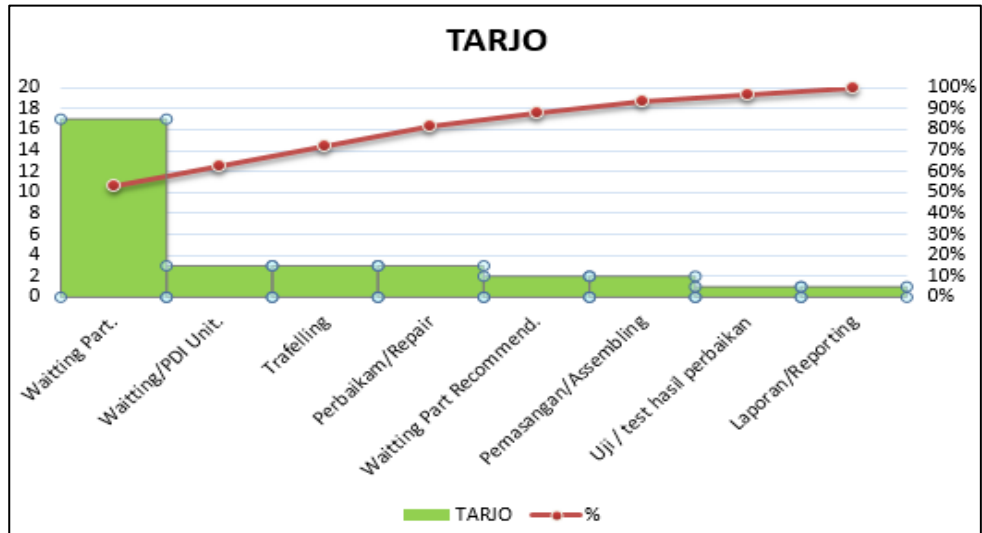


Gambar 3.23: Pareto Kendala Mekanik-1 Dalam Pekerjaan Unit Pada PT. Andal Niaga



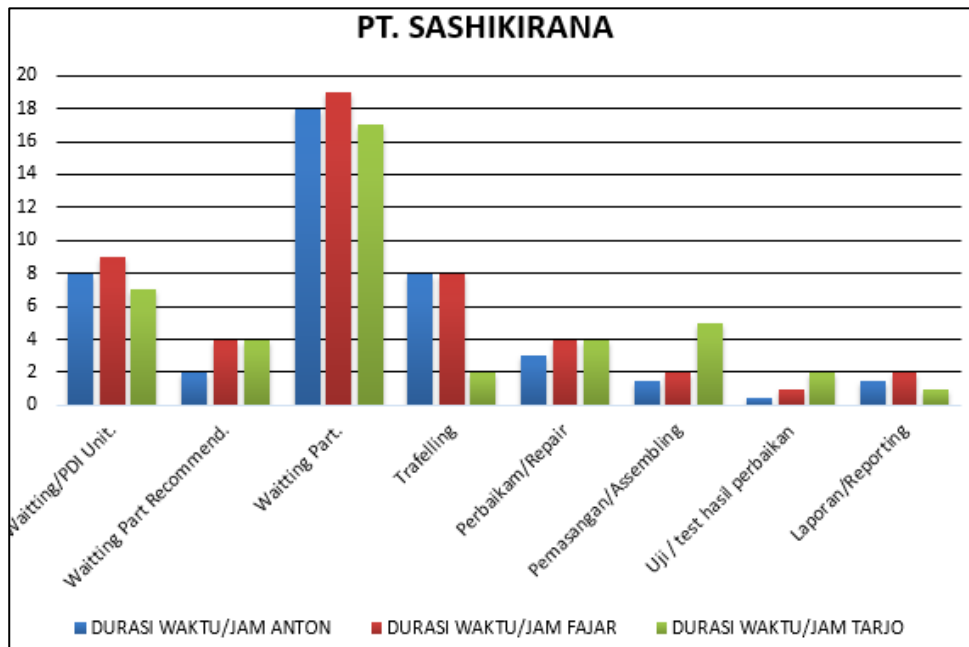
Gambar 3.24: Pareto Kendala Mekanik-2 Dalam Pekerjaan Unit Pada PT. Andal Niaga

PT. Andal Niaga



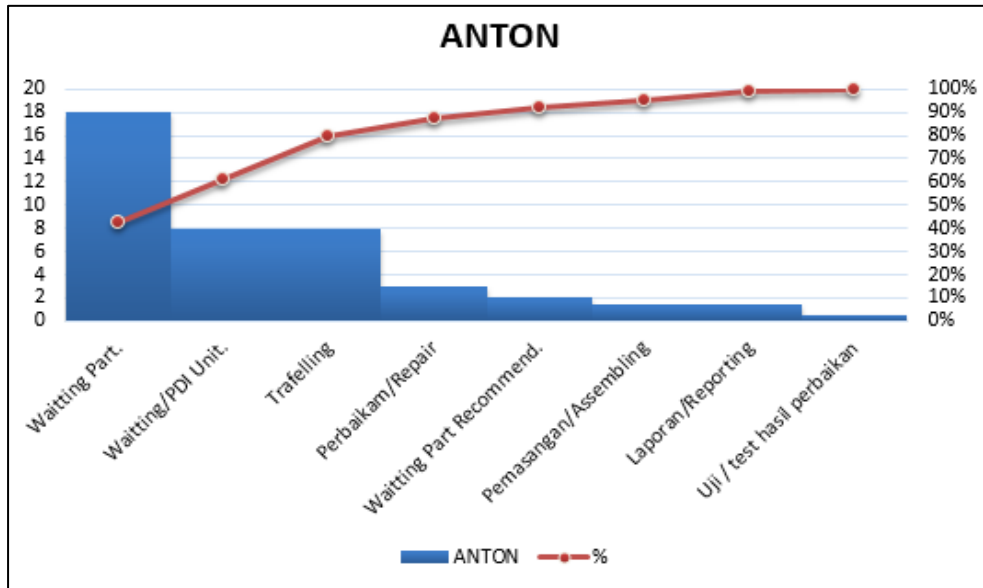
Gambar 3.25: Pareto Kendala Mekanik-3 Dalam Pekerjaan Unit Pada

PT. Andal Niaga



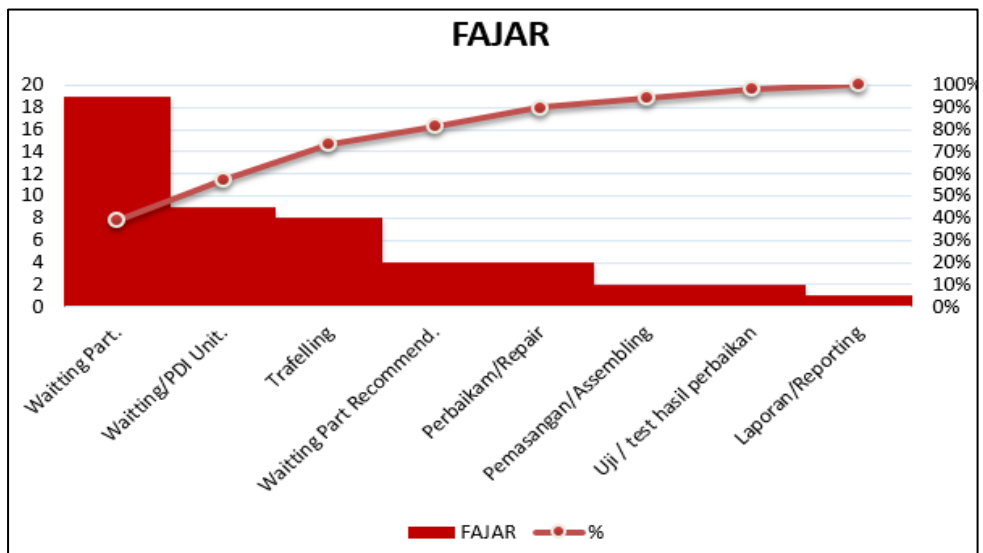
Gambar 3.26: Diagram Breakdown Duration Proses Dalam Perbaikan Unit Howo

371 Tipper 6x4 PT. Sashikirana

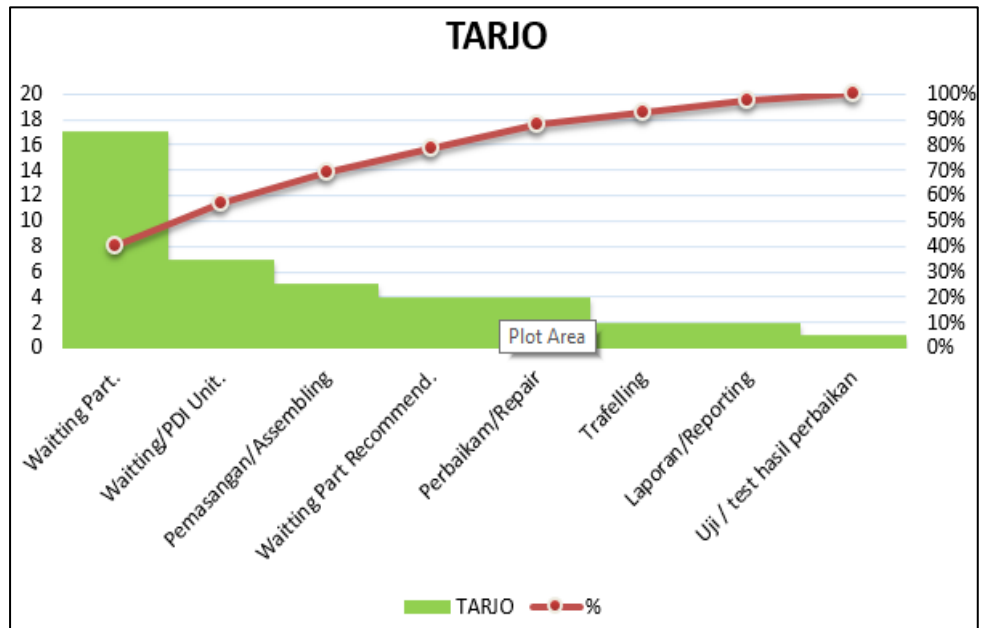


Gambar 3.27: Pareto Kendala Mekanik-1 Dalam Pekerjaan Unit Pada

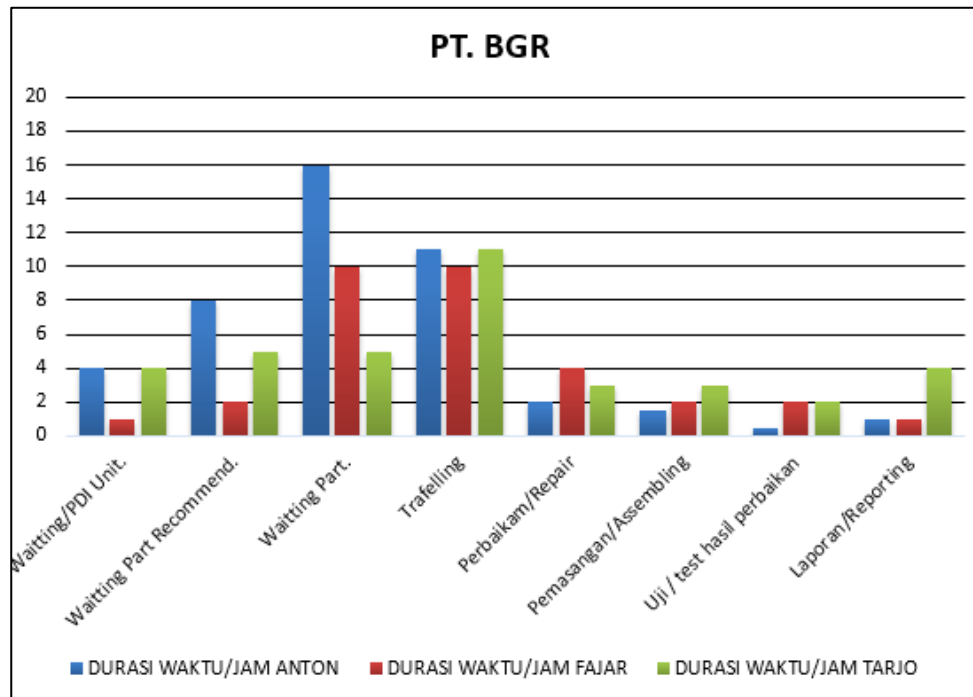
PT. Sashikirana



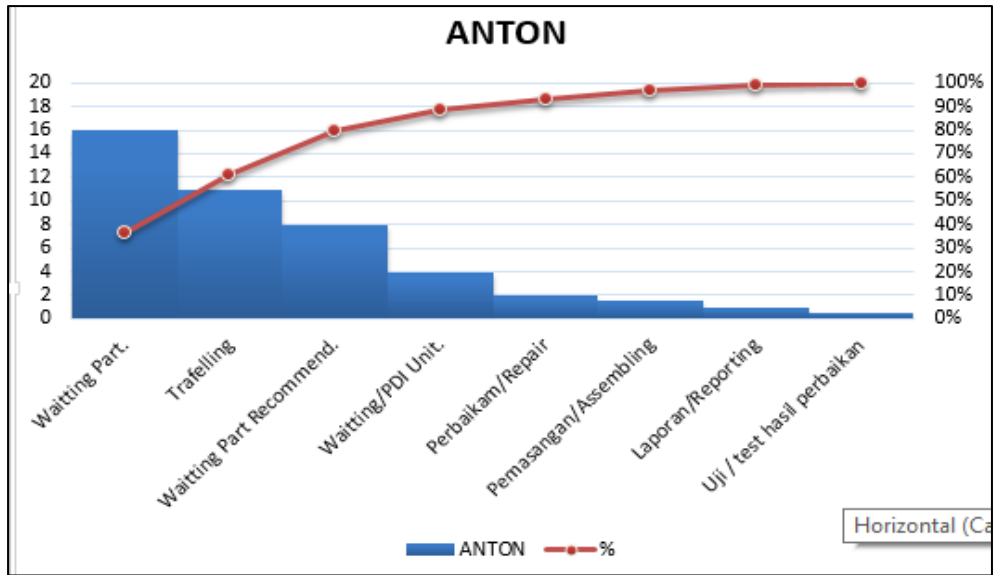
Gambar 3.28: Pareto Kendala Mekanik-2 Dalam Pekerjaan Unit Pada



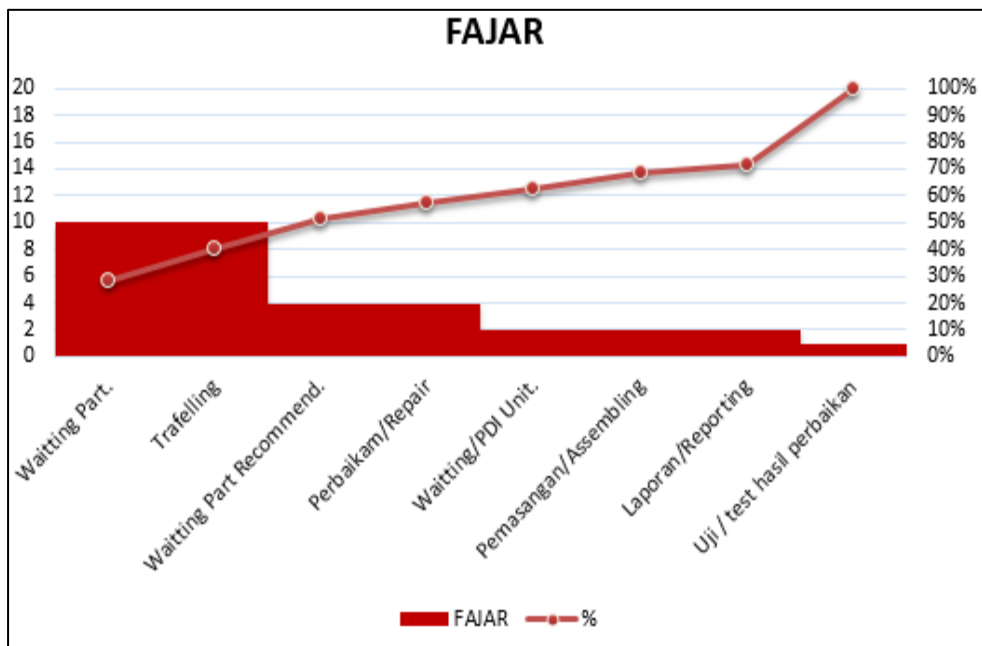
Gambar 3.29: Pareto Kendala Mekanik-3 Dalam Pekerjaan Unit Pada



Gambar 3.30: Diagram *Breakdown Duration* Proses Dalam Perbaikan Unit Howo
371 Tipper 6x4 PT. BGR

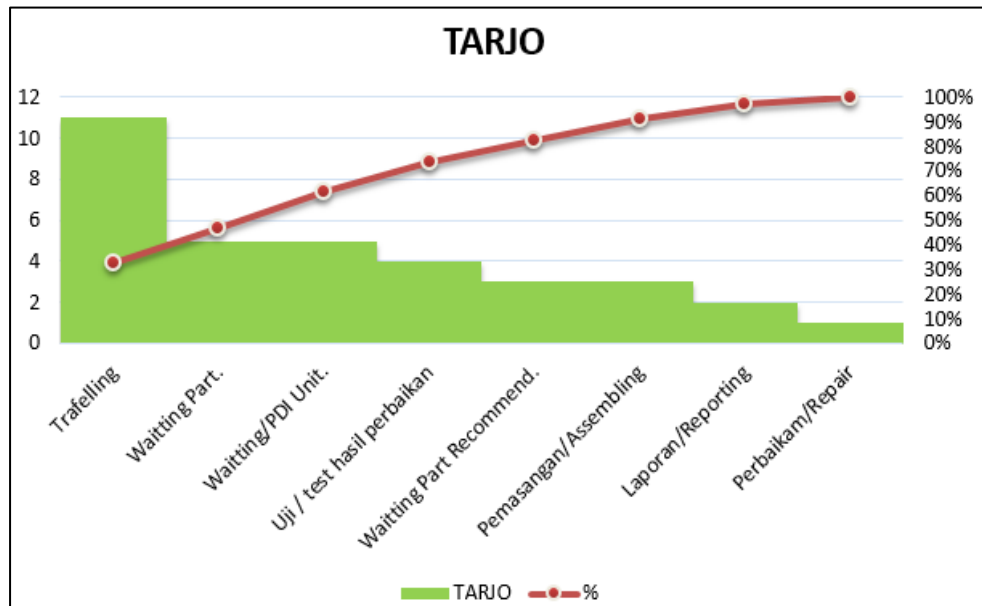


Gambar 3.31: Pareto Kendala Mkanik-1 Dalam Pekerjaan Unit Pada
PT. BGR



Gambar 3.32: Pareto Kendala Mekanik-2 Dalam Pekerjaan Unit Pada

PT. BGR



Gambar 3.33: Pareto Kendala Mekanik-3 Dalam Pekerjaan Unit Pada

PT. BGR

Jika dilihat diagram diatas maka kita dapat simpulkan penyebab lamahnya dalam melakukan perbaikan dan untuk mendapatkan status unit *Ready*, adalah penyebab utama karena *Waitting Part*. Setiap mekanik melakukan perbaikan kendaraan dan untuk penggantian part mekanik selalu terkendala dalam menunggu part-part yang akan di ganti pada unit/kendaraan Howo 371 tipper 6x4

Seringnya terjadi *Waitting Part*, dikarenakan di setiap cabang perusahaan PT. Intraco Penta Wahana tidak memiliki stok spare part di semua cabang IPW, dan setiap ada perbaikan unit, mekanik/departement service sering kali menunggu pengiriman part dari cabang yang tersedia stok part tersebut. Sehingga setiap unit/kendaraan selalu mengalami kerusakan/*Breakdown Duration* yang cukup lama.

3.14 Penyebab Terjadinya *Waiting Part*

Kurang tersedianya suatu part-part atau suku cadang di suatu perusahaan di karenakan kurangnya stock part dan ditambah banyaknya komponen pada unit yang rusak (PTO), sehingga membuat stock part pada perusahaan dealer kehabisan stock part (part PTO), dan harus menunggu kedatangan part dari *Principle* ketika ada kerusakan atau orderan part dari konsumen.

Jika perusahaan mengadakan pengorderan par ke *principle* maka tempo atau waktu kedatangan part biasanya dengan jangka waktu selama tiga bulan, dan *waiting part* terhitung ketika perusahaan PT. Intraco Penta Wahana sudah melakukan *Invoice* ke *principle*.

Alasan suatu perusahaan tidak mau menyiapkan suku cadang yang berlebihan karena setiap tahun *brand* atau merek suatu prodak selalu berubah-ubah, sehingga ditakutkan akan menjadi barang/stok mati (*expired*) pada suku cadang yang ada. Karena bisa di lihat sebagian suku cadang yang ada tidak ada pergerakan untuk penjualan part, dari tahun 2010 sampai dengan saat ini suku cadang banyak yang tidak terjual.

3.15 Jumlah Kerusakan *Power Take Off*

Terdapat 9 komponen bagian dalam PTO yang sering terjadinya kerusakan dan dilakukanya penggantian komponen *spare part* antaranya:

1. *Spline shaft*
2. *Fork*
3. *Paper gasket*
4. *Fork shaft*

5. *Pressure switch*
6. *O-Ring*
7. *Oil sealing*
8. *Oil Inlet tube*
9. *Roll bearing*

Kerusakan yang terjadi pada 9 komponen di atas bahwa dalam 10.000 km, waktu operasi unit kurang lebih 2,3 dan 4 bulan bahkan lebih, pada kerusakan ini tidak menentu. Dan kerusakan terjadi pada baik bulan atau jumlah jam kerusakan pun tidak diketahui kapan akan terjadi kerusakan komponen tersebut. Tetapi yang diketahui setiap unit yang baru di beli dalam beberapa bulan pasti akan terjadi kerusakan secara menyeluruh, jika dalam 1 tahun unit yang terjual berjumlah 125 unit maka permintaan komponen yang rusak dari PTO sebesar 125 pcs beragam komponen dari PTO dari 9 komponen di atas. Dan yang paling banyak permintaan pada komponen PTO diantaranya pada nomor 1,2 dan 3 (*spline shaft, Fork, dan paper gasket*).

3.16 Permintaan Barang/Spare Part (PTO)

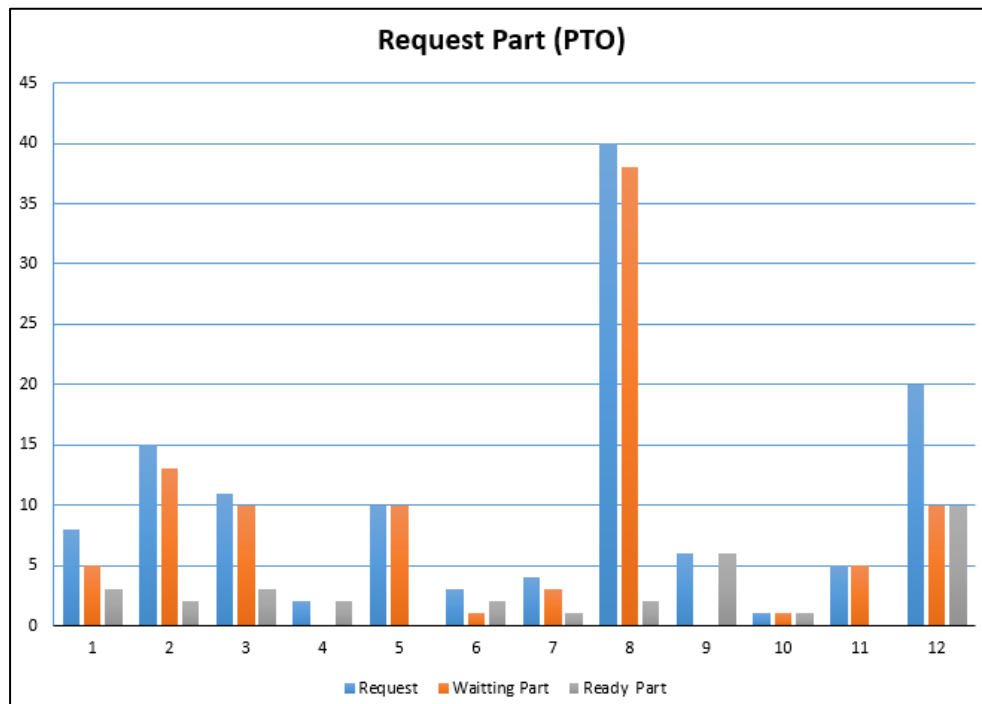
Dalam satu tahun terakhir, belakangan ini permintaan *customer* untuk orderan part PTO dihitung dalam satu tahun terakhir:

Tabel 3.8: Permintaan PTO dalam satu tahun terakhir.

