BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis data dan pembahasan dari analisis tersebut sehingga dapat memberikan usulan perbaikan mengenai masalah yang dihadapi.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada gambaran umum perusahaan ini akan dijelaskan mengenai sejarah berdirinya PT. Bromo Steel Indonesia, visi, misi, struktur organisasi, proses produksi, dan produk yang dihasilkan.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Bromo Steel Indonesia (PT. BOSTO) berdiri sejak tahun 1865 dengan nama *Machine Fabriek & Consturctie Werkplaats "De Bromo NV"* yang pada waktu itu tujuan utamanya untuk mendukung pabrik-pabrik gula di Karisidenan Pasuruan sejumlah kurang lebih 40 pabrik gula. Disamping itu di Pasuruan didirikan pusat penelitian perusahaan gula (*Proef Station Voor De Jav Suiker Industri)* sekarang BP3GI.

Setelah 17 Agustus 1945, pabrik ini sempat memproduksi senapan, pistol, bren, mitrallieur, granat, dan mortir/pelempar granat. Pada tahun 1947 pabrik ini dikuasai kembali oleh Belanda dengan nama lama *"De Bromo NV".* Namun pada tahun 1958 *"De Bromo NV"* dinasionalisasikan atau diambil alih oleh Pemerintah RI dan menjadi perusahaan negara dengan nama "PN BOMA".

Pada tahun 1971, PN Boma, PN Bisma dan PN Indra bergabung menjadi satu dengan nama PT. Boma Bisma Indra (Persero) atau disingkat dengan PT. BBI Persero yang merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dibawah pengawasan Direktorat Jendral Industri Logam Dasar Departemen Perindustrian. Selanjutnya, PN Boma menjadi unit BOMA atau tepatnya Sub Unit Bhinneka yang berkantor pusat di Jl. Laut No. 18-20, Pasuruan.

Pada tahun 1974, Unit Boma atau Sub Unit Bhinneka melepaskan diri dari manajemen PT. BBI, untuk bekerja sama dengan *Stork Werkspoor Sugar BV Hangelo Netherland,* PT. Masayu dan PT. Bina Usaha Indonesia, sehingga namanya berganti menjadi PT. Boma Stork dengan nota notaris No. 47 tanggal 10 April 1974.

Kemudian sejak tanggal 1 November 1989, sesuai dengan keputusan rapat pemegang saham PT. Boma Bisma Indra dan rapat umum pemegang saham PT. Boma Stork, maka semua saham PT. Boma Stork dibeli seluruhnya (100%) oleh PT. Boma Bisma Indra sehingga PT. Boma Stork menjadi anak perusahaan PT. Boma Bisma Indra yang mempunyai manajemen sendiri.

Selanjutnya PT. Boma Stork berganti nama menjadi PT. Bromo Steel Indonesia (PT. BOSTO), sesuai dengan SK Menteri Kehakiman RI No. C2-517.HT.04-tahun1997 tertanggal 17 Juni 1997 dan sampai saat ini berkembang menjadi perusahaan *general contractor*, *industrial engineering* dan *manufacturing vesel pressure*, *steam boiler* dan alat-alat pada pabrik gula, pabrik kelapa sawit, pabrik kopi, pabrik teh, pabrik coklat, pabrik karet, dan lain-lain yang pekerjaan fabrikasinya dilakukan atas pesanan-pesanan (*job orders*).

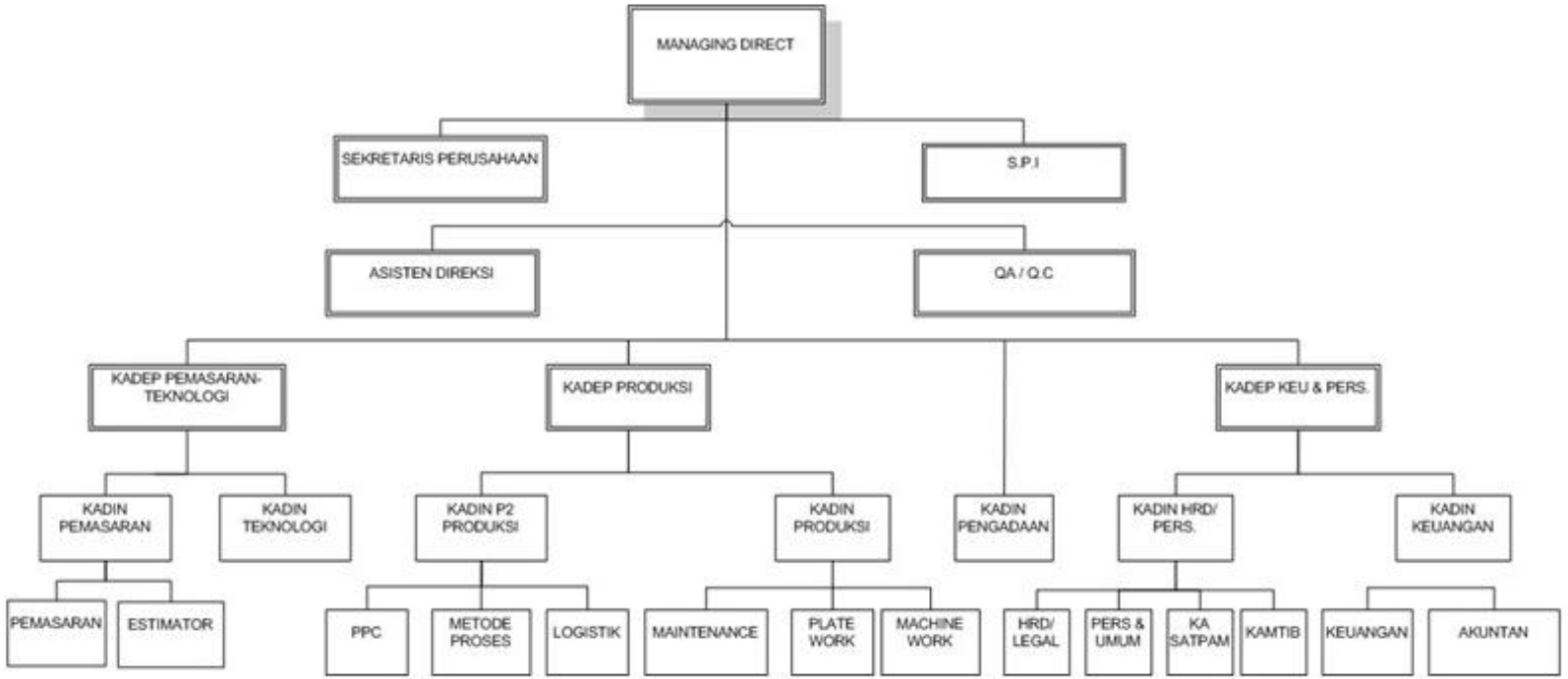
4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam melaksanakan kegiatan operasional PT Bromo Steel Indonsesia dipimpin oleh seorang Presiden Direktur yang membawahi sekretaris direktur, asisten direktur serta *quality assurance* dan *quality control.* Terdapat 3 departemen, yaitu departemen pemasaran dan teknologi, departemen produksi serta departemen keuangan . Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada gambar 4.1 yang merupakan struktur organisasi PT romo Steel Indonesia.