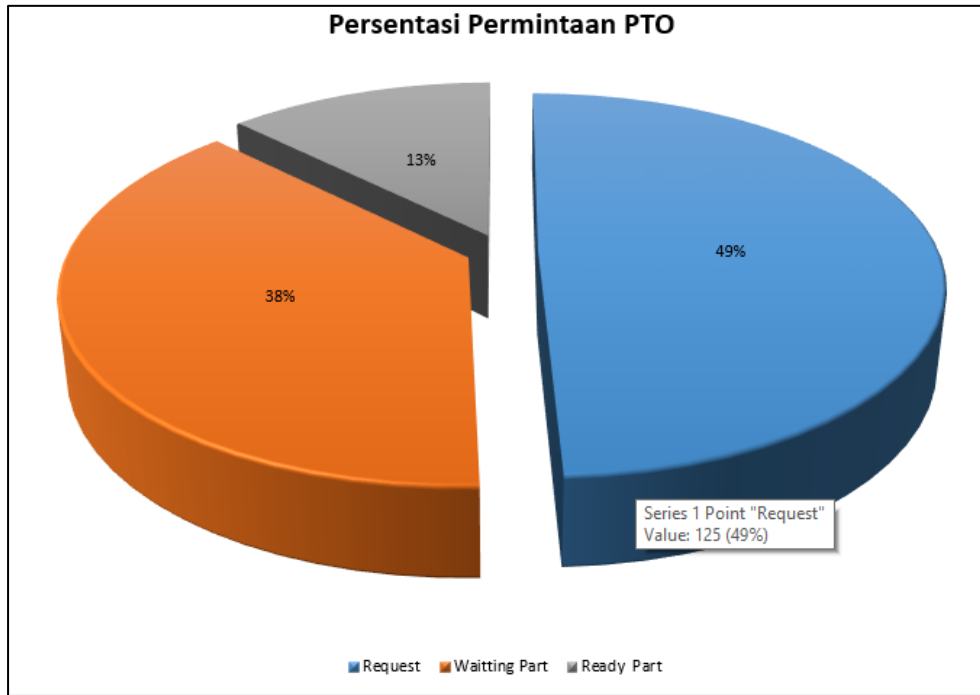
NO	Bulan	Unit	Request	Waitting Part	Ready Part
1	01/03/2017	Howo 371 tipper 6x4.	8	5	3
2	01/04/2017	Howo 371 tipper 6x4.	15	13	2
3	01/05/2017	Howo 371 tipper 6x4.	11	10	3

4	01/06/2017	Howo 371 tipper 6x4.	2	-	2
5	01/07/2017	Howo 371 tipper 6x4.	10	10	-
6	01/08/2017	Howo 371 tipper 6x4.	3	1	2
7	01/09/2017	Howo 371 tipper 6x4.	4	3	1
8	01/10/2017	Howo 371 tipper 6x4.	40	38	2
9	01/11/2017	Howo 371 tipper 6x4.	6	-	6
10	01/12/2017	Howo 371 tipper 6x4.	1	1	1
11	01/01/2018	Howo 371 tipper 6x4.	5	5	-
12	01/02/2018	Howo 371 tipper 6x4.	20	10	10
Total			125	96	27

Data permintaan *spare part* di ambil berdasarkan permintaan *customer*, dan permintaan *spare part* setiap *customer* melakukan *request* berdasarkan jumlah atau total kerusakan unit setiap PT.



Gambar 3.34: Besaran Permintaan *Spare Part* Dalam 1 Tahun



Gambar 3.35: Persentasi Request *Spare Part*

3.17 Data Penjualan Unit Sinotruc

Berdasarkan data yang di dapat pada **tabel 3.17** di atas, pada bulan 3 tahun 2017 total permintaan barang sebanyak 8 pcs, bulan 4 permintaan sebanyak 15 pcs PTO, dan seterusnya. Data permintaan ini sangat sesuai dengan data pembelian unit Sinotruc dimana pembelian unit Sinotruc pada bulan januari 2017 sebesar 8 pcs (PT Andal Niaga 5 pcs, PT Sashikirana 1 pcs, dan PT. Buana Celebes 2 pcs), Bulan dua dan seterusnya dapat di lihat pada tabel berikut di bawah ini:

Tabel 3.9: Data penjualan unit Sinotruc Howo 371 tipper 6x4 tahun 2017

NO	Customer	Tgl/Bln/Thn	Unit	Terjual
1	PT Andal Niaga	10/01/2017	Dump Truck	5

	PT Sashikirana	21/01/2017	Dump Truck	1
	PT Buana Celebes	30/01/2017	Dump Truck	2
Total Pembelian				8
2	PT Stargate	13/02/2017	Dump Truck	10
	PT Bucel	19/02/2017	Dump Truck	5
Total Pembelian				15
3	PT Sashikirana	20/03/2017	Dump Truck	8
	PT Sekawan Sejati	08/03/2017	Dump Truck	2
	PT. Alam Nusantara	22/03/2017	Dump Truck	2
Total Pembelian				12
4	PT Sashikirana	23/04/2017	Dump Truck	1
Total Pembelian				1
5	PT Andal Niaga	02/05/2017	Dump Truck	5
	PT Bucel	15/05/2017	Dump Truck	5
Total Pembelian				10
6	PT Buana Celebes	21/06/2017	Dump Truck	2
	PT Buana Celebes	29/06/2017	Dump Truck	1
Total Pembelian				3
7	CV H. Abdul	24/07/2017	Dump Truck	1
	PT BGR	29/07/2017	Dump Truck	3
Total Pembelian				4
8	PT Indoofod	03/08/2017	Dump Truck	10
	CV Sejahtera	09/08/2017	Dump Truck	5
	CV Abdullah	19/08/2017	Dump Truck	5
	PT Nickel indonesia	22/08/2017	Dump Truck	20
Total Pembelian				40
9	PT NBT	17/09/2017	Dump Truck	5
	CV H. Rahman	23/09/2017	Dump Truck	1
Total Pembelian				6
10	CV Tunggal Sejati	19/10/2017	Dump Truck	1

Total Pembelian				1
11	PT BTT	07/11/2017	Dump Truck	5
Total Pembelian				5
12	PTNBT	19/12/2017	Dump Truck	5
	PT BTT	24/12/2017	Dump Truck	5
	PT NCCI	27/12/2017	Dump Truck	10
Total Pembelian				20

Tabel 3.10: Total pembelian dalam satu tahun

No	Bulan	Total Pembelian
1	Januari	8
2	Februari	15
3	Maret	12
4	April	1
5	Mei	10
6	Juni	3
7	Juli	4
8	Agustus	40
9	September	6
10	Oktober	1
11	November	5
12	Desember	20
Jumlah		125

Dari data tabel di atas maka dapat di tarik kesimpulan, dalam satu tahun terakhir terhitung dari Januari 2017 s/d Desember 2017 bahwa *request* data *spare part* PTO sama dengan total penjualan unit Sinotruc 371 tipper 6x4 pada satu tahun terakhir periode tahun 2017.

3.18 Data Simulasi Distribusi Kerusakan PTO.

Untuk mengetahui besaran distribusi kerusakan maka dilakukan perhitungan waktu permintaan untuk mengetahui waktu kerusakan atau permintaan komponen part PTO.

Tabel 3.11: Distribusi permintaan PTO

NO	Bulan	Nama	Frekuensi
		Komponen/permintaan	Permintaan
Mar-17			
1	10/03/2017	Spline shaft	5
2	10/03/2017	Fork	5
3	10/03/2017	Paper gasket	5
4	10/03/2017	Fork shaft	1
5	21/03/2017	Spline shaft	1
6	21/03/2017	Fork	1
7	21/03/2017	Paper gasket	1
8	28/03/2017	Pressure Switch	1
9	30/03/2017	Spline shaft	2
10	30/03/2017	Fork	2
11	30/03/2017	Paper gasket	2
12	30/03/2017	Pressure Switch	1
Apr-17			
1	13/04/2017	Spline shaft	10
2	13/04/2017	Fork	10
3	13/04/2017	Paper gasket	10
4	19/04/2017	Spline shaft	5
5	19/04/2017	Fork	5
6	19/04/2017	Paper gasket	5

Mei-17			
1	20/05/2017	Spline shaft	8
2	20/05/2017	Fork	8
3	20/05/2017	Paper gasket	8
4	08/05/2017	Spline shaft	2
5	08/05/2017	Fork	2
6	08/05/2017	Paper gasket	2
7	19/05/2017	o-ring	1
8	22/05/2017	Spline shaft	2
9	22/05/2017	Fork	2
10	22/05/2017	Paper gasket	2
11	22/05/2017	o-ring	2
Jun-17			
1	02/06/2017	Oil sealing	1
2	10/06/2017	Pressure Switch	1
3	23/06/2017	Spline shaft	1
4	23/06/2017	Fork	1
5	23/06/2017	Paper gasket	1
Jul-17			
1	02/07/2017	Spline shaft	5
2	02/07/2017	Fork	5
3	02/07/2017	Paper gasket	5
4	15/07/2017	Spline shaft	5
5	15/07/2017	Fork	5
6	15/07/2017	Paper gasket	5
Agu-17			
1	21/08/2017	Spline shaft	2
2	21/08/2017	Fork	2
3	21/08/2017	Paper gasket	2
4	29/08/2017	Spline shaft	1

5	29/08/2017	Fork	1
6	29/08/2017	Paper gasket	1
Sep-17			
1	09/09/2017	Oil inlet tube	4
2	19/09/2017	Spline shaft	1
3	21/09/2017	Roll bearing	1
4	24/09/2017	Spline shaft	1
5	24/09/2017	Fork	1
6	24/09/2017	Paper gasket	1
7	29/09/2017	Spline shaft	3
8	29/09/2017	Fork	3
9	29/09/2017	Paper gasket	3
Okt-17			
1	01/10/2017	Pressure Switch	1
2	03/10/2017	Spline shaft	10
3	03/10/2017	Fork	10
4	03/10/2017	Paper gasket	10
5	07/10/2017	Roll bearing	1
6	09/10/2017	Spline shaft	5
7	09/10/2017	Fork	5
8	09/10/2017	Paper gasket	5
9	12/10/2017	Fork shaft	1
10	19/10/2017	Spline shaft	5
11	19/10/2017	Fork	5
12	19/10/2017	Paper gasket	5
13	20/10/2017	Pressure Switch	1
14	22/10/2017	Spline shaft	20
15	22/10/2017	Fork	20
16	22/10/2017	Paper gasket	20
17	29/10/2017	Oil sealing	1

Nov-17			
1	17/11/2017	Spline shaft	5
2	17/11/2017	Fork	5
3	17/11/2017	Paper gasket	5
4	21/11/2017	Oil inlet tube	1
5	23/11/2017	Spline shaft	1
6	23/11/2017	Fork	1
7	23/11/2017	Paper gasket	1
8	27/11/2017	Oil sealing	1
Des-17			
1	19/12/2017	Spline shaft	1
2	19/12/2017	Fork	1
3	19/12/2017	Paper gasket	1
4	25/12/2017	o-ring	1
5	28/12/2017	Pressure Switch	1
Jan-18			
1	07/01/2017	Spline shaft	5
2	07/01/2017	Fork	5
3	07/01/2017	Paper gasket	5
Feb-18			
1	19/02/2017	Spline shaft	5
2	19/02/2017	Fork	5
3	19/02/2017	Paper gasket	5
4	22/02/2017	Oil inlet tube	1
5	24/02/2017	Spline shaft	5
6	24/02/2017	Fork	5
7	24/02/2017	Paper gasket	5
8	24/02/2017	o-ring	1
9	27/02/2017	Spline shaft	5
10	27/02/2017	Fork	5

11	27/02/2017	Paper gasket	5
----	------------	--------------	---

Dari ke sembilan komponen di atas, terdapat juga besaran distribusi kerusakan maka dilakukan perhitungan waktu permintaan untuk mengetahui waktu kerusakan atau permintaan komponen PTO.

Tabel 3.12: Distribusi permintaan per hari pada komponen *spline shaft*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Spline Shaft				
1	10/03/2017	Spline shaft	12	5
2	21/03/2017	Spline shaft	9	1
3	30/03/2017	Spline shaft	14	2
4	13/04/2017	Spline shaft	6	10
5	19/04/2017	Spline shaft	31	5
6	08/05/2017	Spline shaft	12	2
7	20/05/2017	Spline shaft	2	8
8	22/05/2017	Spline shaft	32	2
9	23/06/2017	Spline shaft	9	1
10	02/07/2017	Spline shaft	13	5
11	15/07/2017	Spline shaft	36	5
12	21/08/2017	Spline shaft	8	2
13	29/08/2017	Spline shaft	26	1
14	24/09/2017	Spline shaft	5	1
15	29/09/2017	Spline shaft	4	3
16	03/10/2017	Spline shaft	6	10
17	09/10/2017	Spline shaft	10	5
18	19/10/2017	Spline shaft	3	5

19	22/10/2017	Spline shaft	26	20
20	17/11/2017	Spline shaft	6	5
21	23/11/2017	Spline shaft	26	1
22	19/12/2017	Spline shaft	19	1
23	07/01/2017	Spline shaft	43	5
24	19/02/2017	Spline shaft	5	5
25	24/02/2017	Spline shaft	3	5
26	27/02/2017	Spline shaft	8	10
Jumlah			374	125

Tabel 3.13: Distribusi permintaan per hari pada komponen *fork*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Fork				
1	10/03/2017	Fork	12	5
2	21/03/2017	Fork	9	1
3	30/03/2017	Fork	14	2
4	13/04/2017	Fork	6	10
5	19/04/2017	Fork	31	5
6	08/05/2017	Fork	12	2
7	20/05/2017	Fork	2	8
8	22/05/2017	Fork	32	2
9	23/06/2017	Fork	9	1
10	02/07/2017	Fork	13	5
11	15/07/2017	Fork	36	5
12	21/08/2017	Fork	8	2
13	29/08/2017	Fork	26	1
14	24/09/2017	Fork	5	1

15	29/09/2017	Fork	4	3
16	03/10/2017	Fork	6	10
17	09/10/2017	Fork	10	5
18	19/10/2017	Fork	3	5
19	22/10/2017	Fork	26	20
20	17/11/2017	Fork	6	5
21	23/11/2017	Fork	26	1
22	19/12/2017	Fork	19	1
23	07/01/2017	Fork	43	5
24	19/02/2017	Fork	5	5
25	24/02/2017	Fork	3	5
26	27/02/2017	Fork	8	10
Jumlah			374	125

Tabel 3.14: Distribusi permintaan per hari pada komponen *paper gasket*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Paper Gasket				
1	10/03/2017	Paper Gasket	12	5
2	21/03/2017	Paper Gasket	9	1
3	30/03/2017	Paper Gasket	14	2
4	13/04/2017	Paper Gasket	6	10
5	19/04/2017	Paper Gasket	31	5
6	08/05/2017	Paper Gasket	12	2
7	20/05/2017	Paper Gasket	2	8
8	22/05/2017	Paper Gasket	32	2
9	23/06/2017	Paper Gasket	9	1
10	02/07/2017	Paper Gasket	13	5

11	15/07/2017	Paper Gasket	36	5
12	21/08/2017	Paper Gasket	8	2
13	29/08/2017	Paper Gasket	26	1
14	24/09/2017	Paper Gasket	5	1
15	29/09/2017	Paper Gasket	4	3
16	03/10/2017	Paper Gasket	6	10
17	09/10/2017	Paper Gasket	10	5
18	19/10/2017	Paper Gasket	3	5
19	22/10/2017	Paper Gasket	26	20
20	17/11/2017	Paper Gasket	6	5
21	23/11/2017	Paper Gasket	26	1
22	19/12/2017	Paper Gasket	19	1
23	07/01/2017	Paper Gasket	43	5
24	19/02/2017	Paper Gasket	5	5
25	24/02/2017	Paper Gasket	3	5
26	27/02/2017	Paper Gasket	8	10
Jumlah			374	125

Tabel 3.15: Distribusi permintaan per hari pada komponen *Fork shaft*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Fork Shaft				
1	10/03/2017	Fork shaft	216	1
2	12/10/2017	Fork shaft	256	1
Jumlah			472	2

Tabel 3.16: Distribusi permintaan per hari pada komponen *pressure switch*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Presure Switch				
1	28/03/2017	Presure Switch	2	1
2	30/03/2017	Presure Switch	72	1
3	10/06/2017	Presure Switch	113	1
4	01/10/2017	Presure Switch	20	1
5	20/10/2017	Presure Switch	38	1
6	28/12/2017	Presure Switch	48	1
Jumlah			274	6

Tabel 3.17: Distribusi permintaan per hari pada komponen *O-Ring*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
O-ring				
1	19/05/2017	O-ring	3	1
2	22/05/2017	O-ring	216	2
3	25/12/2017	O-ring	61	1
4	24/02/2017	O-ring	87	1
Jumlah			219	5

Tabel 3.18: Distribusi permintaan per hari pada komponen *Oil sealing*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty

Oil Sealing				
1	02/06/2017	Oil sealing	149	1
2	29/10/2017	Oil sealing	29	1
3	27/11/2017	Oil sealing	97	1
Jumlah			178	3

Tabel 3.19: Distribusi permintaan per hari pada komponen *Oil inlet tube*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Oil Inlet Tube				
1	09/09/2017	Oil inlet tube	72	4
2	21/11/2017	Oil inlet tube	93	1
3	22/02/2017	Oil inlet tube	87	1
Jumlah			165	6

Tabel 3.20: Distribusi permintaan per hari pada komponen *Roll bearing*

NO	Bulan	Nama	Dist. Waktu	Frekuensi
		Komponen	Kerusakan	Permintaan
		Permintaan	<i>Breakdown/Hari</i>	Qty
Roll Bearing				
1	21/09/2017	Roll bearing	16	1
2	07/10/2017	Roll bearing	146	1

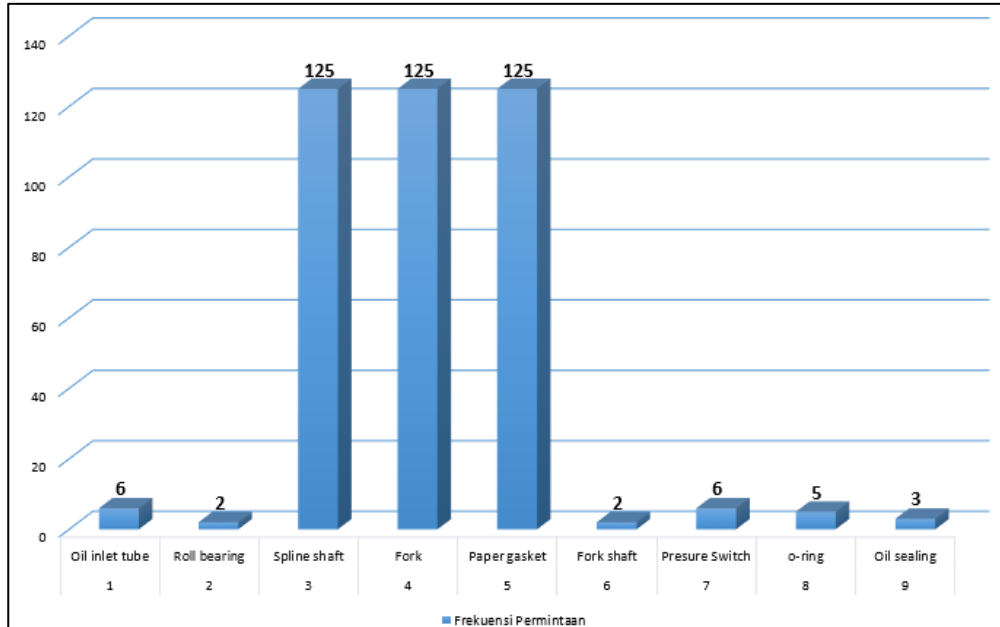
Jumlah	162	2
---------------	------------	----------

Pada tabel 3.12 s/d tabel 3.20 setelah di hitung distribusi permintaan komponen dari PTO, dapat dilihat bahwa dari 9 tabel permintaan, terdapat tiga tabel komponen yang jumlah kerusakannya paling tinggi dengan hari permintaan yang sama.

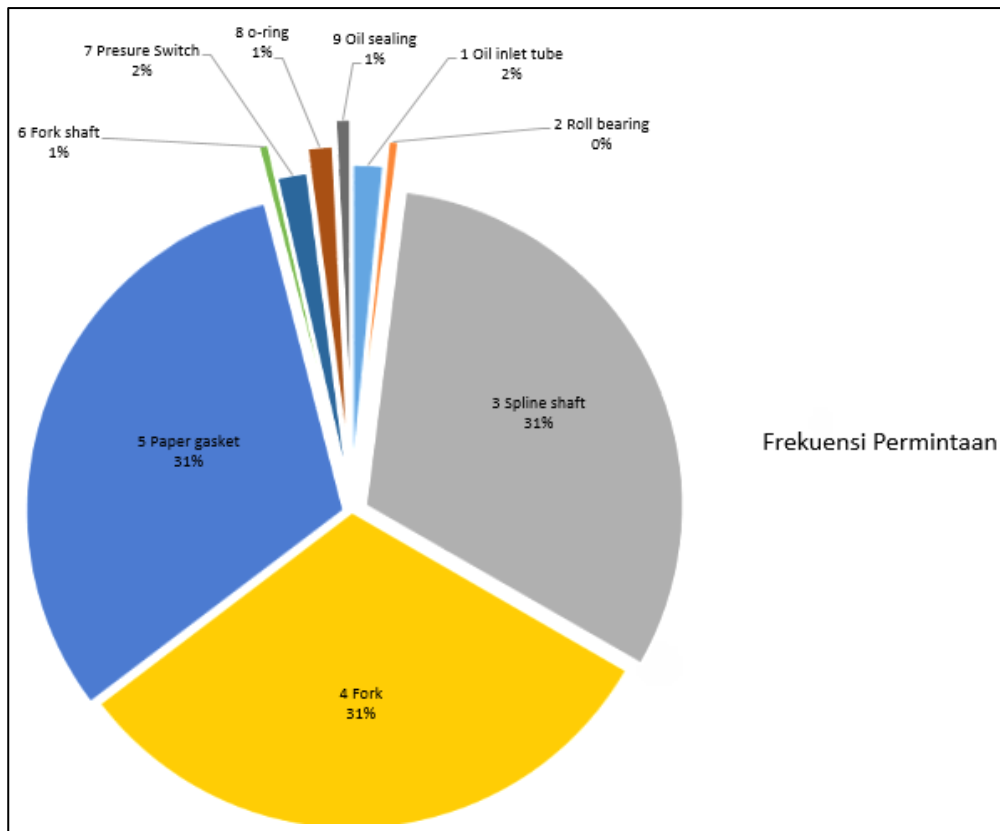
Perhatikan tabel di bawah ini:

Tabel 3.21: Frekuensi permintaan dari ke sembilan komponen permintaan PTO pada satu tahun terakhir.

NO	Nama Komponen/Permintaan	Frekuensi Permintaan	Persentase Kerusakan
1	Oil inlet tube	6	2%
2	Roll bearing	2	0%
3	Spline shaft	125	31%
4	Fork	125	31%
5	Paper gasket	125	31%
6	Fork shaft	2	1%
7	Pressure Switch	6	2%
8	o-ring	5	1%
9	Oil sealing	3	1%
Jumlah		399	100%



Gambar 3.36: Grafik Permintaan Komponen PTO



Gambar 3.37: Persentase Permintaan Komponen PTO

Tabel 3.12: Total permintaan *spline shaft* sebesar 125 pcs komponen dalam waktu 374 hari dengan presentase permintaan 2%

Tabel 3.13: Total permintaan *fork* sebesar 125 pcs komponen dalam waktu 374 hari dengan presentase permintaan 0%

Tabel 3.14: Total permintaan *paper gasket* sebesar 125 pcs komponen dalam waktu 374 hari dengan presentase permintaan 31%

Tabel 3.15: Total permintaan *fork shaft* sebesar 2 pcs komponen dalam waktu 472 hari dengan presentase permintaan 31%

Tabel 3.16: Total permintaan *pressure switch* sebesar 6 pcs komponen dalam waktu 74 hari dengan presentase permintaan 31%

Tabel 3.17: Total permintaan *o-ring* sebesar sebesar 5 pcs komponen dalam waktu 219 hari dengan presentase permintaan 1%

Tabel 3.18: Total permintaan *oil sealing* sebesar 3 pcs komponen dalam waktu 178 hari dengan presentase permintaan 2%

Tabel 3.19: Total permintaan *oil inlet tube* sebesar 6 pcs komponen dalam waktu 165 hari dengan presentase permintaan 1%

Tabel 3.20: Total permintaan *roll bearing* sebesar 2 pcs komponen dalam waktu 162 hari dengan presentase permintaan 1%

3.19 Ilustrasi penggunaan simulasi

Dalam simulasi ini, berikut cara perhitungan dari beberapa simulasi distribusi kerusakan, probabilitas, CDF, dan tag number untuk mencapai

suatu hasil dalam melakukan simulasi waktu kerusakan suatu komponen howo 371 tipper 6x4.

Tabel 3.22: Ilustrasi simulasi *spline shaft, fork dan paper gasket*. Dalam satu tahun terakhir unit sinotruc howo 371 tipper 6x4

NO	Total Unit Howo	Dist. Waktu Kerusakan Breakdown/ hari	Probabilitas Selang Waktu Kerusakan	Fungsi Kumulative Distribusi (CDF)	Tag Number (Label Number)
Spline Shaft, Fork, Paper Gasket					
1	8 Unit Howo	2	0.005	0.005	000 - 005
2	5 Unit Howo	3	0.008	0.013	006 - 013
3	5 Unit Howo	3	0.008	0.021	014 - 021
4	3 Unit Howo	4	0.011	0.032	022 - 032
5	5 Unit Howo	5	0.013	0.045	023 - 045
6	1 Unit Howo	5	0.013	0.058	046 - 058
7	10 Unit Howo	6	0.016	0.075	059 - 075
8	10 Unit Howo	6	0.016	0.091	076 - 091
9	5 Unit Howo	6	0.016	0.107	092 - 107
10	2 Unit Howo	8	0.021	0.128	108 - 128
11	10 Unit Howo	8	0.021	0.149	129 - 149
12	1 Unit Howo	9	0.024	0.173	149 - 173
13	1 Unit Howo	9	0.024	0.198	174 - 198
14	5 Unit Howo	10	0.027	0.224	199 - 224
15	5 Unit Howo	12	0.032	0.256	225 - 256
16	2 Unit Howo	12	0.032	0.288	257 - 288
17	5 Unit Howo	13	0.035	0.323	289 - 323
18	2 Unit Howo	14	0.037	0.361	324 - 361
19	1 Unit Howo	19	0.051	0.411	362 - 411
20	20 Unit Howo	26	0.070	0.481	412 - 481

21	1 Unit Howo	26	0.070	0.550	482 - 550
22	1 Unit Howo	26	0.070	0.620	551 - 620
23	5 Unit Howo	31	0.083	0.703	621 - 703
24	2 Unit Howo	32	0.086	0.788	704 - 788
25	5 Unit Howo	36	0.096	0.885	789 - 885
26	5 Unit Howo	43	0.115	1.000	886 - 999
	Jumlah	374	1.000		

Karena dari tiga komponen tersebut jumlah kerusakan sama, maka dilakukakn perhitungan kerusakan pada salah satu komponen, dan untuk mengetahui *probabiliti*, CDF, dengan *tang number* pada simulasi tabel di atas.

Contoh Perhitungan :

- dist.waktu kerusakan $\frac{\text{breakdown}}{\text{hari}}$ dalam 1 tahun

$$\begin{aligned}
& 2 + 3 + 3 + 4 + 5 + 5 + 6 + 6 + 6 + 8 + 8 + 9 + 9 + 10 + 12 + 12 + 13 \\
& \quad + 14 + 19 + 26 + 26 + 26 + 31 + 32 + 36 + 43 \\
& = \mathbf{374} \text{ Total Breakdown/hari}
\end{aligned}$$

- Perhitungan probabilitas

$$\text{Prob} = \frac{\text{Dist.waktu kerusakan}}{\text{Total dist.waktu kerusakan}} = \text{Hasil probabilitas}$$

$$\text{Breakdown/hari} = \frac{2}{374} = 0.005$$

$$\text{Breakdon/hari} = \frac{3}{374} = 0.008$$

Dan seterusnya sampai hasil akhir.

- Perhitungan CDF (Comulative Distribution Fungsi)

Probabilitas 1 + probabilitas 2 = CDF + probabilitas 3 = CDF +

Probabilitas 4 → sampai seterusnya. contoh :

$0.005 + 0.008 = 0.013 + 0.008 = 0.021 \rightarrow$ dan seterusnya.

Tabel 3.23: Simulasi waktu kerusakan dan perbaikan mesin

Kerusakan	Random Number (RN) 1	Probabilitas Selang Waktu Kerusakan	Random Number (RN) 1	Waktu Perbaikan y Hari	Fungsi Kumulatif Distribusi (CDF)
1	0.592	0.005	0.081	8	0.005
2	0.397	0.008	0.291	5	0.013
3	0.319	0.008	0.712	5	0.021
4	0.404	0.011	0.317	3	0.032
5	0.711	0.013	0.134	5	0.045
6	0.005	0.013	0.662	1	0.058
7	0.326	0.016	0.804	10	0.075
8	0.997	0.016	0.841	10	0.091
9	0.699	0.016	0.522	5	0.107
10	0.111	0.021	0.337	2	0.128
11	0.191	0.021	0.759	10	0.149
12	0.081	0.024	0.860	1	0.173
13	0.162	0.024	0.951	1	0.198
14	0.560	0.027	0.296	5	0.224
15	0.303	0.032	0.221	12	0.256

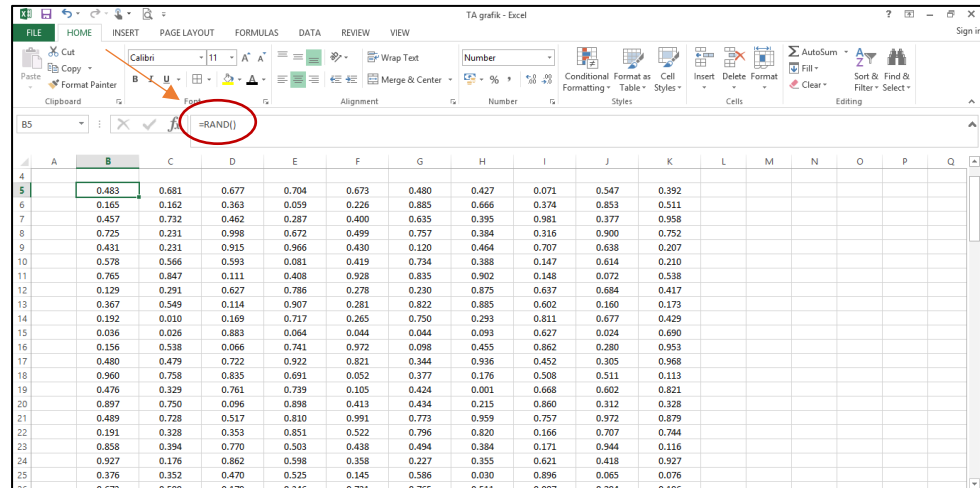
16	0.744	0.032	0.754	12	0.288
17	0.732	0.035	0.846	13	0.323
18	0.404	0.037	0.505	14	0.361
19	0.171	0.051	0.363	19	0.411
20	0.809	0.070	0.535	26	0.481
21	0.607	0.070	0.277	26	0.550
22	0.387	0.070	0.696	26	0.620
23	0.580	0.083	0.943	31	0.703
24	0.146	0.086	0.771	32	0.788
25	0.300	0.096	0.889	36	0.885
26	0.423	0.115	0.399	43	1.000

Membuat *random number* atau angka acak, cukup dengan mengetik rumus “=RAND()” kemudian enter, maka akan keluar *random number* secara acak. Ketika *random number* akan dilakukan duplikan atau mengopi (*copying*) angka tersebut, maka angka yang di copy untuk dimasukan kedalam tabel akan berbeda-beda secara acak secara terus menerus.

Untuk membuat angka acak yang sama maka kita dapat melakukan langkah-langkah sebagai berikut ialah dengan cara memblok semua *random number* yang telah di buat kemudian mengopi angka tersebut dengan beberapa cara yaitu “CTRL-C” atau bisa juga dengan cara klik kanan pada mouse, kemudian klik copy. Setelah melakukan copy arahkan kursor ke tempat yang ingin dipindahkan seperti pada kolom tabel di atas (RN1 dan RN2), setelah itu pada bagian atas *spreadsheet* klik “Past Special” kemudian pilih “Values” dan klik “OK”. Prosedur ini membuat kopi angka pada sel

yang sama dengan sel yang berisi formula “RAND()”, karenanya angka yang sama dapat digunakan untuk simulasi.

Berikut contoh gambar *Random Number* atau angka acak yang telah di buat pada *Microsoft Excel*:



Gambar 3.38: Contoh simulasi *random number* dengan menggunakan komputer *spreadsheet excel*.

3.20 Simulasi Menggunakan Komputer Mc. Excel.

Dengan menggunakan simulasi komputer maka kita dapat membuat simulasi *breakdown* dengan *repair time* dengan mudah dan gampang tanpa memakan waktu terlalu lama. Menggunakan simulasi Mc. Excel dengan angka random maka kita dapat membuat simulasi sampai beberapa waktu kerusakan. Ketika sudah memasikan beberapa angka random maka kita dapat membuat simulasi kerusakan cukup dengan meng-kopi data tersebut dengan menariknya ke bawah sampai total yang di inginkan. Perhatikan gambar simulasi kerusakan dan *repair time* nya:

TA grafik - Excel

FILE HOME INSERT PAGE LAYOUT FORMULAS DATA REVIEW VIEW

S6 : fx

Dari tabel 3.23. probabilitas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Computer words simulation example																
2						Average Time Between Breakdown=		0.475	weeks								
3						Average F(t)=		21.559	hour								
4						Average R(t)=		0.149	hour								
5						Average Umur Komponen (T)=		383.61644	hour								
6	p(x)	Cumulative	Waktu			Average Waktu Pemakaian=		19.181	day								
7	0.005	0	1			Tingkat kerusakan/kagagalan (λ)=		0.078818									
8	0.008	0.005	2														
9	0.008	0.013	3														
10	0.011	0.021	4		No.	time	Total	Jumlah	Tingkat	MTBF /	F(t)	Keandalan	Nilai	Waktu	Waktu	Total	
11	0.013	0.032	5		Kerusakan	Between	Operation	Komponen	Kerusakan	Jam			R(t)	/ Hari	/ jam	(T)	
12	0.013	0.045	6	1	RN1	Breakdown	Time	1	1								
13	0.016	0.058	7	2				2	3.636364	0.275	0.275	1.000	3.636	22	20	440	
14	0.016	0.075	8	3				2	2.196318	0.455	0.180	1.000	5.546	19	20	380	
15	0.016	0.091	9	4				2	1.668005	0.600	0.419	1.000	2.385	17	20	340	
16	0.021	0.107	10	5				2	1.282337	0.780	0.361	1.000	2.773	19	20	380	
17	0.021	0.128	11	6				2	0.883973	1.131	0.771	1.000	1.298	24	20	480	
18	0.024	0.149	12	7				2	0.883973	1.131	0.361	1.000	2.773	1	20	20	
19	0.024	0.173	13	8				2	0.773486	1.293	0.932	1.000	1.073	18	20	360	
20	0.027	0.198	14	9				2	0.576307	1.735	0.803	1.000	1.245	26	20	520	
21	0.032	0.224	15	10				2	0.488956	2.045	1.242	1.000	0.805	23	20	460	
22	0.032	0.256	16	11				2	0.476536	2.098	0.856	1.000	1.168	10	20	200	
23	0.035	0.288	17	12				2	0.457624	2.185	1.329	1.000	0.752	13	20	260	
24	0.037	0.323	18	13				2	0.445952	2.222	0.894	1.000	1.119	8	20	160	
25	0.051	0.361	19	14				2	0.435322	2.297	1.404	1.000	0.712	12	20	240	
26	0.070	0.411	20	15				2	0.388745	2.572	1.169	1.000	0.856	22	20	440	
27	0.070	0.481	21	16				2	0.368108	2.717	1.548	1.000	0.646	17	20	340	
28	0.070	0.550	22	17				2	0.325943	3.068	1.520	1.000	0.658	24	20	480	
29	0.083	0.620	23	18				2	0.292445	3.419	1.899	1.000	0.527	24	20	480	
30	0.086	0.703	24	19				2	0.277796	3.600	1.700	1.000	0.588	19	20	380	
31	0.096	0.788	25	20				2	0.272149	3.674	1.974	1.000	0.507	12	20	240	
32	0.115	0.885	26	21				2	0.245781	4.069	2.095	1.000	0.477	25	20	500	
33	1.000			22				2	0.230208	4.344	2.249	1.000	0.445	22	20	440	
367				356				2	0.221034	4.524	2.275	1.000	0.440	19	20	380	
368				357				2	0.011867	84.270	44.838	1.000	0.022	24	20	480	
369				358				2	0.011846	84.414	39.576	1.000	0.025	17	20	340	
370				359				2	0.011785	84.856	45.281	1.000	0.022	26	20	520	
371				360				2	0.011724	85.299	40.018	1.000	0.025	26	20	520	
372				361				2	0.011663	85.741	45.723	1.000	0.022	26	20	520	
373				362				2	0.011641	85.902	40.180	1.000	0.025	18	20	360	
374				363				2	0.011609	86.143	45.963	1.000	0.022	21	20	420	
375				364				2	0.011561	86.494	40.531	1.000	0.025	24	20	480	
376				365				2	0.011555	86.540	46.009	1.000	0.022	9	20	180	
377				365				2	0.011544	86.626	40.618	1.000	0.025	13	20	260	

Freeze Panes

Sheet10 (3) Sheet10 (2) Sheet1 Sheet2 Sheet16 Sheet3 Sheet4 Sheet5 Sheet7 ...

"=VLOOKUP(G12:lookup:1)"

Kopi "H12+G13" pada G13:G376

"=I12/H12"

"=M12/J12"

"=K13-L12"

"=M12/L12"

"=VLOOKUP

"=O12xP12"

Gambar 3.39: Simulasi Kerusakan Menggunakan Mc. Excel.

- Untuk nilai $p(x)$: diambil pada tabel 3.19.2 pada nilai probabilitas
- Untuk nilai cumulative: di ambil pada nilai CDF dengan mengawali dengan angka nol pada *spreadsheet* B7, atau bisa dengan menjumlahkan angka dari $p(x)$:

$$Prob = \frac{Dist. waktu kerusakan}{Total dist. waktu kerusakan} = Hasil probabilitas$$

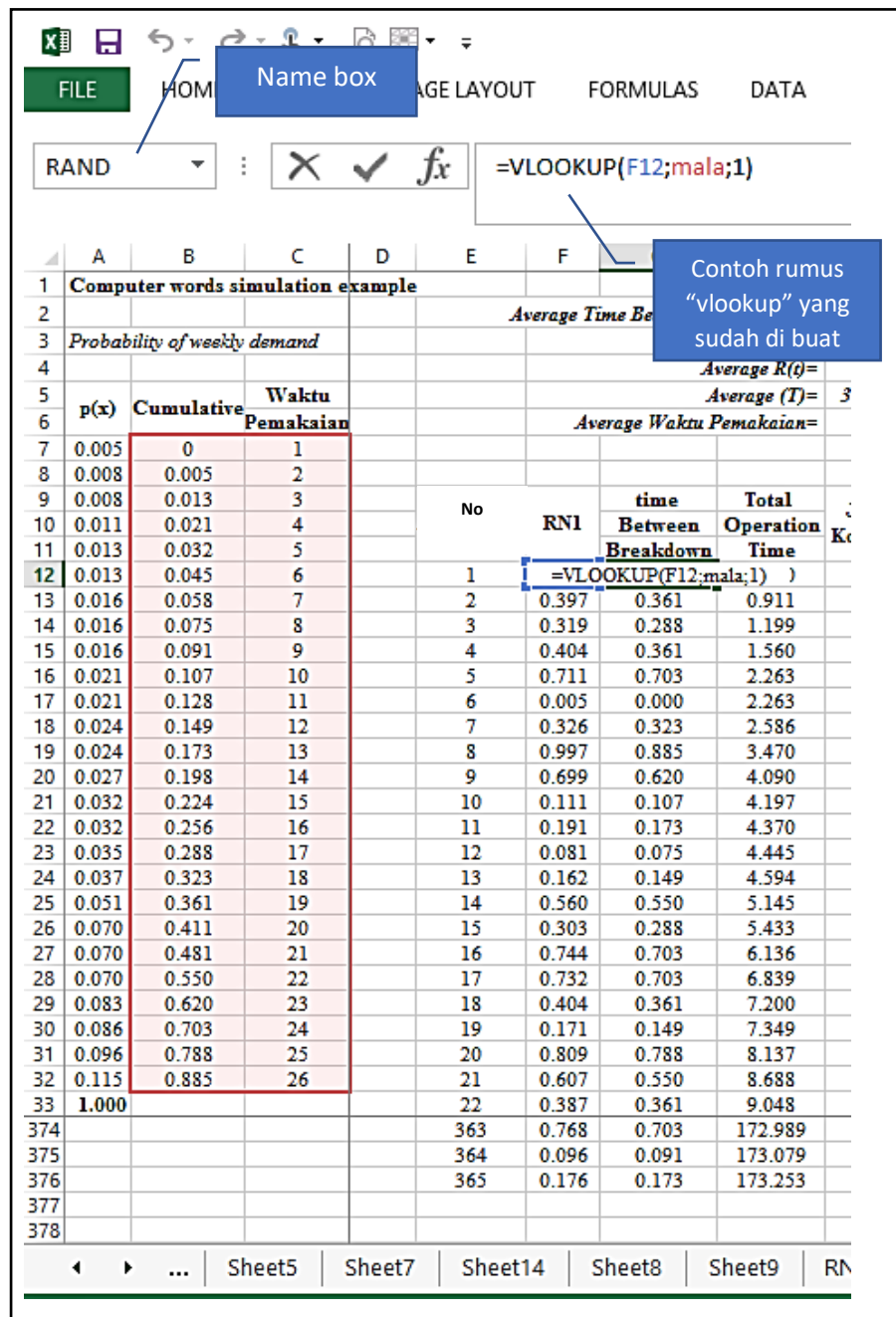
- Untuk *repair time*: Nilai dimasukan sesuai dengan jumlah *cumulative*.
- Untuk mendapat nilai *time between breakdown*, terlebih dahulu kita akan melakukan langkah “VLOOKUP” untuk mendapatkan nilai *time between breakdown* dengan membuat rumus ”VLOOKUP” tersebut.

➤ Langkah-langkah membuat “VLOOKUP” adalah sebagai berikut:

1. Pada **Gambar 3.20.** untuk membuat “lookup” pertama kita arahkan kursor pada B7:C32.
2. Kemudian sel ini di beri nama sesuka kita untuk kode saat menggunakana “=VLOOKUP” tersebut nanti.

Contoh kita menggunakan nama “Lookup” pada B7:C32. Dan untuk pembuatan nama tersebut kita dapat lakukan pada *spretsheet* “Name Box” lalu ketik nama “Lookup/nama lain” bisa sesuai keinginan kita.

3. Perhatikan gambar cara membaut “VLOOKUP”:



Gambar 3.40: Petunjuk Pembuatan Lookup.

- Setelah selesai membuat nama “lookup” maka kita dapat memasukan angka pada *time between breakdown* dengan cara mengetik “=VLOOKUP(G12;Lookup;1)” kemudian “Enter”.

Keterangan:

VLOOKUP : Rumus excel untuk meng- Lookup
 G12 : Sel pada excel, atau angka RN1 yang akan dimasukan.
 Lookup : Nama rumus yang kita buat
 1 : Tabel “Lookup” yang di gunakan seperti pada **gambar 3.20.2** pada tabel yang berwarna merah terdapat 2 tabel. Dan jika “1” maka tabel satu, dan jika “2” maka tabel dua.

Untuk setiap step Lookup harus menggunakan titik koma (;) untuk rumus “VLOOKUP”.

- Untuk mendapatkan angka “waktu pemakaian/hari”, kita dapat melakukan langkah yang sama seperti pada *time between breakdown* dengan cara mengetik “=VLOOKUP(J12;Lookup;2)” kemudian “Enter”.
- Untuk mendapatkan nilai selama satu tahun kita cukup menarik cursor ke bawah.

3.21 Menghitung kurva Laju Kegagalan.

Pada dasarnya laju kegagalan atau tingkat kerusakan didefinisikan sebagai kerusakan suatu produk per unit ukuran tertentu, misalnya per waktu tertentu, per jarak tempuh tertentu, atau perputaran tertentu. Jika kita menggunakan ukuran waktu, maka tingkat dimana kerusakan atau laju kegagalan untuk interval itu. Selanjutnya apabila kita mengansumsikan bahwa laju kegagalan mengikuti distribusi eksponensial negatif, yang bersifat konstan maka laju kegagalan atau tingkat kerusakan per jam dapat dinyatakan sebagai berikut :

Banyaknya bahwa dari 9 komponen di uji pada sistem dibawah kondisi operasi tertentu dalam interval waktu 1.000 jam operasi. Ternyata terjadi kerusakan tertinggi pada 3 buah komponen, dan karena menggunakan komputer dan sudah melalui rumus “VLOOKUP” maka komponen berjumlah 365 hari dalam 1 tahun, dihitung menjadi 2 kerusakan secara berurutan untuk mendapatkan t_1 dan t_2 dengan perincian sebagai berikut:

• **F(t):**

1. Komponen 1 rusak setelah 0.550 jam Operasi
2. Komponen 2 rusak setelah 0.361 jam operasi

Perhitungan:

Dari data tabel 3.15 di atas diketahui bahwa total jam operasi adalah

$$: 0.550 + 0.361 = 0.911 \text{ jam operasi}$$

Tingkat kerusakan per jam adalah : $\frac{\text{Jumlah}}{\text{Jam operasi}} = \text{Total}$

$$\frac{2}{0.911} = 2.196318$$

Dengan mengsumsikan bahwa laju kegagalan berdistribusi eksponensial negatif, maka dapat ditentukan rata-rata hidup sistem atau rata-rata waktu diantara kegagalan (*mean time between failur*=MTBF), sebagai berikut:

$$r(t) = \lambda = \text{Banyaknya} \frac{\text{Kerusakan}}{\text{Total jam operasi}} = \text{Total jam}$$

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2.196318} = 0.455 \text{ jam} / F(t_1)$$

- Peluang kegagalan interval waktu (waktu kerusakan).

$$\begin{aligned}\int_{t_4}^{t_2} f(t)dt &= \int_{\infty}^{t_2} f(t)dt - \int_{\infty}^{t_1} f(t)dt \\ &= F(t_2) - F(t_1) \\ &= 0.455 - 0.275\end{aligned}$$

$$F(t) = 0.180 \text{ jam}$$

Dimana $F(t)$ menunjukkan peluang bahwa sistem akan gagal pada saat yang ditentukan berdasarkan konsep (2.1).

$$\begin{aligned}F(t) &= \int_0^t f(x)dx \\ &= 0.180 \text{ jam}\end{aligned}$$

Terdapat hubungan antara fungsi kegagalan dan fungsi keandalan, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}R(t) &= 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt \\ R(t) &= 1 - 0.180 \\ &= 5.546\end{aligned}$$

Dimana $R(t)$ adalah fungsi keandalan (*reliability function*) yang akan dibahas kemudian.

3.22 Perhitungan Keandalan pada 3 Komponen Dari PTO.

Setelah dilakukan perhitungan untuk keandalan dari data MTBF (*Mean time between failur*) dan MTTR (*mean time to repair*), maka harus dilakuka perhitungan untuk mengetahui tingkat kerusakan/umur dari tiga komponen dari PTO tersebut. Dengan menggunakan perhitungan *probability* menggunakan metode *monte carlo* supaya kita dapat dengan cepat mendapatkan data keandalan dari kerusakan pada komponen PTO tersebut.

Berikut adalah tabel hasil dari perhitungan MTBF dan MTTR komponen dari PTO.

Tabel 3.24: Perhitungan keandalan nilai rata-rata

<i>Average F(t)=</i>	21.559	<i>hour</i>
<i>Average R(t)=</i>	0.149	<i>hour</i>
<i>Average Umur Komponen (T)=</i>	383.61644	<i>hour</i>
<i>Average Waktu Pemakaian=</i>	19.181	<i>Day</i>
<i>Tingkat kerusakan (λ)=</i>	0.078818	

Umur PTO dari ketiga komponen di atas, dapat di ambil kesimpulan bahwa umur kerusakan komponen dari ketiga komponen PTO adalah sebesar 14.9% = 12 hari, 383.7 jam operasi,

Setelah melakukan perhitungan untuk keandalan dari data TBF diatas maka harus dilakukan perhitungan untuk meningkatkan keandalan menjadi 80.5% dengan mensimulasikan jam operasional PTO 520 jam

Berikut adalah tabel hasil perhitungan sebelum dan sesudah *preventive maintenance*.

Tabel 3.25: Perhitungan nilai keandalan/umur kerusakan komponen PTO.

No. Kerusakan	Tingkat Kerusakan Λ	Nilai Keandalan R(t)	Nilai Keandalan R(%)	Waktu Pemakaian / Hari	Umur Komponen (T)
12	0.449952	0.805	80.5%	6	120
53	0.079128	0.161	16.1%	11	220
54	0.077860	0.156	15.6%	12	240
55	0.076429	0.153	15.3%	12	240
56	0.074194	0.149	14.9%	12	240
57	0.074158	0.149	14.9%	12	240
58	0.072492	0.144	14.4%	12	240
129	0.033305	0.066	6.6%	18	360
130	0.033272	0.066	6.6%	19	380
134	0.032220	0.064	6.4%	19	380

Dari hasil perhitungan *reliability* yang diperoleh untuk komponen *paper gasket, Fork*, dengan *spline shaft*. Dengan mensimulasikan 520 jam operasional untuk setiap T (waktu). Dari hasil perhitungan dengan data MTBF = 380 jam dimana tingkat keandalan tanpa melakukan *preventive mamintenance* sebesar 6.4%, dengan tingkat kerusakan 0.0322 atau 3.2%.

Dan *preventive maintenance* yang digunakan sebelumnya R(t) dengan data MTBF = 240 jam dimana tingkat keandalan sebesar 14.9%, dengan tingkat kerusakan sebesar 0.0741 atau 7.4%.

Namun tingkat *preventive maintenance* yang digunakan sebelumnya masih rendah dan tingkat kerusakan (λ) masih di atas 0.0791 atau 7.9% tingkat kerusakannya, dengan MTBF = 220 jam dengan tingkat keandalan sebesar 16.1%.

Tingkat kerusakan diatas setelah melakukan *preventive maintenance* keandalan meningkat menjadi 80.5% peningkatan sebesar 65.6% dengan MTBF = 120 jam dengan tingkat keandalan sebesar 80.5% berarti selang waktu untuk melakukan pemeriksaan adalah 120 jam karena data T=120 jam tingkat keandalannya 80.5%

Tingkat Kerusakan λ	MTBF / Jam	F(t)		Keandalan	Nilai Keandalan R(t)		Waktu Pemakaian / Hari	Waktu Pemakaian / jam	Total Time (T)
3.636364	0.275	0.180	18.0%	1.000	5.546	554.6%	1	20	20
2.196318	0.455	0.275	27.5%	1.000	3.636	363.6%	2	20	40
1.668005	0.600	0.361	36.1%	1.000	2.773	277.3%	3	20	60
1.282337	0.780	0.361	36.1%	1.000	2.773	277.3%	3	20	60
0.883973	1.131	0.419	41.9%	1.000	2.385	238.5%	3	20	60
0.883973	1.131	0.771	77.1%	1.000	1.298	129.8%	4	20	80
0.773486	1.293	0.803	80.3%	1.000	1.245	124.5%	4	20	80
0.576307	1.735	0.856	85.6%	1.000	1.168	116.8%	5	20	100
0.488956	2.045	0.894	89.4%	1.000	1.119	111.9%	5	20	100
0.476536	2.098	0.932	93.2%	1.000	1.073	107.3%	5	20	100
0.457624	2.185	1.169	116.9%	1.000	0.856	85.6%	6	20	120
0.449952	2.222	1.242	124.2%	1.000	0.805	80.5%	6	20	120
0.083264	12.010	6.145	614.5%	1.000	0.163	16.3%	11	20	220
0.082494	12.122	6.151	615.1%	1.000	0.163	16.3%	11	20	220
0.080437	12.432	6.181	618.1%	1.000	0.162	16.2%	11	20	220
0.079128	12.638	6.218	621.8%	1.000	0.161	16.1%	11	20	220
0.077860	12.844	6.424	642.4%	1.000	0.156	15.6%	12	20	240
0.076429	13.084	6.545	654.5%	1.000	0.153	15.3%	12	20	240
0.074194	13.478	6.726	672.6%	1.000	0.149	14.9%	12	20	240
0.074158	13.485	6.734	673.4%	1.000	0.149	14.9%	12	20	240
0.072492	13.795	6.939	693.9%	1.000	0.144	14.4%	12	20	240
0.070478	14.189	7.077	707.7%	1.000	0.141	14.1%	12	20	240
0.069137	14.464	7.130	713.0%	1.000	0.140	14.0%	12	20	240
0.068285	14.644	7.229	722.9%	1.000	0.138	13.8%	12	20	240
0.066495	15.039	7.252	725.2%	1.000	0.138	13.8%	12	20	240
0.064977	15.390	7.334	733.4%	1.000	0.136	13.6%	12	20	240
0.063694	15.700	7.350	735.0%	1.000	0.136	13.6%	13	20	260
0.063479	15.753	7.591	759.1%	1.000	0.132	13.2%	13	20	260
0.062760	15.934	7.644	764.4%	1.000	0.131	13.1%	13	20	260
0.062374	16.032	7.919	791.9%	1.000	0.126	12.6%	13	20	260
0.060699	16.475	7.942	794.2%	1.000	0.126	12.6%	13	20	260
0.060616	16.497	8.313	831.3%	1.000	0.120	12.0%	13	20	260
0.059033	16.940	8.337	833.7%	1.000	0.120	12.0%	13	20	260

Microsoft Excel interface showing a spreadsheet with various data points and formulas. The spreadsheet includes columns for 'Tingkat Kerusakan', 'MTBF / Jam', 'F(t)', 'Keandalan', 'Nilai Keandalan R(t)', 'Waktu Pemakaian / Hari', 'Waktu Pemakaian / jam', and 'Total Time (T)'. The data is organized into rows, with some rows highlighted in yellow and others in pink. The spreadsheet also contains a table with multiple columns and rows of numerical data, likely representing simulation results or component performance metrics. The interface includes standard Excel menu options like FILE, HOME, INSERT, PAGE LAYOUT, FORMULAS, DATA, REVIEW, and VIEW. The status bar at the bottom shows 'READY', 'Sheet10 (3)', 'Sheet10 (2)', 'Sheet1', 'Sheet2', 'Sheet16', 'Sheet3', 'Sheet4', 'Sheet5', 'Sheet7', and a zoom level of 70%.

Gambar 3.41: Perhitungan nilai keandalan/umur kerusakan komponen PTO.

3.23 Perhitungan Penyediaan Suku Cadang PTO.

Jumlah suku cadang atau *spare part* yang selalu ada untuk mengendalikan sistem dengan benar dan efektif adalah sangat penting. Oleh karena itu, penentuan jumlah suku cadang harus dibuat berdasarkan ilmiah. Terlalu sedikit suku cadang atau *spare part* di tangan dapat menyokong keberhasilan misi karena ketidaktersediaan mereka dalam situasi yang mendesak. Di sisi lain, menyimpan terlalu banyak suku cadang atau *spare part* meningkatkan pengeluaran dan membayar beban.

Hari ini dengan pengetahuan prinsip keandalan, adalah mungkin untuk meramalkan persyaratan suku cadang dengan cara yang lebih ilmiah. Pada dasarnya, metode yang paling sederhana adalah membagi kebutuhan hidup yang diharapkan atau misi dengan waktu yang berarti antara kegagalan. Namun, rata-rata itu sendiri tidak selalu memadai, karena ada probabilitas pasti yang lebih besar dari jumlah rata-rata suku cadang yang mungkin diperlukan untuk periode tertentu

Rumus yang digunakan untuk mengetahui jumlah suku cadang atau *spare part* yang akan di sediakan untuk penyediaan stok adalah:

Dimana S = jumlah suku cadang

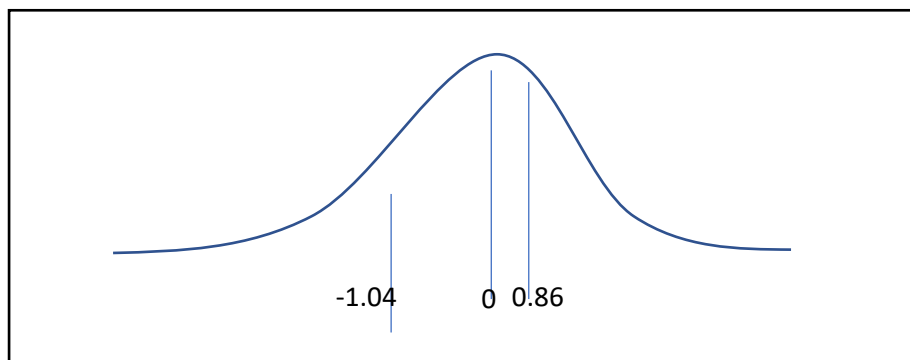
T = Waktu misi

λ = Tingkat kegagalan per jam

Z = Tingkat kepercayaan (variabel yang diukur dari mean dalam standar deviasi yang menentukan area di bawah kurva normal dari -

∞ hingga Z). Nilai-nilai area Z diberikan dalam tabel A dari lampiran.

Untuk perhitungan atau penyediaan suku cadang atau part dari PTO, pertama-tama kita harus menentukan nilai dari Z untuk mendapatkan perhitungan dari $S = \lambda + z\sqrt{\lambda T}$. Dengan demikian kita dapat melihat tabel distribusi normal untuk menentukan nilai dari Z . Seperti pada tabel di bawah ini:



Gambar 3.42: Kurva Distribusi Normal.

$$\begin{aligned} S &= \lambda.T + z\sqrt{\lambda T} \\ &= 0.45 \times 120 + 0.8\sqrt{0.45 \times 120} \\ &= 56.25 + 0.8\sqrt{56.25} = 62.25 \text{ pcs} \\ &\approx 3 \text{ komponen power take off untuk suku cadang} \end{aligned}$$

Jumlah total PTO yang dibutuhkan dalam satu tahun adalah sebesar 63 pcs komponen PTO.

Tiga komponen diatas dilakukan perhitungan dalam 1 kali, karena dari 3 komponen tersebut jumlah kebutuhan dan kerusakan yang terjadi selalu sama dan kebutuhan selalu berpasangan antara tiga komponen tersebut, sehingga perhitungan $S = \lambda + z\sqrt{\lambda T}$ tersebut di atas dihitung satu kali untuk tiga komponen dalam setahun.

Hasil perhitungan untuk ketiga komponen adalah:

1. *Spline Shaft* kebutuhan spare part untuk 1 tahun adalah 63 pcs komponen PTO
2. *Fork*, kebutuhan spare part untuk 1 tahun adalah 63 pcs komponen PTO, dan
3. *Paper gasket*, kebutuhan spare part untuk 1 tahun adalah 63 komponen PTO.

Kita dapat membuktikan apakah tingkat kepercayaan $z=0.8$ tersebut sudah melewati angka tingkat kepercayaan yang aman untuk nilai keyakinan yang telah di pilih pada tabel normal tersebut, adalah:

$$= \frac{365 \text{ hari (setahun)}}{\text{per 6 hari perbaikan}}$$

$$= 60.83 \text{ pcs/tahun}$$

Karena untuk penyediaan stok barang dalam 1 tahun sangatlah lama dan memakan banyak biaya, mulai dari *cost*, dan tempat penyimpanan barang, sehingga membuat suatu perusahaan biasanya akan kesulitan dan ketakutan akan stok barang yang menumpuk terlalu lama. Sehingga kita dapat membuat penyediaan stok barang per 6 bulan adalah:

$$63 \text{ pcs} = 365 \text{ hari}(1 \text{ tahun})$$

$$= \frac{365 \text{ hari}}{2} \text{ yaitu} = 182.5 \text{ hari (6 bulan)}$$

$$= \frac{63 \text{ pcs}}{2} \text{ yaitu} = 31.5 \text{ pcs komponen (per 6 bulan)}$$

Kita dapat membuktikan kebenaran dari total perhitungan penyediaan *spare part* tersebut diatas per 6 bulan, yaitu:

$$= \frac{182.5 \text{ hari}}{\text{per 6 hari perbaikan}}$$

$$= 30.41 \text{ pcs/tahun}$$

Jadi untuk penyediaan suatu barang atau komponen *spare part* dari PTO jika dalam 6 bulan komponen *spare part* yang dibutuhkan yaitu ± 30 s/d 32 pcs komponen *spare part* dari *spline shaft*, *fork*, dan *paper gasket*. dan dalam 1 tahun komponen *spare part* yang dibutuhkan ± 60 s/d 63 pcs dari ketiga komponen PTO tersebut.

3.24 Shortage Lost.

Jika unit Sinotruc mengalami kerusakan pada komponen *Power Take Off* tersebut maka kerugian yang diperoleh oleh suatu perusahaan dalam satu komponen yang rusak yaitu:

1. Uang saku/hari = Rp.300.000.-
2. Jasa Perbaikan/hari = Rp.300.000.-/jam (waktu perbaikan/penggantian 3 s/d 4 jam kerja) = Rp.1.200.000.-
3. Uang perjalanan dinas/hari = Rp.1.000.000.-
4. Biaya Suku Cadang atau penggantian = Rp.8.000.000.-

Dari hasil biaya di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa kerugian yang diperoleh dari perusahaan PT. Intraco Penta Wahana mencapai Rp. 10.500.000.-/satu kerusakan komponen dari *Power Take Off*. jadi, jika kerusakan dalam 1 tahun sebanyak 125 pcs komponen PTO, maka kerugian yang di peroleh adalah sebesar $Rp.10.500.000 \times 125 \text{ pcs} = Rp.1.312.500.000.-$ /tahun.

BAB IV

ANALISA PENGOLAHAN DATA

4.1 Analisa Masalah Yang Di Temukan Pada Suatu Perusahaan.

Pada analisa kendaraan di perusahaan PT. Intraco Penta Wahana ini, pembahasan yang dilakukan di perusahaan tersebut di ambil dari data kerusakan yang paling sering terjadi dari semua jenis unit atau kendaraan yang ada pada perusahaan tersebut, dan dilakukan perbandingan dari beberapa jenis merek atau *brand* unit. Sehingga dari sini peneliti dapat mengambil kesimpulan untuk unit yang akan dilakukan penelitian untuk analisa kerusakan dengan menggunakan metode simulasi *Monte Carlo*.

Dari hasil data yang di dapat. Unit sinotruc lah data kerusakan yang sangat tinggi kerusakannya dari perbandingan tiga data kerusakan unit dengan merek dan jenis unit yang berbeda-beda. Sehingga peneliti melakukan pengumpulan dan pengolahan data yang di ambil dari berbagai informasi dan data yang sudah ada pada perusahaan tersebut.

Data kerusakan unit yang di ambil sebagai perbandingan yaitu unit Sinotruc, Mahindra, dengan unit Bobcat. Dimana sinotruc tingkat kerusakan mencapai 67% kerusakan, Mahindra tingkat kerusakan mencapai 22%, dan Bobcat tingkat kerusakan mencapai sebesar 11%.

Karena dari ketiga unit yang di ambil data presentasinya, kerusakan yang tertinggi di antara ketiga unit yaitu berada pada unit sinotruc, dengan tingkat kerusakan sebesar 67%. Dari data inilah peneliti melakukan analisa kerusakan hanya pada unit sinotruc.

4.2 Analisa Kerusakan

Dari pengumpulan data di bab sebelumnya, analisa kerusakan yang terjadi pada unit sinotruc, dari 8 jenis howo kerusakan tertinggi terjadi pada unit Sinotruc Howo 371 Tipper 6x4. Dan penyebab terjadinya kerusakan tertinggi pada unit ini di karenakan seringnya terjadinya kerusakan pada komponen PTO. Dimana tingkat kerusakan mencapai 18% dari 20 kerusakan yang terjadi pada komponen unit Sinotruc Howo 371 Tipper 6x4.

4.3 Analisa Kerusakan Pada Komponen PTO

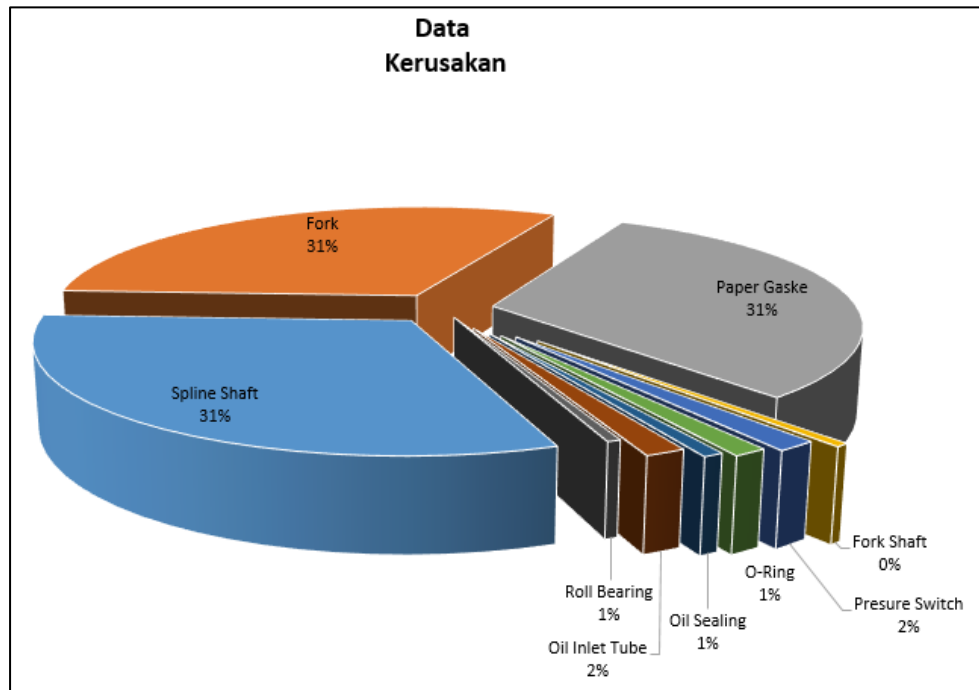
Dari 58 komponen PTO terdapat beberapa komponen bagian dalam PTO yang sering rusak atau dilakukan penggantian antaranya terdapat 9 komponen yang biasa dilakukan penggantian karena kerusakan yang diakibatkan karena pemakaian baik kesalahan dalam pengoperasian maupun pemakaian normal.

Dari 9 komponen PTO yang sering rusak diantaranya terdapat 3 komponen yang presentasi kerusakan mencapai 31%, dimana tingkat kerusakan dari 9 komponen tersebut, spline shaft, fork dan paper gasket terdapat 125 pcs kerusakan.

Tabel 4.1: Kerusakan Dari PTO

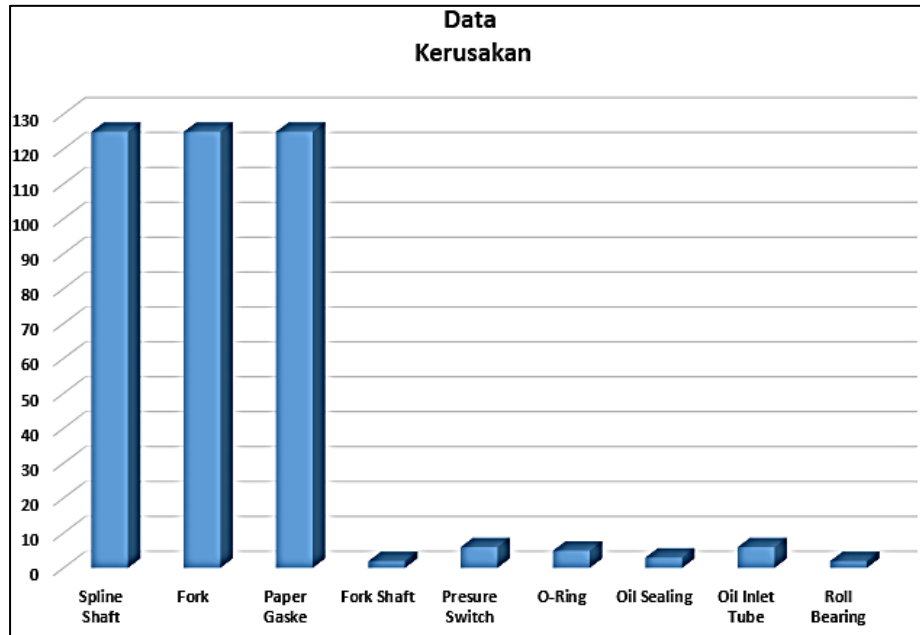
No.	Nama Komponen	Data Kerusakan	Presentasi Kerusakan
1	Spline Shaft	125	31%
2	Fork	125	31%
3	Paper Gaske	125	31%

4	Fork Shaft	2	0 %
5	Presure Switch	6	2 %
6	O-Ring	5	1%
7	Oil Sealing	3	1%
8	Oil Inlet Tube	6	2%
9	Roll Bearing	2	1%



Gambar 4.1: Kerusakan Komponen PTO

Dari tabel di atas kita bisa lihat bahwa frekuensi permintaan dari 9 jenis komponen dari PTO, terdapat 3 komponen yang jumlah kerusakan mencapai 125 pcs permintaan dan dengan total kerusakan yang sama. Artinya setiap terjadi kasus yang sama sudah pasti kerusakan terjadi pada ketiga komponen part tersebut.



Gambar 4.2: Histogram Kerusakan Komponen PTO

4.4 Analisa Perhitungan Nilai Kerusakan Pada Komponen PTO

Setelah dilakukannya perhitungan/simulasi menggunakan komputer menggunakan Mc. Excel. Maka kita dapat menghitung nilai MTBF dengan MTTR untuk mengetahui nilai ekonomi kerusakan komponen dari PTO. Dengan menggunakan simulasi komputer data simulasi tersebut kita dapat lakukan dengan simulasi waktu yang di inginkan. Seperti pada bab sebelumnya, untuk mengetahui nilai kerusakan selama satu tahun maka dilakukannya simulasi kerusakan komponen PTO selama 1 tahun untuk mengetahui nilai kerusakannya tersebut.

4.4.1 Analisa *mean time between failur* (MTBF) dan *mean time to repair* (MTTR) pada unit Howo 371 Tipper 6x4 komponen PTO.

Dari pengumpulan data dan pengolahan data di bab 3 sebelumnya, hasil yang didapat dari komponen *power take off* (PTO)

yaitu *spline shaft*, *Fork*, dan *Paper gasket* selama periode 2017. Maka hasil yang didapat dari perhitungan MTBF pada ketiga komponen tersebut adalah 380.00' jam. Artinya, pada saat MTBF itu unit Howo 371 Tipper 6x4 komponen PTO mengalami kerusakan dan mengakibatkan unit Howo 371 Tipper 6x4 komponen PTO *breakdown*/macet. Hal tersebut akan sangat merugikan pihak *customer* karena ketika komponen tersebut mengalami kerusakan maka unit tidak dapat dioperasikan.

Komponen dari PTO (*spline shaft*, *Fork*, dan *Paper gasket*) mempunyai data MTBF yang lebih besar dibandingkan dengan ke 6 komponen *fork shaft*, *pressure switch*, *O-ring*, *oil sealing*, *oil inlet tube*, dan *roll bearing*. Ketiga komponen dari *spline shaft*, *Fork*, dan *Paper gasket* tersebut lebih rentan waktu kerusakannya, dan karena komponen ini adalah inti dari operasional untuk pengangkatan dan penurunan dump truck pada unit Howo 371 Tipper 6x4.

Untuk nilai MTBF yang sudah didapat maka kita dapat menghitung keandalan dari komponen tersebut, yang dimaksud keandalan adalah menentukan umur optimal dari suatu komponen PTO yang selesai diteliti agar dapat beroperasi sesuai dengan yang diinginkan pada periode tertentu pada kondisi normal yang telah ditetapkan. Nilai MTBF juga menjadi dasar perhitungan untuk tindakan *preventive maintenance* sehingga akan mengetahui interval waktu pemeriksaanya dan target keandalan yang diharapkan

perusahaan dapat mencapai dan mengakibatkan umur komponen tahun lebih lama.

Dari hasil perhitungan dengan data $MTBF = 380$ jam dimana tingkat keandalan tanpa melakukan *preventive maintenance* sebesar 6.4%, dengan tingkat kerusakan 3.2%.

4.4.2 Analisa Mean Time To Repair (MTTR) Pada Unit Howo 371 Tipper 6x4 Komponen PTO.

Dan *preventive maintenance* yang digunakan sebelumnya $R(t)$ dengan data $MTBF = 240$ jam dimana tingkat keandalan sebesar 14.9%, dengan tingkat kerusakan sebesar atau 7.4%

4.4.3 Analisa Preventive Maintenance.

Didalam Penelitian ini data $MTBF$ bisa dijadikan pedoman untuk melakukan tindakan *preventive maintenance*. Tetapi juga masih banyak kemungkinan dari penyebab-penyebab rusaknya suatu komponen seperti lingkungan kerja sekitar tambang, perawatan diabaikan dan selalu ditunda-tunda, tanpa ada pemeriksaan secara berkalah, dan cara pengoperasional yang salah mengakibatkan komponen dari unit tersebut jadi rentan rusak. Apabila yang mengoperasikan unit/ kendaraan tersebut lebih dari 1 dan tidak ada melakukan *training* pada operator, maka akan sering terjadinya kerusakan pada komponen PTO karena kesalahan dalam pengoperasian. Dan ditambah lagi dengan desain komponen yang masih perlu penyempurnaan membuat komponen dari PTO tersebut cepat mengalami kerusakan.

Peningkatan nilai *preventive maintenance* menjadi 80.5% peningkatan sebesar 65.6% dengan $MTBF = 120$ jam dengan tingkat keandalan sebesar 80.5% berarti selang waktu untuk melakukan pemeriksaan adalah 120 jam karena data $T=120$ jam tingkat keandalannya 80.5%

4.5 Analisa Penyediaan Komponen/Suku Cadang.

Setelah mengetahui umur kerusakan dari komponen PTO maka selanjutnya menghitung jumlah kebutuhan *spare part*. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk mengadakan stok barang atau spare part dengan tujuan untuk menghindarinya kekurangan dari pengadaan barang, menghindari *breakdown unit* dalam jangka waktu yang lama, menghindari dan mengurangi penumpukan barang pada gudang, menghindarinya kerugian dan pengeluaran *cost* yang berlebihan akibat pembelian dan penumpukan barang yang tidak laku-laku. Sehingga munculah perhitungan untuk pengadaan barang untuk setiap kebutuhan unit dengan perhitungan data yang diambil dari sekian nya banyak permintaan atau kerusakan pada komponen part yang sering rusak.

Hasil perhitungan yang di dapat dari data kerusakan komponen diatas adalah dalam 1 tahun dan 365 kerusakan/hari, untuk penyediaan barang atau *spare part* tersebut adalah sebanyak 63 pcs komponen PTO dari ketiga komponen dengan tingkat keandalan yang telah dilakukan peningkatan *preventive maintenance* dengan MTBF perhitungan nilai dari $T=120$, dan keandalan 80.5%.

Dan untuk penyediaan stok barang dalam 6 bulan, terhitung 183 hari kerja, penyediaan barang adalah 31 pcs ketiga dari komponen PTO.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengamatan yang penulis lakukan setelah melakukan kerja praktek di PT. Intraco Penta Wahana (IPW), maka penulis mengambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan Simulasi *Monte Carlo*, diketahui produk yang paling banyak *Breakdown* dari tiga jenis produk yaitu unit Sinotruk dengan *Brand* Howo 371 tipper 6x4. Komponen yang jumlah kerusakan terbanyak terjadi pada bagian *Power Take Off* (PTO), pada bagian *dumping* unit. Dari 9 komponen bagian dari PTO, terdapat satu komponen yang berkontribusi paling besar menjadi penyebab kerusakan *Power Take Off*, yaitu *Shift Gear Hydraulic Pump* yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu *Spline Shaft*, *Fork Shaft*, *Paper Gasket* sebesar 31%.
2. Dari berbagai kerusakan yang terjadi, diketahui bahwa kerusakan PTO disebabkan karena dioperasikannya alat tanpa mengikuti panduan operasional peralatan tersebut.
3. Nilai keandalan simulasi *Monte Carlo* sesudah melakukan *preventive maintenance*:
 - a. $MTBF = 120 \text{ jam}/6 \text{ hari}$
 - b. $Preventive Maintenance = 80.5\%$

4. Hasil perhitungan simulasi *Monte Carlo* untuk penyediaan suku cadang/*spare part* dalam jangka waktu 1 tahun (12 bulan), adalah 189 pcs komponen yang terdiri dari:

- a. 63 pcs komponen *spline shaft*
- b. 63 pcs komponen *fork shaft*
- c. 63 pcs komponen *paper gasket*

Dan untuk penyediaan dalam 6 bulan, yaitu 31 pcs komponen *spline shaft*, *fork* dan *paper gasket*.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas maka penulis dapat memberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Setiap karyawan baru, sebelum mengoperasikan unit disarankan untuk dilakukan pelatihan terlebih dahulu, untuk menghindari kesalahan dalam pengoperasian unit khususnya unit *sinotruc* dan pengoperasian sesuai SOP perusahaan yang sudah ada. Melakukan pelatihan atau *training* SDM pada setiap karyawan yang kurang kompeten dalam bekerja, dan karyawan baru agar perusahaan memastikan operasional peralatan tersebut mengikuti panduan atau SOP yang disediakan oleh pabrikan.
2. Disarankan untuk menghitung jumlah stok minimum suku cadang dan penentuan atau penilaian kembali untuk menjaga ketersediaan suku cadang.

DAFTAR PUSTAKA

Thomas J. Kakiay (2004). Pengantar Sistem Simulasi, Yogyakarta: Penerbit Andi.

Cahyo, W. N. (2008). Pendekatan Simulasi Monte Carlo untuk Pemilihan Alternatif Dengan Decision Tree ada nilai Outcome Yang Probabilistik. *Industri*, 7.

Bernard W. Taylor III (2014)“*Management Science*” Jakarta: Penerbit Salemba empat publishing.

Amin Syukron; Muhammad Khilil (2014). Pengantar Teknik Industri, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu

Benjamin S. Blanchard, Dinesh Verma, Elmer L Peterson “*Maintainability*” New York, Chichester, Brishbane, Toronto, Singapore: Penerbit Hohn Wiley, Inc.

A K Govil. “*Reliability Enginering*” Iraq: Penerbit Tata McGraw-Hill

LAMPIRAN

Tabel simulasi *random number* dengan menggunakan komputer *spreadsheet* excel.

0.592	0.869	0.758	0.387	0.107	0.676	0.366	0.895	0.706	0.181
0.397	0.783	0.461	0.282	0.410	0.265	0.946	0.095	0.009	0.467
0.319	0.099	0.097	0.421	0.240	0.663	0.766	0.511	0.238	0.308
0.404	0.163	0.666	0.593	0.517	0.157	0.400	0.112	0.039	0.021
0.711	0.982	0.121	0.200	0.867	0.055	0.890	0.586	0.754	0.622
0.005	0.954	0.769	0.539	0.719	0.709	0.628	0.095	0.825	0.420
0.326	0.162	0.341	0.193	0.574	0.951	0.149	0.922	0.242	0.452
0.997	0.313	0.769	0.635	0.301	0.886	0.329	0.001	0.523	0.088
0.699	0.362	0.633	0.035	0.302	0.468	0.330	0.421	0.763	0.587
0.111	0.239	0.190	0.821	0.462	0.956	0.902	0.822	0.141	0.626
0.191	0.478	0.181	0.375	0.629	0.865	0.090	0.530	0.148	0.553
0.081	0.106	0.453	0.227	0.537	0.775	0.185	0.382	0.233	0.241
0.162	0.078	0.072	0.875	0.146	0.456	0.942	0.378	0.084	0.962
0.560	0.024	0.951	0.530	0.552	0.393	0.039	0.224	0.862	0.875
0.303	0.713	0.381	0.861	0.317	0.517	0.516	0.277	0.344	0.226
0.744	0.070	0.881	0.612	0.330	0.674	0.678	0.496	0.230	0.249
0.732	0.081	0.521	0.764	0.327	0.424	0.617	0.035	0.240	0.135
0.404	0.842	0.453	0.487	0.717	0.248	0.745	0.748	0.409	0.889
0.171	0.838	0.995	0.506	0.482	0.561	0.743	0.475	0.086	0.322
0.809	0.455	0.841	0.922	0.447	0.810	0.104	0.028	0.876	0.243
0.607	0.965	0.580	0.871	0.383	0.660	0.164	0.504	0.427	0.268
0.387	0.708	0.579	0.281	0.054	0.499	0.971	0.723	0.474	0.856
0.580	0.313	0.291	0.591	0.292	0.167	0.233	0.996	0.490	0.299
0.146	0.440	0.867	0.353	0.094	0.120	0.657	0.159	0.113	0.847
0.300	0.997	0.459	0.123	0.135	0.530	0.726	0.651	0.737	0.290
0.423	0.212	0.647	0.607	0.957	0.225	0.803	0.834	0.460	0.569
0.893	0.444	0.286	0.866	0.048	0.768	0.224	0.740	0.828	0.773

0.665	0.906	0.804	0.788	0.520	0.068	0.147	0.390	0.422	0.097
0.434	0.323	0.983	0.864	0.024	0.614	0.688	0.257	0.294	0.181
0.854	0.074	0.750	0.337	0.282	0.015	0.215	0.359	0.200	0.491
0.906	0.094	0.063	0.460	0.247	0.851	0.367	0.544	0.811	0.939
0.752	0.683	0.867	0.676	0.225	0.226	0.041	0.145	0.711	0.209
0.960	0.733	0.102	0.584	0.509	0.524	0.845	0.130	0.216	0.971
0.963	0.614	0.379	0.702	0.735	0.748	0.232	0.618	0.108	0.472
0.598	0.710	0.795	0.596	0.755	0.442	0.804	0.527	0.667	0.074
0.885	0.689	0.446	0.743	0.526	0.055	0.175	0.149	0.688	0.528
0.317	0.210	0.992	0.237	0.402	0.023	0.092	0.887	0.657	0.642
0.264	0.957	0.961	0.225	0.071	0.276	0.908	0.274	0.810	0.339
0.269	0.954	0.690	0.430	0.088	0.222	0.411	0.763	0.525	0.501
0.914	0.142	0.289	0.403	0.974	0.842	0.203	0.395	0.193	0.868
0.777	0.031	0.474	0.417	0.670	0.746	0.293	0.133	0.265	0.651
0.962	0.728	0.265	0.161	0.521	0.692	0.373	0.258	0.629	0.324
0.304	0.473	0.309	0.865	0.639	0.435	0.507	0.377	0.507	0.222
0.898	0.285	0.625	0.499	0.663	0.689	0.549	0.104	0.607	0.525
0.215	0.101	0.869	0.649	0.833	0.660	0.152	0.579	0.269	0.151
0.490	0.798	0.728	0.786	0.658	0.862	0.118	0.526	0.372	0.258
0.213	0.846	0.909	0.082	0.465	0.689	0.883	0.192	0.313	0.431
0.075	0.761	0.194	0.901	0.578	0.969	0.048	0.281	0.849	0.172
0.300	0.590	0.128	0.187	0.228	0.575	0.692	0.019	0.542	0.591
0.455	0.719	0.276	0.199	0.763	0.487	0.818	0.218	0.030	0.184
0.242	0.066	0.278	0.414	0.369	0.797	0.949	0.917	0.679	0.341
0.689	0.415	0.571	0.677	0.352	0.987	0.156	0.104	0.452	0.016
0.415	0.341	0.308	0.665	0.901	0.171	0.556	0.015	0.471	0.253
0.467	0.154	0.641	0.685	0.830	0.453	0.534	0.474	0.364	0.396
0.533	0.366	0.456	0.504	0.058	0.318	0.544	0.861	0.319	0.312
0.831	0.865	0.282	0.762	0.629	0.420	0.633	0.221	0.871	0.979
0.020	0.145	0.085	0.295	0.048	0.011	0.900	0.133	0.794	0.570
0.690	0.635	0.173	0.902	0.027	0.502	0.236	0.994	0.488	0.064

0.865	0.769	0.771	0.895	0.337	0.108	0.896	0.219	0.184	0.628
0.609	0.814	0.901	0.938	0.879	0.515	0.570	0.833	0.145	0.613
0.400	0.277	0.098	0.340	0.931	0.700	0.751	0.259	0.189	0.465
0.858	0.512	0.969	0.502	0.197	0.957	0.335	0.401	0.579	0.231
0.767	0.157	0.448	0.768	0.210	0.398	0.544	0.355	0.814	0.077
0.645	0.101	0.263	0.096	0.768	0.865	0.135	0.463	0.612	0.814
0.124	0.145	0.799	0.176	0.145	0.358	0.239	0.499	0.527	0.912
0.382	0.823	0.155	0.288	0.160	0.532	0.940	0.786	0.290	0.425
0.219	0.751	0.152	0.114	0.836	0.268	0.662	0.777	0.451	0.021
0.888	0.509	0.484	0.078	0.004	0.060	0.349	0.634	0.188	0.529
0.051	0.939	0.684	0.072	0.155	0.591	0.433	0.749	0.088	0.057
0.897	0.523	0.110	0.410	0.216	0.155	0.535	0.811	0.588	0.186
0.209	0.128	0.595	0.376	0.831	0.276	0.791	0.098	0.044	0.210
0.689	0.433	0.925	0.816	0.050	0.918	0.996	0.767	0.118	0.843
0.498	0.071	0.328	0.220	0.075	0.660	0.503	0.724	0.447	0.582
0.093	0.325	0.086	0.530	0.001	0.989	0.590	0.322	0.824	0.289
0.758	0.262	0.073	0.986	0.027	0.765	0.626	0.091	0.424	0.554
0.879	0.369	0.011	0.041	0.766	0.960	0.850	0.422	0.772	0.373
0.817	0.630	0.780	0.242	0.167	0.309	0.459	0.267	0.110	0.522
0.065	0.430	0.930	0.884	0.332	0.261	0.128	0.996	0.988	0.991
0.395	0.864	0.933	0.594	0.905	0.675	0.703	0.101	0.512	0.886
0.753	0.937	0.362	0.460	0.909	0.554	0.321	0.691	0.697	0.627
0.464	0.932	0.232	0.708	0.283	0.683	0.485	0.392	0.369	0.512
0.318	0.799	0.032	0.083	0.523	0.016	0.083	0.315	0.062	0.089
0.427	0.303	0.014	0.044	0.103	0.623	0.073	0.851	0.962	0.381
0.931	0.630	0.677	0.817	0.870	0.400	0.838	0.217	0.302	0.075
0.524	0.437	0.952	0.271	0.519	0.734	0.499	0.540	0.772	0.826
0.310	0.334	0.532	0.582	0.121	0.704	0.009	0.806	0.912	0.777
0.058	0.114	0.856	0.314	0.885	0.468	0.448	0.679	0.148	0.037
0.080	0.220	0.799	0.821	0.734	0.729	0.115	0.840	0.085	0.070
0.017	0.222	0.548	0.322	0.773	0.911	0.615	0.620	0.631	0.703

0.073	0.472	0.400	0.988	0.373	0.349	0.265	0.624	0.829	0.231
0.625	0.911	0.687	0.569	0.981	0.017	0.164	0.716	0.551	0.281
0.050	0.547	0.804	0.102	0.343	0.083	0.111	0.311	0.759	0.915
0.732	0.034	0.769	0.442	0.727	0.267	0.618	0.227	0.865	0.783
0.926	0.747	0.238	0.580	0.100	0.757	0.610	0.482	0.257	0.177
0.232	0.512	0.468	0.131	0.505	0.953	0.090	0.976	0.075	0.007
0.642	0.531	0.775	0.608	0.657	0.660	0.546	0.443	0.388	0.615
0.864	0.983	0.123	0.576	0.300	0.974	0.980	0.996	0.366	0.370
0.380	0.994	0.660	0.961	0.746	0.641	0.951	0.276	0.197	0.663
0.940	0.992	0.395	0.468	0.750	0.193	0.909	0.818	0.030	0.455
0.391	0.177	0.209	0.889	0.106	0.445	0.344	0.286	0.222	0.446

Tabel Simulasi Kerusakan Menggunakan Mc. Excel

<i>No. Kerusakan</i>	RN1	time Between Breakdown	Total Operatio n Time	Jumlah Kompone n	Tingkat Kerusakan λ	MTBF / Jam	F(t)	Keandala n	Keandalan R(t)	Waktu Pemakaia n / Hari	Waktu Pemakaia n / jam	Total Time (T)
1	0.592	0.550	0.550	2	3.633361	0.275	0.275	1.000	3.633	22	20	440
2	0.397	0.361	0.911	2	2.195222	0.456	0.180	1.000	5.546	19	20	380
3	0.319	0.288	1.199	2	1.667373	0.600	0.419	1.000	2.384	17	20	340
4	0.404	0.361	1.560	2	1.281963	0.780	0.361	1.000	2.773	19	20	380
5	0.711	0.703	2.263	2	0.883795	1.131	0.771	1.000	1.297	24	20	480
6	0.005	0.000	2.263	2	0.883795	1.131	0.361	1.000	2.773	1	20	20
7	0.326	0.323	2.586	2	0.773350	1.293	0.932	1.000	1.072	18	20	360
8	0.997	0.885	3.471	2	0.576231	1.735	0.803	1.000	1.245	26	20	520
9	0.699	0.620	4.091	2	0.488902	2.045	1.242	1.000	0.805	23	20	460
10	0.111	0.107	4.197	2	0.476485	2.099	0.856	1.000	1.168	10	20	200
11	0.191	0.173	4.371	2	0.457576	2.185	1.329	1.000	0.752	13	20	260
12	0.081	0.075	4.445	2	0.449906	2.223	0.894	1.000	1.119	8	20	160

13	0.162	0.149	4.595	2	0.435279	2.297	1.404	1.000	0.712	12	20	240
14	0.560	0.550	5.145	2	0.388711	2.573	1.169	1.000	0.856	22	20	440
15	0.303	0.288	5.434	2	0.368078	2.717	1.548	1.000	0.646	17	20	340
16	0.744	0.703	6.136	2	0.325919	3.068	1.520	1.000	0.658	24	20	480
17	0.732	0.703	6.839	2	0.292425	3.420	1.900	1.000	0.526	24	20	480
18	0.404	0.361	7.200	2	0.277779	3.600	1.700	1.000	0.588	19	20	380
19	0.171	0.149	7.349	2	0.272133	3.675	1.974	1.000	0.507	12	20	240
20	0.809	0.788	8.138	2	0.245767	4.069	2.095	1.000	0.477	25	20	500
21	0.607	0.550	8.688	2	0.230196	4.344	2.249	1.000	0.445	22	20	440
22	0.387	0.361	9.049	2	0.221023	4.524	2.275	1.000	0.440	19	20	380
23	0.580	0.550	9.599	2	0.208348	4.800	2.525	1.000	0.396	22	20	440
24	0.146	0.128	9.727	2	0.205607	4.864	2.339	1.000	0.428	11	20	220
25	0.300	0.288	10.016	2	0.199686	5.008	2.669	1.000	0.375	17	20	340
26	0.423	0.411	10.427	2	0.191807	5.214	2.545	1.000	0.393	20	20	400
27	0.893	0.885	11.312	2	0.176806	5.656	3.111	1.000	0.321	26	20	520
28	0.665	0.620	11.932	2	0.167619	5.966	2.855	1.000	0.350	23	20	460
29	0.434	0.411	12.343	2	0.162032	6.172	3.317	1.000	0.301	20	20	400
30	0.854	0.788	13.132	2	0.152304	6.566	3.249	1.000	0.308	25	20	500
31	0.906	0.885	14.016	2	0.142691	7.008	3.759	1.000	0.266	26	20	520

32	0.752	0.703	14.719	2	0.135877	7.360	3.600	1.000	0.278	24	20	480
33	0.960	0.885	15.604	2	0.128173	7.802	4.202	1.000	0.238	26	20	520
34	0.963	0.885	16.489	2	0.121296	8.244	4.043	1.000	0.247	26	20	520
35	0.598	0.550	17.039	2	0.117378	8.519	4.477	1.000	0.223	22	20	440
36	0.885	0.885	17.924	2	0.111584	8.962	4.485	1.000	0.223	26	20	520
37	0.317	0.288	18.212	2	0.109817	9.106	4.621	1.000	0.216	17	20	340
38	0.264	0.256	18.468	2	0.108293	9.234	4.613	1.000	0.217	16	20	320
39	0.269	0.256	18.725	2	0.106810	9.362	4.749	1.000	0.211	16	20	320
40	0.914	0.885	19.609	2	0.101992	9.805	5.056	1.000	0.198	26	20	520
41	0.777	0.703	20.312	2	0.098463	10.156	5.101	1.000	0.196	24	20	480
42	0.962	0.885	21.197	2	0.094353	10.598	5.498	1.000	0.182	26	20	520
43	0.304	0.288	21.485	2	0.093086	10.743	5.245	1.000	0.191	17	20	340
44	0.898	0.885	22.370	2	0.089405	11.185	5.940	1.000	0.168	26	20	520
45	0.215	0.198	22.568	2	0.088623	11.284	5.344	1.000	0.187	14	20	280
46	0.490	0.481	23.049	2	0.086773	11.524	6.181	1.000	0.162	21	20	420
47	0.213	0.198	23.246	2	0.086036	11.623	5.442	1.000	0.184	14	20	280
48	0.075	0.075	23.321	2	0.085761	11.660	6.218	1.000	0.161	8	20	160
49	0.300	0.288	23.609	2	0.084714	11.804	5.587	1.000	0.179	17	20	340
50	0.455	0.411	24.020	2	0.083263	12.010	6.424	1.000	0.156	20	20	400

51	0.242	0.224	24.245	2	0.082492	12.122	5.699	1.000	0.175	15	20	300
52	0.689	0.620	24.865	2	0.080436	12.432	6.734	1.000	0.149	23	20	460
53	0.415	0.411	25.276	2	0.079126	12.638	5.904	1.000	0.169	20	20	400
54	0.467	0.411	25.687	2	0.077859	12.844	6.939	1.000	0.144	20	20	400
55	0.533	0.481	26.168	2	0.076428	13.084	6.145	1.000	0.163	21	20	420
56	0.831	0.788	26.957	2	0.074193	13.478	7.334	1.000	0.136	25	20	500
57	0.020	0.013	26.970	2	0.074157	13.485	6.151	1.000	0.163	3	20	60
58	0.690	0.620	27.590	2	0.072491	13.795	7.644	1.000	0.131	23	20	460
59	0.865	0.788	28.378	2	0.070477	14.189	6.546	1.000	0.153	25	20	500
60	0.609	0.550	28.929	2	0.069136	14.464	7.919	1.000	0.126	22	20	440
61	0.400	0.361	29.289	2	0.068284	14.645	6.726	1.000	0.149	19	20	380
62	0.858	0.788	30.078	2	0.066494	15.039	8.313	1.000	0.120	25	20	500
63	0.767	0.703	30.781	2	0.064976	15.390	7.077	1.000	0.141	24	20	480
64	0.645	0.620	31.401	2	0.063693	15.700	8.623	1.000	0.116	23	20	460
65	0.124	0.107	31.507	2	0.063478	15.754	7.131	1.000	0.140	10	20	200
66	0.382	0.361	31.868	2	0.062759	15.934	8.803	1.000	0.114	19	20	380
67	0.219	0.198	32.065	2	0.062373	16.033	7.229	1.000	0.138	14	20	280
68	0.888	0.885	32.950	2	0.060698	16.475	9.246	1.000	0.108	26	20	520
69	0.051	0.045	32.995	2	0.060615	16.498	7.252	1.000	0.138	6	20	120

70	0.897	0.885	33.880	2	0.059032	16.940	9.688	1.000	0.103	26	20	520
71	0.209	0.198	34.077	2	0.058690	17.039	7.351	1.000	0.136	14	20	280
72	0.689	0.620	34.697	2	0.057641	17.349	9.998	1.000	0.100	23	20	460
73	0.498	0.481	35.178	2	0.056853	17.589	7.591	1.000	0.132	21	20	420
74	0.093	0.091	35.269	2	0.056707	17.634	10.04 3	1.000	0.100	9	20	180
75	0.758	0.703	35.972	2	0.055599	17.986	7.943	1.000	0.126	24	20	480
76	0.879	0.788	36.760	2	0.054407	18.380	10.43 7	1.000	0.096	25	20	500
77	0.817	0.788	37.548	2	0.053265	18.774	8.337	1.000	0.120	25	20	500
78	0.065	0.058	37.607	2	0.053182	18.803	10.46 7	1.000	0.096	7	20	140
79	0.395	0.361	37.968	2	0.052677	18.984	8.517	1.000	0.117	19	20	380
80	0.753	0.703	38.670	2	0.051719	19.335	10.81 8	1.000	0.092	24	20	480
81	0.464	0.411	39.082	2	0.051175	19.541	8.723	1.000	0.115	20	20	400
82	0.318	0.288	39.370	2	0.050800	19.685	10.96 2	1.000	0.091	17	20	340
83	0.427	0.411	39.782	2	0.050274	19.891	8.929	1.000	0.112	20	20	400
84	0.931	0.885	40.666	2	0.049181	20.333	11.40 5	1.000	0.088	26	20	520

85	0.524	0.481	41.147	2	0.048606	20.574	9.169	1.000	0.109	21	20	420
86	0.310	0.288	41.436	2	0.048268	20.718	11.54 9	1.000	0.087	17	20	340
87	0.058	0.045	41.481	2	0.048215	20.740	9.192	1.000	0.109	6	20	120
88	0.080	0.075	41.555	2	0.048129	20.778	11.58 6	1.000	0.086	8	20	160
89	0.017	0.013	41.568	2	0.048114	20.784	9.198	1.000	0.109	3	20	60
90	0.073	0.058	41.627	2	0.048046	20.813	11.61 5	1.000	0.086	7	20	140
91	0.625	0.620	42.247	2	0.047341	21.123	9.508	1.000	0.105	23	20	460
92	0.050	0.045	42.292	2	0.047290	21.146	11.63 8	1.000	0.086	6	20	120
93	0.732	0.703	42.995	2	0.046517	21.497	9.859	1.000	0.101	24	20	480
94	0.926	0.885	43.879	2	0.045579	21.940	12.08 0	1.000	0.083	26	20	520
95	0.232	0.224	44.104	2	0.045348	22.052	9.972	1.000	0.100	15	20	300
96	0.642	0.620	44.724	2	0.044719	22.362	12.39 0	1.000	0.081	23	20	460
97	0.864	0.788	45.512	2	0.043944	22.756	10.36 6	1.000	0.096	25	20	500
98	0.380	0.361	45.873	2	0.043599	22.936	12.57 1	1.000	0.080	19	20	380

							10.80						
99	0.940	0.885	46.757	2	0.042774	23.379	8	1.000	0.093	26	20	520	
100	0.391	0.361	0.550	2	3.636364	0.275	0.275	1.000	3.636	19	20	380	
101	0.869	0.788	1.338	2	1.494297	0.669	0.394	1.000	2.537	25	20	500	
102	0.783	0.703	2.041	2	0.979776	1.021	0.626	1.000	1.596	24	20	480	
103	0.099	0.091	2.132	2	0.938155	1.066	0.439	1.000	2.275	9	20	180	
104	0.163	0.149	2.281	2	0.876720	1.141	0.701	1.000	1.426	12	20	240	
105	0.982	0.885	3.166	2	0.631730	1.583	0.882	1.000	1.134	26	20	520	
106	0.954	0.885	4.051	2	0.493755	2.025	1.143	1.000	0.875	26	20	520	
107	0.162	0.149	4.200	2	0.476194	2.100	0.957	1.000	1.045	12	20	240	
108	0.313	0.288	4.488	2	0.445594	2.244	1.288	1.000	0.777	17	20	340	
109	0.362	0.361	4.849	2	0.412455	2.425	1.137	1.000	0.880	19	20	380	
110	0.239	0.224	5.073	2	0.394224	2.537	1.400	1.000	0.714	15	20	300	
111	0.478	0.411	5.485	2	0.364652	2.742	1.343	1.000	0.745	20	20	400	
112	0.106	0.091	5.575	2	0.358729	2.788	1.445	1.000	0.692	9	20	180	
113	0.078	0.075	5.650	2	0.353997	2.825	1.380	1.000	0.725	8	20	160	
114	0.024	0.021	5.671	2	0.352684	2.835	1.456	1.000	0.687	4	20	80	
115	0.713	0.703	6.374	2	0.313791	3.187	1.731	1.000	0.578	24	20	480	
116	0.070	0.058	6.432	2	0.310939	3.216	1.485	1.000	0.673	7	20	140	

117	0.081	0.075	6.507	2	0.307377	3.253	1.768	1.000	0.565	8	20	160
118	0.842	0.788	7.295	2	0.274157	3.648	1.879	1.000	0.532	25	20	500
119	0.838	0.788	8.084	2	0.247417	4.042	2.163	1.000	0.462	25	20	500
120	0.455	0.411	8.495	2	0.235435	4.247	2.085	1.000	0.480	20	20	400
121	0.965	0.885	9.380	2	0.213229	4.690	2.605	1.000	0.384	26	20	520
122	0.708	0.703	10.082	2	0.198364	5.041	2.436	1.000	0.410	24	20	480
123	0.313	0.288	10.371	2	0.192848	5.185	2.749	1.000	0.364	17	20	340
124	0.440	0.411	10.782	2	0.185489	5.391	2.642	1.000	0.379	20	20	400
125	0.997	0.885	11.667	2	0.171424	5.833	3.192	1.000	0.313	26	20	520
126	0.212	0.198	11.864	2	0.168570	5.932	2.741	1.000	0.365	14	20	280
127	0.444	0.411	12.276	2	0.162921	6.138	3.397	1.000	0.294	20	20	400
128	0.906	0.885	13.161	2	0.151969	6.580	3.183	1.000	0.314	26	20	520
129	0.323	0.323	13.484	2	0.148326	6.742	3.559	1.000	0.281	18	20	360
130	0.074	0.058	13.542	2	0.147686	6.771	3.212	1.000	0.311	7	20	140
131	0.094	0.091	13.633	2	0.146705	6.816	3.604	1.000	0.277	9	20	180
132	0.683	0.620	14.253	2	0.140323	7.126	3.522	1.000	0.284	23	20	460
133	0.733	0.703	14.956	2	0.133729	7.478	3.956	1.000	0.253	24	20	480
134	0.614	0.550	15.506	2	0.128982	7.753	3.797	1.000	0.263	22	20	440
135	0.710	0.703	16.209	2	0.123389	8.104	4.307	1.000	0.232	24	20	480

136	0.689	0.620	16.829	2	0.118843	8.414	4.107	1.000	0.243	23	20	460
137	0.210	0.198	17.026	2	0.117464	8.513	4.406	1.000	0.227	14	20	280
138	0.957	0.885	17.911	2	0.111662	8.956	4.550	1.000	0.220	26	20	520
139	0.954	0.885	18.796	2	0.106407	9.398	4.848	1.000	0.206	26	20	520
140	0.142	0.128	18.924	2	0.105687	9.462	4.614	1.000	0.217	11	20	220
141	0.031	0.021	18.945	2	0.105570	9.472	4.859	1.000	0.206	4	20	80
142	0.728	0.703	19.648	2	0.101793	9.824	4.965	1.000	0.201	24	20	480
143	0.473	0.411	20.059	2	0.099705	10.030	5.064	1.000	0.197	20	20	400
144	0.285	0.256	20.315	2	0.098447	10.158	5.093	1.000	0.196	16	20	320
145	0.101	0.091	20.406	2	0.098010	10.203	5.110	1.000	0.196	9	20	180
146	0.798	0.788	21.194	2	0.094364	10.597	5.488	1.000	0.182	25	20	500
147	0.846	0.788	21.983	2	0.090980	10.991	5.504	1.000	0.182	25	20	500
148	0.761	0.703	22.686	2	0.088161	11.343	5.839	1.000	0.171	24	20	480
149	0.590	0.550	23.236	2	0.086073	11.618	5.779	1.000	0.173	22	20	440
150	0.719	0.703	23.939	2	0.083546	11.970	6.190	1.000	0.162	24	20	480
151	0.066	0.058	23.998	2	0.083342	11.999	5.808	1.000	0.172	7	20	140
152	0.415	0.411	24.409	2	0.081937	12.204	6.396	1.000	0.156	20	20	400
153	0.341	0.323	24.732	2	0.080867	12.366	5.970	1.000	0.168	18	20	360
154	0.154	0.149	24.881	2	0.080381	12.441	6.471	1.000	0.155	12	20	240

155	0.366	0.361	25.242	2	0.079233	12.621	6.150	1.000	0.163	19	20	380
156	0.865	0.788	26.031	2	0.076833	13.015	6.865	1.000	0.146	25	20	500
157	0.145	0.128	26.159	2	0.076457	13.079	6.214	1.000	0.161	11	20	220
158	0.635	0.620	26.779	2	0.074687	13.389	7.175	1.000	0.139	23	20	460
159	0.769	0.703	27.481	2	0.072777	13.741	6.566	1.000	0.152	24	20	480
160	0.814	0.788	28.270	2	0.070747	14.135	7.569	1.000	0.132	25	20	500
161	0.277	0.256	28.526	2	0.070111	14.263	6.694	1.000	0.149	16	20	320
162	0.512	0.481	29.007	2	0.068949	14.504	7.810	1.000	0.128	21	20	420
163	0.157	0.149	29.156	2	0.068595	14.578	6.769	1.000	0.148	12	20	240
164	0.101	0.091	29.247	2	0.068383	14.624	7.855	1.000	0.127	9	20	180
165	0.145	0.128	29.375	2	0.068085	14.688	6.833	1.000	0.146	11	20	220
166	0.823	0.788	30.163	2	0.066305	15.082	8.249	1.000	0.121	25	20	500
167	0.751	0.703	30.866	2	0.064796	15.433	7.184	1.000	0.139	24	20	480
168	0.509	0.481	31.347	2	0.063802	15.674	8.490	1.000	0.118	21	20	420
169	0.939	0.885	32.232	2	0.062050	16.116	7.626	1.000	0.131	26	20	520
170	0.523	0.481	32.713	2	0.061138	16.356	8.730	1.000	0.115	21	20	420
171	0.128	0.128	32.841	2	0.060900	16.420	7.690	1.000	0.130	11	20	220
172	0.433	0.411	33.252	2	0.060146	16.626	8.936	1.000	0.112	20	20	400
173	0.071	0.058	33.311	2	0.060041	16.655	7.720	1.000	0.130	7	20	140

174	0.325	0.323	33.634	2	0.059464	16.817	9.097	1.000	0.110	18	20	360
175	0.262	0.256	33.890	2	0.059014	16.945	7.848	1.000	0.127	16	20	320
176	0.369	0.361	34.251	2	0.058393	17.125	9.278	1.000	0.108	19	20	380
177	0.630	0.620	34.871	2	0.057355	17.435	8.158	1.000	0.123	23	20	460
178	0.430	0.411	35.282	2	0.056686	17.641	9.483	1.000	0.105	20	20	400
179	0.864	0.788	36.071	2	0.055447	18.035	8.552	1.000	0.117	25	20	500
180	0.937	0.885	36.955	2	0.054119	18.478	9.926	1.000	0.101	26	20	520
181	0.932	0.885	37.840	2	0.052854	18.920	8.994	1.000	0.111	26	20	520
182	0.799	0.788	38.628	2	0.051775	19.314	10.32 0	1.000	0.097	25	20	500
183	0.303	0.288	38.917	2	0.051392	19.458	9.138	1.000	0.109	17	20	340
184	0.630	0.620	39.537	2	0.050586	19.768	10.63 0	1.000	0.094	23	20	460
185	0.437	0.411	39.948	2	0.050065	19.974	9.344	1.000	0.107	20	20	400
186	0.334	0.323	40.271	2	0.049663	20.136	10.79 2	1.000	0.093	18	20	360
187	0.114	0.107	40.378	2	0.049532	20.189	9.397	1.000	0.106	10	20	200
188	0.220	0.198	40.576	2	0.049291	20.288	10.89 0	1.000	0.092	14	20	280
189	0.222	0.198	40.773	2	0.049052	20.387	9.496	1.000	0.105	14	20	280

190	0.472	0.411	41.184	2	0.048562	20.592	11.09 6	1.000	0.090	20	20	400
191	0.911	0.885	42.069	2	0.047541	21.035	9.939	1.000	0.101	26	20	520
192	0.547	0.481	42.550	2	0.047003	21.275	11.33 7	1.000	0.088	21	20	420
193	0.034	0.032	42.582	2	0.046968	21.291	9.954	1.000	0.100	5	20	100
194	0.747	0.703	43.285	2	0.046206	21.642	11.68 8	1.000	0.086	24	20	480
195	0.512	0.481	43.766	2	0.045698	21.883	10.19 5	1.000	0.098	21	20	420
196	0.531	0.481	44.247	2	0.045201	22.123	11.92 8	1.000	0.084	21	20	420
197	0.983	0.885	45.131	2	0.044315	22.566	10.63 7	1.000	0.094	26	20	520
198	0.994	0.885	46.016	2	0.043463	23.008	12.37 1	1.000	0.081	26	20	520
199	0.992	0.885	46.901	2	0.042643	23.450	11.08 0	1.000	0.090	26	20	520
200	0.177	0.173	47.074	2	0.042486	23.537	12.45 7	1.000	0.080	13	20	260
201	0.758	0.703	47.777	2	0.041861	23.888	11.43 1	1.000	0.087	24	20	480

202	0.461	0.411	48.188	2	0.041504	24.094	12.66 3	1.000	0.079	20	20	400
203	0.097	0.091	48.279	2	0.041426	24.139	11.47 6	1.000	0.087	9	20	180
204	0.666	0.620	48.899	2	0.040901	24.449	12.97 3	1.000	0.077	23	20	460
205	0.121	0.107	49.005	2	0.040812	24.503	11.53 0	1.000	0.087	10	20	200
206	0.769	0.703	49.708	2	0.040235	24.854	13.32 5	1.000	0.075	24	20	480
207	0.341	0.323	50.032	2	0.039975	25.016	11.69 1	1.000	0.086	18	20	360
208	0.769	0.703	50.734	2	0.039421	25.367	13.67 6	1.000	0.073	24	20	480
209	0.633	0.620	51.354	2	0.038945	25.677	12.00 1	1.000	0.083	23	20	460
210	0.190	0.173	51.528	2	0.038814	25.764	13.76 3	1.000	0.073	13	20	260
211	0.181	0.173	51.701	2	0.038684	25.851	12.08 8	1.000	0.083	13	20	260
212	0.453	0.411	52.113	2	0.038378	26.056	13.96 8	1.000	0.072	20	20	400
213	0.072	0.058	52.171	2	0.038335	26.086	12.11 7	1.000	0.083	7	20	140

214	0.951	0.885	53.056	2	0.037696	26.528	14.41 1	1.000	0.069	26	20	520
215	0.381	0.361	53.416	2	0.037442	26.708	12.29 7	1.000	0.081	19	20	380
216	0.881	0.788	54.205	2	0.036897	27.102	14.80 5	1.000	0.068	25	20	500
217	0.521	0.481	54.686	2	0.036573	27.343	12.53 8	1.000	0.080	21	20	420
218	0.453	0.411	55.097	2	0.036299	27.549	15.01 1	1.000	0.067	20	20	400
219	0.995	0.885	55.982	2	0.035726	27.991	12.98 0	1.000	0.077	26	20	520
220	0.841	0.788	56.770	2	0.035230	28.385	15.40 5	1.000	0.065	25	20	500
221	0.580	0.550	57.321	2	0.034891	28.660	13.25 5	1.000	0.075	22	20	440
222	0.579	0.550	57.871	2	0.034559	28.936	15.68 0	1.000	0.064	22	20	440
223	0.291	0.288	58.160	2	0.034388	29.080	13.40 0	1.000	0.075	17	20	340
224	0.867	0.788	58.948	2	0.033928	29.474	16.07 4	1.000	0.062	25	20	500
225	0.459	0.411	59.359	2	0.033693	29.680	13.60 5	1.000	0.074	20	20	400

226	0.647	0.620	59.979	2	0.033345	29.990	16.38 4	1.000	0.061	23	20	460
227	0.286	0.256	60.236	2	0.033203	30.118	13.73 4	1.000	0.073	16	20	320
228	0.804	0.788	61.024	2	0.032774	30.512	16.77 9	1.000	0.060	25	20	500
229	0.983	0.885	61.909	2	0.032306	30.954	14.17 6	1.000	0.071	26	20	520
230	0.750	0.703	62.612	2	0.031943	31.306	17.13 0	1.000	0.058	24	20	480
231	0.063	0.058	62.670	2	0.031913	31.335	14.20 5	1.000	0.070	7	20	140
232	0.867	0.788	63.459	2	0.031517	31.729	17.52 4	1.000	0.057	25	20	500
233	0.102	0.091	63.549	2	0.031472	31.775	14.25 0	1.000	0.070	9	20	180
234	0.379	0.361	63.910	2	0.031294	31.955	17.70 5	1.000	0.056	19	20	380
235	0.795	0.788	64.698	2	0.030913	32.349	14.64 5	1.000	0.068	25	20	500
236	0.446	0.411	65.110	2	0.030717	32.555	17.91 0	1.000	0.056	20	20	400
237	0.992	0.885	65.994	2	0.030306	32.997	15.08 7	1.000	0.066	26	20	520

238	0.961	0.885	66.879	2	0.029905	33.440	18.35 3	1.000	0.054	26	20	520
239	0.690	0.620	67.499	2	0.029630	33.750	15.39 7	1.000	0.065	23	20	460
240	0.289	0.288	67.787	2	0.029504	33.894	18.49 7	1.000	0.054	17	20	340
241	0.474	0.411	68.199	2	0.029326	34.099	15.60 3	1.000	0.064	20	20	400
242	0.265	0.256	68.455	2	0.029216	34.228	18.62 5	1.000	0.054	16	20	320
243	0.309	0.288	68.744	2	0.029094	34.372	15.74 7	1.000	0.064	17	20	340
244	0.625	0.620	69.364	2	0.028834	34.682	18.93 5	1.000	0.053	23	20	460
245	0.869	0.788	70.152	2	0.028510	35.076	16.14 1	1.000	0.062	25	20	500
246	0.728	0.703	70.855	2	0.028227	35.427	19.28 6	1.000	0.052	24	20	480
247	0.909	0.885	71.740	2	0.027879	35.870	16.58 3	1.000	0.060	26	20	520
248	0.194	0.173	71.913	2	0.027811	35.956	19.37 3	1.000	0.052	13	20	260
249	0.128	0.128	72.041	2	0.027762	36.020	16.64 7	1.000	0.060	11	20	220

250	0.276	0.256	72.297	2	0.027664	36.149	19.50 1	1.000	0.051	16	20	320
251	0.278	0.256	72.554	2	0.027566	36.277	16.77 6	1.000	0.060	16	20	320
252	0.571	0.550	73.104	2	0.027358	36.552	19.77 6	1.000	0.051	22	20	440
253	0.308	0.288	73.393	2	0.027251	36.696	16.92 0	1.000	0.059	17	20	340
254	0.641	0.620	74.013	2	0.027022	37.006	20.08 6	1.000	0.050	23	20	460
255	0.456	0.411	74.424	2	0.026873	37.212	17.12 5	1.000	0.058	20	20	400
256	0.282	0.256	74.680	2	0.026781	37.340	20.21 5	1.000	0.049	16	20	320
257	0.085	0.075	74.755	2	0.026754	37.377	17.16 3	1.000	0.058	8	20	160
258	0.173	0.149	74.904	2	0.026701	37.452	20.28 9	1.000	0.049	12	20	240
259	0.771	0.703	75.607	2	0.026453	37.804	17.51 4	1.000	0.057	24	20	480
260	0.901	0.885	76.492	2	0.026147	38.246	20.73 2	1.000	0.048	26	20	520
261	0.098	0.091	76.582	2	0.026116	38.291	17.55 9	1.000	0.057	9	20	180

262	0.969	0.885	77.467	2	0.025817	38.733	21.17 4	1.000	0.047	26	20	520
263	0.448	0.411	77.878	2	0.025681	38.939	17.76 5	1.000	0.056	20	20	400
264	0.263	0.256	78.135	2	0.025597	39.067	21.30 2	1.000	0.047	16	20	320
265	0.799	0.788	78.923	2	0.025341	39.462	18.15 9	1.000	0.055	25	20	500
266	0.155	0.149	79.073	2	0.025293	39.536	21.37 7	1.000	0.047	12	20	240
267	0.152	0.149	79.222	2	0.025246	39.611	18.23 4	1.000	0.055	12	20	240
268	0.484	0.481	79.703	2	0.025093	39.851	21.61 7	1.000	0.046	21	20	420
269	0.684	0.620	80.323	2	0.024900	40.161	18.54 4	1.000	0.054	23	20	460
270	0.110	0.107	80.429	2	0.024867	40.215	21.67 1	1.000	0.046	10	20	200
271	0.595	0.550	80.980	2	0.024697	40.490	18.81 9	1.000	0.053	22	20	440
272	0.925	0.885	81.865	2	0.024431	40.932	22.11 3	1.000	0.045	26	20	520
273	0.328	0.323	82.188	2	0.024335	41.094	18.98 1	1.000	0.053	18	20	360

274	0.086	0.075	82.262	2	0.024312	41.131	22.15 0	1.000	0.045	8	20	160
275	0.073	0.058	82.321	2	0.024295	41.160	19.01 0	1.000	0.053	7	20	140
276	0.011	0.005	82.326	2	0.024294	41.163	22.15 3	1.000	0.045	2	20	40
277	0.780	0.703	83.029	2	0.024088	41.514	19.36 2	1.000	0.052	24	20	480
278	0.930	0.885	83.913	2	0.023834	41.957	22.59 5	1.000	0.044	26	20	520
279	0.933	0.885	84.798	2	0.023585	42.399	19.80 4	1.000	0.050	26	20	520
280	0.362	0.361	85.159	2	0.023486	42.579	22.77 5	1.000	0.044	19	20	380
281	0.232	0.224	85.383	2	0.023424	42.691	19.91 6	1.000	0.050	15	20	300
282	0.032	0.032	85.415	2	0.023415	42.707	22.79 1	1.000	0.044	5	20	100
283	0.014	0.013	85.428	2	0.023412	42.714	19.92 3	1.000	0.050	3	20	60
284	0.677	0.620	86.048	2	0.023243	43.024	23.10 1	1.000	0.043	23	20	460
285	0.952	0.885	86.932	2	0.023006	43.466	20.36 5	1.000	0.049	26	20	520

286	0.532	0.481	87.413	2	0.022880	43.707	23.34 2	1.000	0.043	21	20	420
287	0.856	0.788	88.202	2	0.022675	44.101	20.75 9	1.000	0.048	25	20	500
288	0.799	0.788	88.990	2	0.022474	44.495	23.73 6	1.000	0.042	25	20	500
289	0.548	0.481	89.471	2	0.022354	44.735	21.00 0	1.000	0.048	21	20	420
290	0.400	0.361	89.832	2	0.022264	44.916	23.91 6	1.000	0.042	19	20	380
291	0.687	0.620	90.452	2	0.022111	45.226	21.31 0	1.000	0.047	23	20	460
292	0.804	0.788	91.240	2	0.021920	45.620	24.31 0	1.000	0.041	25	20	500
293	0.769	0.703	91.943	2	0.021753	45.971	21.66 1	1.000	0.046	24	20	480
294	0.238	0.224	92.167	2	0.021700	46.084	24.42 3	1.000	0.041	15	20	300
295	0.468	0.411	92.578	2	0.021603	46.289	21.86 7	1.000	0.046	20	20	400
296	0.775	0.703	93.281	2	0.021441	46.641	24.77 4	1.000	0.040	24	20	480
297	0.123	0.107	93.388	2	0.021416	46.694	21.92 0	1.000	0.046	10	20	200

298	0.660	0.620	94.008	2	0.021275	47.004	25.08 4	1.000	0.040	23	20	460
299	0.395	0.361	94.369	2	0.021194	47.184	22.10 0	1.000	0.045	19	20	380
300	0.209	0.198	94.566	2	0.021149	47.283	25.18 3	1.000	0.040	14	20	280
301	0.387	0.361	94.927	2	0.021069	47.463	22.28 1	1.000	0.045	19	20	380
302	0.282	0.256	95.183	2	0.021012	47.591	25.31 1	1.000	0.040	16	20	320
303	0.421	0.411	95.594	2	0.020922	47.797	22.48 6	1.000	0.044	20	20	400
304	0.593	0.550	96.145	2	0.020802	48.072	25.58 6	1.000	0.039	22	20	440
305	0.200	0.198	96.342	2	0.020759	48.171	22.58 5	1.000	0.044	14	20	280
306	0.539	0.481	96.823	2	0.020656	48.412	25.82 7	1.000	0.039	21	20	420
307	0.193	0.173	96.997	2	0.020619	48.498	22.67 2	1.000	0.044	13	20	260
308	0.635	0.620	97.617	2	0.020488	48.808	26.13 7	1.000	0.038	23	20	460
309	0.035	0.032	97.648	2	0.020482	48.824	22.68 8	1.000	0.044	5	20	100

310	0.821	0.788	98.437	2	0.020318	49.218	26.53 1	1.000	0.038	25	20	500
311	0.375	0.361	98.798	2	0.020243	49.399	22.86 8	1.000	0.044	19	20	380
312	0.227	0.224	99.022	2	0.020198	49.511	26.64 3	1.000	0.038	15	20	300
313	0.875	0.788	99.810	2	0.020038	49.905	23.26 2	1.000	0.043	25	20	500
314	0.530	0.481	100.291	2	0.019942	50.146	26.88 3	1.000	0.037	21	20	420
315	0.861	0.788	101.080	2	0.019786	50.540	23.65 6	1.000	0.042	25	20	500
316	0.612	0.550	101.630	2	0.019679	50.815	27.15 9	1.000	0.037	22	20	440
317	0.764	0.703	102.333	2	0.019544	51.166	24.00 8	1.000	0.042	24	20	480
318	0.487	0.481	102.814	2	0.019453	51.407	27.39 9	1.000	0.036	21	20	420
319	0.506	0.481	103.295	2	0.019362	51.647	24.24 8	1.000	0.041	21	20	420
320	0.922	0.885	104.179	2	0.019198	52.090	27.84 1	1.000	0.036	26	20	520
321	0.871	0.788	104.968	2	0.019053	52.484	24.64 2	1.000	0.041	25	20	500

322	0.281	0.256	105.224	2	0.019007	52.612	27.97 0	1.000	0.036	16	20	320
323	0.591	0.550	105.775	2	0.018908	52.887	24.91 8	1.000	0.040	22	20	440
324	0.353	0.323	106.098	2	0.018851	53.049	28.13 1	1.000	0.036	18	20	360
325	0.123	0.107	106.204	2	0.018832	53.102	24.97 1	1.000	0.040	10	20	200
326	0.607	0.550	106.755	2	0.018735	53.377	28.40 6	1.000	0.035	22	20	440
327	0.866	0.788	107.543	2	0.018597	53.772	25.36 5	1.000	0.039	25	20	500
328	0.788	0.703	108.246	2	0.018476	54.123	28.75 8	1.000	0.035	24	20	480
329	0.864	0.788	109.035	2	0.018343	54.517	25.75 9	1.000	0.039	25	20	500
330	0.337	0.323	109.358	2	0.018289	54.679	28.91 9	1.000	0.035	18	20	360
331	0.460	0.411	109.769	2	0.018220	54.885	25.96 5	1.000	0.039	20	20	400
332	0.676	0.620	110.389	2	0.018118	55.195	29.22 9	1.000	0.034	23	20	460
333	0.584	0.550	110.940	2	0.018028	55.470	26.24 0	1.000	0.038	22	20	440

334	0.702	0.620	111.560	2	0.017928	55.780	29.53 9	1.000	0.034	23	20	460
335	0.596	0.550	112.110	2	0.017840	56.055	26.51 6	1.000	0.038	22	20	440
336	0.743	0.703	112.813	2	0.017728	56.406	29.89 1	1.000	0.033	24	20	480
337	0.237	0.224	113.037	2	0.017693	56.519	26.62 8	1.000	0.038	15	20	300
338	0.225	0.224	113.261	2	0.017658	56.631	30.00 3	1.000	0.033	15	20	300
339	0.430	0.411	113.673	2	0.017594	56.836	26.83 3	1.000	0.037	20	20	400
340	0.403	0.361	114.033	2	0.017539	57.017	30.18 3	1.000	0.033	19	20	380
341	0.417	0.411	114.445	2	0.017476	57.222	27.03 9	1.000	0.037	20	20	400
342	0.161	0.149	114.594	2	0.017453	57.297	30.25 8	1.000	0.033	12	20	240
343	0.865	0.788	115.383	2	0.017334	57.691	27.43 3	1.000	0.036	25	20	500
344	0.499	0.481	115.864	2	0.017262	57.932	30.49 8	1.000	0.033	21	20	420
345	0.649	0.620	116.484	2	0.017170	58.242	27.74 3	1.000	0.036	23	20	460

346	0.786	0.703	117.186	2	0.017067	58.593	30.85 0	1.000	0.032	24	20	480
347	0.082	0.075	117.261	2	0.017056	58.630	27.78 1	1.000	0.036	8	20	160
348	0.901	0.885	118.146	2	0.016928	59.073	31.29 2	1.000	0.032	26	20	520
349	0.187	0.173	118.319	2	0.016903	59.160	27.86 7	1.000	0.036	13	20	260
350	0.199	0.198	118.517	2	0.016875	59.258	31.39 1	1.000	0.032	14	20	280
351	0.414	0.411	118.928	2	0.016817	59.464	28.07 3	1.000	0.036	20	20	400
352	0.677	0.620	119.548	2	0.016730	59.774	31.70 1	1.000	0.032	23	20	460
353	0.665	0.620	120.168	2	0.016643	60.084	28.38 3	1.000	0.035	23	20	460
354	0.685	0.620	120.788	2	0.016558	60.394	32.01 1	1.000	0.031	23	20	460
355	0.504	0.481	121.269	2	0.016492	60.634	28.62 3	1.000	0.035	21	20	420
356	0.762	0.703	121.972	2	0.016397	60.986	32.36 2	1.000	0.031	24	20	480
357	0.295	0.288	122.260	2	0.016359	61.130	28.76 8	1.000	0.035	17	20	340

358	0.902	0.885	123.145	2	0.016241	61.572	32.80 5	1.000	0.030	26	20	520
359	0.895	0.885	124.029	2	0.016125	62.015	29.21 0	1.000	0.034	26	20	520
360	0.938	0.885	124.914	2	0.016011	62.457	33.24 7	1.000	0.030	26	20	520
361	0.340	0.323	125.237	2	0.015970	62.619	29.37 2	1.000	0.034	18	20	360
362	0.502	0.481	125.718	2	0.015909	62.859	33.48 8	1.000	0.030	21	20	420
363	0.768	0.703	126.421	2	0.015820	63.211	29.72 3	1.000	0.034	24	20	480
364	0.096	0.091	126.512	2	0.015809	63.256	33.53 3	1.000	0.030	9	20	180
365	0.176	0.173	126.685	2	0.015787	63.343	29.81 0	1.000	0.034	13	20	260

Tabel perhitungan nilai keandalan/umur kerusakan komponen PTO.

MTBF/ Jam	F(t)	Persentase	Keandalan	Nilai	Persentase	Waktu	Waktu	Total
		MTBF		Keandalan	MTRR	Pemakaian	Pemakaian	Time
		F(t)		R(t)	R(t)	/ Hari	/ jam	(T)
0.275	0.180	18.0%	1.000	5.54608	554.6%	1	20	20.00
0.455	0.275	27.5%	1.000	3.63636	363.6%	2	20	40.00
0.600	0.361	36.1%	1.000	2.77304	277.3%	3	20	60.00
0.780	0.361	36.1%	1.000	2.77304	277.3%	3	20	60.00
1.131	0.419	41.9%	1.000	2.38543	238.5%	3	20	60.00
1.131	0.771	77.1%	1.000	1.29762	129.8%	4	20	80.00
1.293	0.803	80.3%	1.000	1.24540	124.5%	4	20	80.00
1.735	0.856	85.6%	1.000	1.16787	116.8%	5	20	100.00
2.045	0.894	89.4%	1.000	1.11917	111.9%	5	20	100.00
2.098	0.932	93.2%	1.000	1.07269	107.3%	5	20	100.00
2.185	1.169	116.9%	1.000	0.85562	85.6%	6	20	120.00
2.222	1.242	124.2%	1.000	0.80501	80.5%	6	20	120.00
2.297	1.329	132.9%	1.000	0.75248	75.2%	6	20	120.00
2.572	1.404	140.4%	1.000	0.71244	71.2%	7	20	140.00
2.717	1.520	152.0%	1.000	0.65782	65.8%	7	20	140.00
3.068	1.548	154.8%	1.000	0.64606	64.6%	7	20	140.00
3.419	1.700	170.0%	1.000	0.58807	58.8%	7	20	140.00
3.600	1.899	189.9%	1.000	0.52652	52.7%	7	20	140.00
3.674	1.974	197.4%	1.000	0.50659	50.7%	7	20	140.00
4.069	2.095	209.5%	1.000	0.47740	47.7%	7	20	140.00
4.344	2.249	224.9%	1.000	0.44460	44.5%	7	20	140.00
4.524	2.275	227.5%	1.000	0.43956	44.0%	7	20	140.00
4.799	2.339	233.9%	1.000	0.42753	42.8%	8	20	160.00
4.863	2.524	252.4%	1.000	0.39613	39.6%	8	20	160.00
5.008	2.545	254.5%	1.000	0.39297	39.3%	8	20	160.00
5.213	2.669	266.9%	1.000	0.37472	37.5%	8	20	160.00
5.656	2.855	285.5%	1.000	0.35030	35.0%	8	20	160.00
5.966	3.111	311.1%	1.000	0.32144	32.1%	8	20	160.00
6.171	3.249	324.9%	1.000	0.30780	30.8%	8	20	160.00
6.566	3.317	331.7%	1.000	0.30151	30.2%	8	20	160.00

7.008	3.600	360.0%	1.000	0.27775	27.8%	9	20	180.00
7.359	3.759	375.9%	1.000	0.26603	26.6%	9	20	180.00
7.802	4.043	404.3%	1.000	0.24736	24.7%	9	20	180.00
8.244	4.201	420.1%	1.000	0.23802	23.8%	9	20	180.00
8.519	4.477	447.7%	1.000	0.22338	22.3%	9	20	180.00
8.962	4.485	448.5%	1.000	0.22296	22.3%	9	20	180.00
9.106	4.613	461.3%	1.000	0.21677	21.7%	9	20	180.00
9.234	4.621	462.1%	1.000	0.21641	21.6%	9	20	180.00
9.362	4.749	474.9%	1.000	0.21057	21.1%	9	20	180.00
9.804	5.056	505.6%	1.000	0.19780	19.8%	9	20	180.00
10.156	5.100	510.0%	1.000	0.19606	19.6%	10	20	200.00
10.598	5.245	524.5%	1.000	0.19067	19.1%	10	20	200.00
10.742	5.343	534.3%	1.000	0.18715	18.7%	10	20	200.00
11.185	5.442	544.2%	1.000	0.18375	18.4%	10	20	200.00
11.284	5.498	549.8%	1.000	0.18189	18.2%	10	20	200.00
11.524	5.586	558.6%	1.000	0.17901	17.9%	10	20	200.00
11.623	5.698	569.8%	1.000	0.17549	17.5%	10	20	200.00
11.660	5.904	590.4%	1.000	0.16937	16.9%	11	20	220.00
11.804	5.940	594.0%	1.000	0.16834	16.8%	11	20	220.00
12.010	6.145	614.5%	1.000	0.16274	16.3%	11	20	220.00
12.122	6.151	615.1%	1.000	0.16257	16.3%	11	20	220.00
12.432	6.181	618.1%	1.000	0.16179	16.2%	11	20	220.00
12.638	6.218	621.8%	1.000	0.16083	16.1%	11	20	220.00
12.844	6.424	642.4%	1.000	0.15568	15.6%	12	20	240.00
13.084	6.545	654.5%	1.000	0.15278	15.3%	12	20	240.00
13.478	6.726	672.6%	1.000	0.14868	14.9%	12	20	240.00
13.485	6.734	673.4%	1.000	0.14851	14.9%	12	20	240.00
13.795	6.939	693.9%	1.000	0.14411	14.4%	12	20	240.00
14.189	7.077	707.7%	1.000	0.14130	14.1%	12	20	240.00
14.464	7.130	713.0%	1.000	0.14024	14.0%	12	20	240.00
14.644	7.229	722.9%	1.000	0.13833	13.8%	12	20	240.00
15.039	7.252	725.2%	1.000	0.13790	13.8%	12	20	240.00
15.390	7.334	733.4%	1.000	0.13636	13.6%	12	20	240.00
15.700	7.350	735.0%	1.000	0.13605	13.6%	13	20	260.00
15.753	7.591	759.1%	1.000	0.13174	13.2%	13	20	260.00
15.934	7.644	764.4%	1.000	0.13083	13.1%	13	20	260.00

16.032	7.919	791.9%	1.000	0.12628	12.6%	13	20	260.00
16.475	7.942	794.2%	1.000	0.12591	12.6%	13	20	260.00
16.497	8.313	831.3%	1.000	0.12029	12.0%	13	20	260.00
16.940	8.337	833.7%	1.000	0.11995	12.0%	13	20	260.00
17.038	8.517	851.7%	1.000	0.11741	11.7%	13	20	260.00
17.348	8.623	862.3%	1.000	0.11597	11.6%	14	20	280.00
17.589	8.723	872.3%	1.000	0.11464	11.5%	14	20	280.00
17.634	8.803	880.3%	1.000	0.11359	11.4%	14	20	280.00
17.986	8.928	892.8%	1.000	0.11200	11.2%	14	20	280.00
18.380	9.169	916.9%	1.000	0.10907	10.9%	14	20	280.00
18.774	9.191	919.1%	1.000	0.10880	10.9%	14	20	280.00
18.803	9.198	919.8%	1.000	0.10872	10.9%	14	20	280.00
18.984	9.246	924.6%	1.000	0.10816	10.8%	14	20	280.00
19.335	9.508	950.8%	1.000	0.10518	10.5%	14	20	280.00
19.541	9.688	968.8%	1.000	0.10322	10.3%	14	20	280.00
19.685	9.859	985.9%	1.000	0.10143	10.1%	14	20	280.00
19.891	9.971	997.1%	1.000	0.10029	10.0%	15	20	300.00
20.333	9.998	999.8%	1.000	0.10002	10.0%	15	20	300.00
20.573	10.043	1004.3%	1.000	0.09957	10.0%	15	20	300.00
20.718	10.366	1036.6%	1.000	0.09647	9.6%	15	20	300.00
20.740	10.437	1043.7%	1.000	0.09581	9.6%	15	20	300.00
20.777	10.467	1046.7%	1.000	0.09554	9.6%	15	20	300.00
20.784	10.808	1080.8%	1.000	0.09252	9.3%	15	20	300.00
20.813	10.818	1081.8%	1.000	0.09244	9.2%	15	20	300.00
21.123	10.962	1096.2%	1.000	0.09122	9.1%	16	20	320.00
21.146	11.202	1120.2%	1.000	0.08927	8.9%	16	20	320.00
21.497	11.247	1124.7%	1.000	0.08891	8.9%	16	20	320.00
21.939	11.405	1140.5%	1.000	0.08768	8.8%	16	20	320.00
22.052	11.549	1154.9%	1.000	0.08659	8.7%	16	20	320.00
22.362	11.586	1158.6%	1.000	0.08631	8.6%	16	20	320.00
22.756	11.615	1161.5%	1.000	0.08609	8.6%	16	20	320.00
22.936	11.638	1163.8%	1.000	0.08593	8.6%	16	20	320.00
23.378	11.690	1169.0%	1.000	0.08554	8.6%	16	20	320.00
23.559	11.764	1176.4%	1.000	0.08500	8.5%	16	20	320.00
23.953	11.945	1194.5%	1.000	0.08372	8.4%	16	20	320.00
24.304	12.080	1208.0%	1.000	0.08278	8.3%	16	20	320.00

24.350	12.150	1215.0%	1.000	0.08230	8.2%	16	20	320.00
24.424	12.188	1218.8%	1.000	0.08205	8.2%	17	20	340.00
24.867	12.390	1239.0%	1.000	0.08071	8.1%	17	20	340.00
25.309	12.539	1253.9%	1.000	0.07975	8.0%	17	20	340.00
25.384	12.571	1257.1%	1.000	0.07955	8.0%	17	20	340.00
25.528	12.576	1257.6%	1.000	0.07951	8.0%	17	20	340.00
25.708	12.751	1275.1%	1.000	0.07843	7.8%	17	20	340.00
25.820	12.971	1297.1%	1.000	0.07710	7.7%	17	20	340.00
26.026	13.102	1310.2%	1.000	0.07632	7.6%	17	20	340.00
26.071	13.177	1317.7%	1.000	0.07589	7.6%	17	20	340.00
26.109	13.413	1341.3%	1.000	0.07455	7.5%	17	20	340.00
26.119	13.557	1355.7%	1.000	0.07376	7.4%	17	20	340.00
26.471	13.619	1361.9%	1.000	0.07343	7.3%	17	20	340.00
26.500	13.764	1376.4%	1.000	0.07266	7.3%	17	20	340.00
26.537	13.876	1387.6%	1.000	0.07207	7.2%	17	20	340.00
26.931	13.921	1392.1%	1.000	0.07183	7.2%	17	20	340.00
27.326	13.931	1393.1%	1.000	0.07178	7.2%	17	20	340.00
27.531	13.961	1396.1%	1.000	0.07163	7.2%	18	20	360.00
27.974	14.000	1400.0%	1.000	0.07143	7.1%	18	20	360.00
28.325	14.205	1420.5%	1.000	0.07040	7.0%	18	20	360.00
28.469	14.355	1435.5%	1.000	0.06966	7.0%	18	20	360.00
28.675	14.367	1436.7%	1.000	0.06960	7.0%	18	20	360.00
29.117	14.412	1441.2%	1.000	0.06939	6.9%	18	20	360.00
29.216	14.561	1456.1%	1.000	0.06868	6.9%	18	20	360.00
29.422	14.764	1476.4%	1.000	0.06773	6.8%	18	20	360.00
29.864	14.912	1491.2%	1.000	0.06706	6.7%	18	20	360.00
30.026	15.115	1511.5%	1.000	0.06616	6.6%	18	20	360.00
30.055	15.118	1511.8%	1.000	0.06615	6.6%	19	20	380.00
30.100	15.214	1521.4%	1.000	0.06573	6.6%	19	20	380.00
30.410	15.216	1521.6%	1.000	0.06572	6.6%	19	20	380.00
30.762	15.656	1565.6%	1.000	0.06387	6.4%	19	20	380.00
31.037	15.659	1565.9%	1.000	0.06386	6.4%	19	20	380.00
31.388	15.667	1566.7%	1.000	0.06383	6.4%	19	20	380.00
31.698	15.688	1568.8%	1.000	0.06374	6.4%	19	20	380.00
31.797	15.872	1587.2%	1.000	0.06300	6.3%	19	20	380.00
32.239	15.918	1591.8%	1.000	0.06282	6.3%	19	20	380.00

32.682	15.998	1599.8%	1.000	0.06251	6.3%	19	20	380.00
32.746	16.273	1627.3%	1.000	0.06145	6.1%	19	20	380.00
32.756	16.312	1631.2%	1.000	0.06131	6.1%	19	20	380.00
33.108	16.583	1658.3%	1.000	0.06030	6.0%	19	20	380.00
33.313	16.587	1658.7%	1.000	0.06029	6.0%	19	20	380.00
33.441	16.616	1661.6%	1.000	0.06018	6.0%	19	20	380.00
33.487	16.778	1677.8%	1.000	0.05960	6.0%	19	20	380.00
33.881	16.958	1695.8%	1.000	0.05897	5.9%	19	20	380.00
34.275	17.022	1702.2%	1.000	0.05875	5.9%	19	20	380.00
34.627	17.026	1702.6%	1.000	0.05874	5.9%	19	20	380.00
34.902	17.090	1709.0%	1.000	0.05852	5.9%	19	20	380.00
35.253	17.374	1737.4%	1.000	0.05756	5.8%	20	20	400.00
35.283	17.441	1744.1%	1.000	0.05734	5.7%	20	20	400.00
35.488	17.502	1750.2%	1.000	0.05714	5.7%	20	20	400.00
35.650	17.569	1756.9%	1.000	0.05692	5.7%	20	20	400.00
35.725	17.576	1757.6%	1.000	0.05689	5.7%	20	20	400.00
35.905	17.640	1764.0%	1.000	0.05669	5.7%	20	20	400.00
36.299	17.963	1796.3%	1.000	0.05567	5.6%	20	20	400.00
36.363	17.992	1799.2%	1.000	0.05558	5.6%	20	20	400.00
36.673	18.315	1831.5%	1.000	0.05460	5.5%	20	20	400.00
37.024	18.434	1843.4%	1.000	0.05425	5.4%	20	20	400.00
37.419	18.498	1849.8%	1.000	0.05406	5.4%	20	20	400.00
37.547	18.527	1852.7%	1.000	0.05397	5.4%	20	20	400.00
37.787	18.656	1865.6%	1.000	0.05360	5.4%	20	20	400.00
37.862	18.666	1866.6%	1.000	0.05357	5.4%	20	20	400.00
37.907	18.872	1887.2%	1.000	0.05299	5.3%	20	20	400.00
37.971	18.947	1894.7%	1.000	0.05278	5.3%	20	20	400.00
38.365	18.966	1896.6%	1.000	0.05273	5.3%	20	20	400.00
38.717	19.341	1934.1%	1.000	0.05170	5.2%	20	20	400.00
38.957	19.360	1936.0%	1.000	0.05165	5.2%	20	20	400.00
39.400	19.651	1965.1%	1.000	0.05089	5.1%	20	20	400.00
39.640	19.802	1980.2%	1.000	0.05050	5.0%	20	20	400.00
39.704	19.946	1994.6%	1.000	0.05013	5.0%	20	20	400.00
39.910	20.045	2004.5%	1.000	0.04989	5.0%	20	20	400.00
39.939	20.152	2015.2%	1.000	0.04962	5.0%	20	20	400.00
40.101	20.205	2020.5%	1.000	0.04949	4.9%	20	20	400.00

40.229	20.286	2028.6%	1.000	0.04930	4.9%	20	20	400.00
40.409	20.304	2030.4%	1.000	0.04925	4.9%	20	20	400.00
40.719	20.331	2033.1%	1.000	0.04919	4.9%	20	20	400.00
40.925	20.725	2072.5%	1.000	0.04825	4.8%	20	20	400.00
41.319	20.746	2074.6%	1.000	0.04820	4.8%	20	20	400.00
41.761	20.762	2076.2%	1.000	0.04816	4.8%	20	20	400.00
42.204	20.966	2096.6%	1.000	0.04770	4.8%	21	20	420.00
42.598	21.003	2100.3%	1.000	0.04761	4.8%	21	20	420.00
42.742	21.206	2120.6%	1.000	0.04716	4.7%	21	20	420.00
43.052	21.412	2141.2%	1.000	0.04670	4.7%	21	20	420.00
43.258	21.445	2144.5%	1.000	0.04663	4.7%	21	20	420.00
43.419	21.573	2157.3%	1.000	0.04635	4.6%	21	20	420.00
43.473	21.754	2175.4%	1.000	0.04597	4.6%	21	20	420.00
43.572	21.887	2188.7%	1.000	0.04569	4.6%	21	20	420.00
43.670	21.959	2195.9%	1.000	0.04554	4.6%	21	20	420.00
43.876	22.239	2223.9%	1.000	0.04497	4.5%	21	20	420.00
44.318	22.284	2228.4%	1.000	0.04487	4.5%	21	20	420.00
44.559	22.337	2233.7%	1.000	0.04477	4.5%	21	20	420.00
44.575	22.402	2240.2%	1.000	0.04464	4.5%	21	20	420.00
44.926	22.499	2249.9%	1.000	0.04445	4.4%	21	20	420.00
45.167	22.796	2279.6%	1.000	0.04387	4.4%	21	20	420.00
45.407	22.809	2280.9%	1.000	0.04384	4.4%	21	20	420.00
45.849	22.896	2289.6%	1.000	0.04368	4.4%	21	20	420.00
46.292	22.925	2292.5%	1.000	0.04362	4.4%	21	20	420.00
46.734	23.105	2310.5%	1.000	0.04328	4.3%	21	20	420.00
46.821	23.106	2310.6%	1.000	0.04328	4.3%	21	20	420.00
47.172	23.267	2326.7%	1.000	0.04298	4.3%	21	20	420.00
47.378	23.346	2334.6%	1.000	0.04283	4.3%	22	20	440.00
47.423	23.366	2336.6%	1.000	0.04280	4.3%	22	20	440.00
47.733	23.572	2357.2%	1.000	0.04242	4.2%	22	20	440.00
47.787	23.788	2378.8%	1.000	0.04204	4.2%	22	20	440.00
48.138	23.812	2381.2%	1.000	0.04199	4.2%	22	20	440.00
48.300	24.063	2406.3%	1.000	0.04156	4.2%	22	20	440.00
48.651	24.164	2416.4%	1.000	0.04138	4.1%	22	20	440.00
48.961	24.208	2420.8%	1.000	0.04131	4.1%	22	20	440.00
49.048	24.404	2440.4%	1.000	0.04098	4.1%	22	20	440.00

49.134	24.413	2441.3%	1.000	0.04096	4.1%	22	20	440.00
49.340	24.541	2454.1%	1.000	0.04075	4.1%	22	20	440.00
49.369	24.847	2484.7%	1.000	0.04025	4.0%	22	20	440.00
49.812	24.933	2493.3%	1.000	0.04011	4.0%	22	20	440.00
49.992	24.984	2498.4%	1.000	0.04003	4.0%	22	20	440.00
50.386	25.013	2501.3%	1.000	0.03998	4.0%	22	20	440.00
50.627	25.058	2505.8%	1.000	0.03991	4.0%	22	20	440.00
50.832	25.139	2513.9%	1.000	0.03978	4.0%	22	20	440.00
51.275	25.449	2544.9%	1.000	0.03929	3.9%	22	20	440.00
51.669	25.453	2545.3%	1.000	0.03929	3.9%	23	20	460.00
51.944	25.800	2580.0%	1.000	0.03876	3.9%	23	20	460.00
52.219	25.895	2589.5%	1.000	0.03862	3.9%	23	20	460.00
52.364	26.152	2615.2%	1.000	0.03824	3.8%	23	20	460.00
52.758	26.205	2620.5%	1.000	0.03816	3.8%	23	20	460.00
52.964	26.239	2623.9%	1.000	0.03811	3.8%	23	20	460.00
53.274	26.411	2641.1%	1.000	0.03786	3.8%	23	20	460.00
53.402	26.444	2644.4%	1.000	0.03782	3.8%	23	20	460.00
53.796	26.555	2655.5%	1.000	0.03766	3.8%	23	20	460.00
54.238	26.887	2688.7%	1.000	0.03719	3.7%	23	20	460.00
54.590	26.949	2694.9%	1.000	0.03711	3.7%	23	20	460.00
54.619	27.281	2728.1%	1.000	0.03666	3.7%	23	20	460.00
55.013	27.391	2739.1%	1.000	0.03651	3.7%	23	20	460.00
55.058	27.455	2745.5%	1.000	0.03642	3.6%	23	20	460.00
55.239	27.487	2748.7%	1.000	0.03638	3.6%	23	20	460.00
55.633	27.583	2758.3%	1.000	0.03625	3.6%	23	20	460.00
55.839	27.728	2772.8%	1.000	0.03607	3.6%	23	20	460.00
56.281	27.881	2788.1%	1.000	0.03587	3.6%	23	20	460.00
56.723	27.933	2793.3%	1.000	0.03580	3.6%	23	20	460.00
57.033	27.971	2797.1%	1.000	0.03575	3.6%	23	20	460.00
57.177	28.156	2815.6%	1.000	0.03552	3.6%	23	20	460.00
57.383	28.322	2832.2%	1.000	0.03531	3.5%	23	20	460.00
57.511	28.367	2836.7%	1.000	0.03525	3.5%	23	20	460.00
57.656	28.550	2855.0%	1.000	0.03503	3.5%	23	20	460.00
57.966	28.573	2857.3%	1.000	0.03500	3.5%	23	20	460.00
58.360	28.860	2886.0%	1.000	0.03465	3.5%	23	20	460.00
58.711	28.967	2896.7%	1.000	0.03452	3.5%	23	20	460.00

59.154	29.042	2904.2%	1.000	0.03443	3.4%	23	20	460.00
59.240	29.254	2925.4%	1.000	0.03418	3.4%	23	20	460.00
59.304	29.352	2935.2%	1.000	0.03407	3.4%	23	20	460.00
59.432	29.606	2960.6%	1.000	0.03378	3.4%	24	20	480.00
59.561	29.627	2962.7%	1.000	0.03375	3.4%	24	20	480.00
59.836	29.789	2978.9%	1.000	0.03357	3.4%	24	20	480.00
59.980	29.818	2981.8%	1.000	0.03354	3.4%	24	20	480.00
60.290	30.000	3000.0%	1.000	0.03333	3.3%	24	20	480.00
60.496	30.169	3016.9%	1.000	0.03315	3.3%	24	20	480.00
60.624	30.180	3018.0%	1.000	0.03313	3.3%	24	20	480.00
60.661	30.386	3038.6%	1.000	0.03291	3.3%	24	20	480.00
60.736	30.612	3061.2%	1.000	0.03267	3.3%	24	20	480.00
61.087	30.724	3072.4%	1.000	0.03255	3.3%	24	20	480.00
61.530	30.730	3073.0%	1.000	0.03254	3.3%	24	20	480.00
61.575	30.828	3082.8%	1.000	0.03244	3.2%	24	20	480.00
62.017	30.973	3097.3%	1.000	0.03229	3.2%	24	20	480.00
62.223	31.101	3110.1%	1.000	0.03215	3.2%	24	20	480.00
62.351	31.173	3117.3%	1.000	0.03208	3.2%	24	20	480.00
62.745	31.411	3141.1%	1.000	0.03184	3.2%	24	20	480.00
62.820	31.567	3156.7%	1.000	0.03168	3.2%	24	20	480.00
62.895	31.762	3176.2%	1.000	0.03148	3.1%	24	20	480.00
63.135	31.807	3180.7%	1.000	0.03144	3.1%	24	20	480.00
63.445	31.849	3184.9%	1.000	0.03140	3.1%	24	20	480.00
63.498	31.977	3197.7%	1.000	0.03127	3.1%	24	20	480.00
63.774	32.117	3211.7%	1.000	0.03114	3.1%	24	20	480.00
64.216	32.252	3225.2%	1.000	0.03101	3.1%	24	20	480.00
64.378	32.469	3246.9%	1.000	0.03080	3.1%	24	20	480.00
64.415	32.562	3256.2%	1.000	0.03071	3.1%	24	20	480.00
64.444	32.675	3267.5%	1.000	0.03060	3.1%	24	20	480.00
64.447	32.690	3269.0%	1.000	0.03059	3.1%	24	20	480.00
64.798	32.728	3272.8%	1.000	0.03055	3.1%	24	20	480.00
65.240	32.765	3276.5%	1.000	0.03052	3.1%	24	20	480.00
65.683	32.908	3290.8%	1.000	0.03039	3.0%	24	20	480.00
65.863	33.089	3308.9%	1.000	0.03022	3.0%	24	20	480.00
65.975	33.208	3320.8%	1.000	0.03011	3.0%	24	20	480.00
65.991	33.294	3329.4%	1.000	0.03004	3.0%	24	20	480.00

65.998	33.393	3339.3%	1.000	0.02995	3.0%	24	20	480.00
66.308	33.480	3348.0%	1.000	0.02987	3.0%	24	20	480.00
66.750	33.496	3349.6%	1.000	0.02985	3.0%	25	20	500.00
66.990	33.650	3365.0%	1.000	0.02972	3.0%	25	20	500.00
67.385	33.676	3367.6%	1.000	0.02969	3.0%	25	20	500.00
67.779	33.778	3377.8%	1.000	0.02961	3.0%	25	20	500.00
68.019	33.853	3385.3%	1.000	0.02954	3.0%	25	20	500.00
68.200	34.070	3407.0%	1.000	0.02935	2.9%	25	20	500.00
68.510	34.093	3409.3%	1.000	0.02933	2.9%	25	20	500.00
68.904	34.146	3414.6%	1.000	0.02929	2.9%	25	20	500.00
69.255	34.464	3446.4%	1.000	0.02902	2.9%	25	20	500.00
69.367	34.589	3458.9%	1.000	0.02891	2.9%	25	20	500.00
69.573	34.626	3462.6%	1.000	0.02888	2.9%	25	20	500.00
69.924	34.629	3462.9%	1.000	0.02888	2.9%	25	20	500.00
69.978	34.816	3481.6%	1.000	0.02872	2.9%	25	20	500.00
70.288	35.056	3505.6%	1.000	0.02853	2.9%	25	20	500.00
70.468	35.071	3507.1%	1.000	0.02851	2.9%	25	20	500.00
70.567	35.251	3525.1%	1.000	0.02837	2.8%	25	20	500.00
70.747	35.267	3526.7%	1.000	0.02836	2.8%	25	20	500.00
70.875	35.450	3545.0%	1.000	0.02821	2.8%	25	20	500.00
71.081	35.577	3557.7%	1.000	0.02811	2.8%	25	20	500.00
71.356	35.726	3572.6%	1.000	0.02799	2.8%	25	20	500.00
71.455	35.779	3577.9%	1.000	0.02795	2.8%	25	20	500.00
71.695	35.818	3581.8%	1.000	0.02792	2.8%	25	20	500.00
71.782	36.173	3617.3%	1.000	0.02764	2.8%	25	20	500.00
72.092	36.212	3621.2%	1.000	0.02762	2.8%	25	20	500.00
72.108	36.392	3639.2%	1.000	0.02748	2.7%	25	20	500.00
72.502	36.567	3656.7%	1.000	0.02735	2.7%	25	20	500.00
72.683	36.773	3677.3%	1.000	0.02719	2.7%	25	20	500.00
72.795	36.786	3678.6%	1.000	0.02718	2.7%	25	20	500.00
73.189	36.898	3689.8%	1.000	0.02710	2.7%	25	20	500.00
73.429	37.048	3704.8%	1.000	0.02699	2.7%	25	20	500.00
73.824	37.250	3725.0%	1.000	0.02685	2.7%	25	20	500.00
74.099	37.324	3732.4%	1.000	0.02679	2.7%	25	20	500.00
74.450	37.436	3743.6%	1.000	0.02671	2.7%	25	20	500.00
74.691	37.560	3756.0%	1.000	0.02662	2.7%	25	20	500.00

74.931	37.641	3764.1%	1.000	0.02657	2.7%	25	20	500.00
75.373	37.659	3765.9%	1.000	0.02655	2.7%	25	20	500.00
75.768	37.787	3778.7%	1.000	0.02646	2.6%	26	20	520.00
75.896	37.847	3784.7%	1.000	0.02642	2.6%	26	20	520.00
76.171	38.062	3806.2%	1.000	0.02627	2.6%	26	20	520.00
76.333	38.241	3824.1%	1.000	0.02615	2.6%	26	20	520.00
76.386	38.302	3830.2%	1.000	0.02611	2.6%	26	20	520.00
76.661	38.551	3855.1%	1.000	0.02594	2.6%	26	20	520.00
77.055	38.589	3858.9%	1.000	0.02591	2.6%	26	20	520.00
77.407	38.612	3861.2%	1.000	0.02590	2.6%	26	20	520.00
77.801	38.675	3867.5%	1.000	0.02586	2.6%	26	20	520.00
77.963	38.881	3888.1%	1.000	0.02572	2.6%	26	20	520.00
78.168	39.007	3900.7%	1.000	0.02564	2.6%	26	20	520.00
78.478	39.119	3911.9%	1.000	0.02556	2.6%	26	20	520.00
78.754	39.191	3919.1%	1.000	0.02552	2.6%	26	20	520.00
79.064	39.359	3935.9%	1.000	0.02541	2.5%	26	20	520.00
79.339	39.431	3943.1%	1.000	0.02536	2.5%	26	20	520.00
79.690	39.576	3957.6%	1.000	0.02527	2.5%	26	20	520.00
79.802	39.634	3963.4%	1.000	0.02523	2.5%	26	20	520.00
79.914	39.875	3987.5%	1.000	0.02508	2.5%	26	20	520.00
80.120	40.018	4001.8%	1.000	0.02499	2.5%	26	20	520.00
80.300	40.180	4018.0%	1.000	0.02489	2.5%	26	20	520.00
80.506	40.317	4031.7%	1.000	0.02480	2.5%	26	20	520.00
80.581	40.445	4044.5%	1.000	0.02472	2.5%	26	20	520.00
80.975	40.531	4053.1%	1.000	0.02467	2.5%	26	20	520.00
81.216	40.607	4060.7%	1.000	0.02463	2.5%	26	20	520.00
81.526	40.618	4061.8%	1.000	0.02462	2.5%	26	20	520.00
81.877	40.882	4088.2%	1.000	0.02446	2.4%	26	20	520.00
81.914	41.234	4123.4%	1.000	0.02425	2.4%	26	20	520.00
82.357	41.395	4139.5%	1.000	0.02416	2.4%	26	20	520.00
82.443	41.705	4170.5%	1.000	0.02398	2.4%	26	20	520.00
82.542	42.015	4201.5%	1.000	0.02380	2.4%	26	20	520.00
82.748	42.367	4236.7%	1.000	0.02360	2.4%	26	20	520.00
83.058	42.479	4247.9%	1.000	0.02354	2.4%	26	20	520.00
83.368	42.659	4265.9%	1.000	0.02344	2.3%	26	20	520.00
83.678	42.734	4273.4%	1.000	0.02340	2.3%	26	20	520.00

83.918	42.974	4297.4%	1.000	0.02327	2.3%	26	20	520.00
84.270	43.326	4332.6%	1.000	0.02308	2.3%	26	20	520.00
84.414	43.768	4376.8%	1.000	0.02285	2.3%	26	20	520.00
84.856	43.867	4386.7%	1.000	0.02280	2.3%	26	20	520.00
85.299	44.177	4417.7%	1.000	0.02264	2.3%	26	20	520.00
85.741	44.487	4448.7%	1.000	0.02248	2.2%	26	20	520.00
85.902	44.838	4483.8%	1.000	0.02230	2.2%	26	20	520.00
86.143	45.281	4528.1%	1.000	0.02208	2.2%	26	20	520.00
86.494	45.723	4572.3%	1.000	0.02187	2.2%	26	20	520.00
86.540	45.963	4596.3%	1.000	0.02176	2.2%	26	20	520.00
86.626	46.009	4600.9%	1.000	0.02174	2.2%	26	20	520.00

Tabel Tabel Distribusi Normal.

z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0007	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0024	0,0023	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233

-1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177

1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998



PERMOHONAN TA
Periode Semester Ganjil/Genap *) Th 2017 / 2018



- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Nama Mahasiswa | : Malayuddin |
| 2. No. Induk Mahasiswa | : 1470031037 |
| 3. Program Studi / Peminatan | : Teknik Industri / Proposal TA |
| 4. Semester | : VIII |
| 5. Total SKS / IPK | : 135/3.27 |
| 6. Nama dan Gelar Pembimbing I | : Ir. Florida Butarbutar, MT. |
| 7. Nama dan Gelar Pembimbing II | : Ir. Amar Sukirno, MT |
| 8. Nama Perusahaan | : PT. Intraco Penta Wahana (IPW) |
| 9. Alamat perusahaan | : Jl. Raya Cakung Cilincing, KM. 3,5 Jakarta Utara. |
| Rencana Judul PKL | : Penerapan Simulasi Monte Carlo, Untuk Menentukan Jumlah Kebutuhan Suku Cadang <i>Power Take Off</i> Unit Sinotruck Berdasarkan Simulasi Kerusakan Komponen di PT. Intraco Penta Wahana. |

Jakarta, 27 Maret 2018

Pemohon,

MALAYUDDIN

Menyetujui :
Ka. Prodi

Mengetahui :
Pembimbing I

Pembimbing II.

Ir. Florida Butarbutar, MT

Ir. Florida Butarbutar, MT

Ir. Amar Sukirno, MT

Lampiran

1. Fotocopy KRS dan bukti pembayaran uang kuliah semester berjalan.
2. Fotocopy KHS sampai dengan semester terakhir atau lembar monitoring nilai (Mhs Reguler)
3. Fotocopy KHS sampai dengan semester terakhir dan penyetaraan mata kuliah (Mhs Pindahan)

Catatan

1. Judul TA diisi setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing yang di tugaskan oleh Ka. Prodi.
 2. Dibuat rangkap tiga (Asli), masing-masing untuk Bag. Administrasi Jurusan, koordinator PKL dan untuk mahasiswa ybs. (Sbg bukti tanda terima).
 3. Proses bimbingan dapat dilaksanakan setelah SK. Penugasan di terima oleh dosen pembimbing ysb.
 4. Proses Bimbingan TA terekam dalam "Lembar bimbingan TA
 5. Persyaratan pemrograman TA setelah memiliki tabungan minimal 130 sks dengan ipk 2.00.
 6. Program TA berlaku satu semester, dan dapat di perpanjang satu semester pada semester berikutnya, dengan memprogram ulang (Mengisi KRS dan membayar uang kuliah dan biaya bimbingan TA)
- *) Coret yang tidak perlu,

SCHEDULE PELAKSANAAN

Pengertian *time schedule* secara umum adalah rancangan waktu pelaksanaan kegiatan, mulai dari awal kegiatan hingga akhir pelaksanaan. Di dalam *time schedule* dijelaskan secara detil aktivitas apa saja yang harus dilakukan dan kapan harus terselesaikan. Jadi, *time schedule* ibaratnya adalah pedoman kegiatan yang harus dilalui sejak hari kesatu hingga terselesaikannya seluruh kegiatan.

Penelitian dilakukan dengan secara tersusun dalam setiap-setiap kegiatan. adapun jadwal setiap kegiatan yang dilakukan di tuangkan dalam berbentuk bagan yaitu *gant chart* penelitian. Seperti pada tabel dibawah:

Tabel: Susunan pelaksanaan kegiatan tugas akhir.

No	Kegiatan	April				Mei				Juni				Juli			
		Minggu				Minggu				Minggu				Minggu			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	membuat proposal penelitian	■	■	■	■	■											
2	mengambil data <i>historical</i>					■	■										
3	membuat penulisan penelitian							■	■	■	■	■	■				
4	melakukan penelitian									■	■	■	■	■	■		
5	melihat hasil penelitian dan analisa Pembahasan													■	■	■	■

Fungsi *time Schedule*

Time schedule memegang peranan penting dalam setiap kegiatan, baik skala kecil maupun skala besar. Mulai dari kegiatan sekolah, kampus hingga sebuah proyek.

Semuanya membutuhkan *time schedule*. Mengapa *time schedule* sangat penting? Sebab *time schedule* memiliki sejumlah fungsi vital berikut ini:

1. Semua elemen kegiatan bisa dilaksanakan terjadwal dan tepat waktu. Dengan demikian bisa menjadi monitoring sekaligus kontrol aktivitas.
2. Membantu menyusun urutan aktivitas yang harus dikerjakan. Misalnya *time schedule* pendirian rumah, yakni mulai dari waktu yang harus diselesaikan untuk penyiapan lahan, selanjutnya diteruskan dengan menyiapkan desain rumah, pemilihan pekerja, penyediaan bahan baku, pengerjaan, dst.
3. Meningkatkan efektifitas dan efisien. Dengan *time schedule* semua kegiatan telah terjadwal dan diberi tenggat waktu pelaksanaannya. Artinya, tidak ada kegiatan yang mengalir begitu saja. Semua ada deadline-nya. Dengan cara ini, setiap orang yang terlibat di dalam kegiatan tersebut akan bersungguh-sungguh mematuhi *time schedule* yang telah dibuat. Walhasil, tidak ada waktu, tenaga, biaya, maupun pikiran yang terbuang secara percuma. Semua difungsikan seoptimal mungkin mengikuti *time schedule* tersebut.
4. Mencapai hasil riil *Time schedule* menjelaskan urutan kegiatan yang harus dilakukan dari awal hingga akhir. Artinya, ada bentuk riil yang akan dicapai dengan adanya *time schedule* ini.