4.1.3 Visi dan Misi Perusahaan

Dalam mendirikan suatu perusahaan baik manufaktur maupun jasa harus mempunyai visi dan misi yang jelas, oleh karena itu visi dan misi merupakan acuan untuk mencapai tujuan dan sasaran bagi perusahaan. Visi merupakan cita-cita para pendiri atau pemimpin perusahaan dan juga merupakan tujuan jangka panjang yang akan dicapai oleh perusahaan. Sedangkan misi merupakan konsepsi dasar tentang alasan keberadaan suatu perusahaan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
repository.ub.ac.id



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Bromo Steel Indonesia
Sumber : PT. Bromo Steel Indonesia

PT. Bromo Steel Indonesia memiliki visi sebagai berikut:

"Menjadi perusahaan sehat dan berdaya saing yang bergerak di bidang manufaktur peralatan industri permesinan baik di kawasan regional maupun nasional."

PT. Bromo Steel Indonesia memiliki misi sebagai berikut:

"Sebagai masyarakat industri bertekat membangun kepercayaan dan kesejahteraan *stakeholder*, PT. Bromo Steel Indonesia ingin menjadi perusahaan yang menghasilkan keuntungan guna menjamin pertumbuhannya serta mensejahterakan karyawannya dengan ketangguhan *engineering* dan *manufacturing* serta dapat menyumbang untuk pembangunan fisik dan ekonomi Indonesia."

4.1.4 Produk Perusahaan

PT. Bromo Steel Indonesia bergerak dalam bidang pembuatan dan perbaikan mesin-mesin serta peralatan pabrik gula yang telah dilaksanakan sejak berdirinya *De Bromo NV* dari tahun 1865 sampai sekarang, sehingga dalam usaha ini perusahaan mempunyai banyak pengalaman dan dapat diandalkan.

Sejalan dengan berkembangnya perusahaan, di samping bidang usahanya kini juga melayani pembuatan segala macam peralatan, seperti :

a. *General Engineering*: desain dan *engineering* semua peralatan.
b. *Boiler*: *package boiler, tower boiler, combi boiler, water tube boiler, injection boiler*.
c. *Pressure Vessel*: bejana gas, bejana minyak, bejana kimia
d. Peralatan industri pertanian: pembuatan lengkap peralatan-peralatan pabrik gula, kepala sawit, kopi, dll.
e. Peralatan pengangkutan material : macam-macam konveyor.

4.1.5 Proses Produksi

Proses produksi barang dalam pabrik tidak memiliki pola atau aturan yang pasti, karena jenis produk yang dihasilkan bervariasi. PT. Bromo Steel Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi *engineering and constuction goods* yang sifatnya *job order*, artinya perusahaan hanya memproduksi sesuai pesanan saja. Manajemen produksi pada PT. Bromo Steel Indonesia dapat dilihat dari urutan pembuatan suatu produk mulai dari awalnya pesanan atau order sampai pada proses produksi yaitu pengerjaan mesin suatu produk dari awal sampai *finishing*. Dalam setiap pengerjaan bagian-bagian suatu produksi, dari pusat bagian produksi akan memberikan *job ticket* (surat perintah kerja). Surat perintah kerja tersebut merupakan pedoman kerja tiap-tiap bagian agar tidak terjadi

pekerjaan yang sia-sia dan mengalami kesalahan sehingga mengakibatkan kerugian pada perusahaan.

Dari *job ticket* ini bagian Perencanaan dan Pengendalian akan mengecek apakah material-material yang diperlukan ada dalam penyimpanan gudang atau tidak, bila stock tidak ada maka akan diberikan ke Dinas Pengadaan untuk membeli material-material tersebut. Selain itu Bagian Perencanaan dan Pengendalaian akan mengatur semua kegiatan proses pemesanan yang akan dilakukan, mengingat order yang diterima perusahaan banyak sehingga mesin-mesin yang ada juga diperlukan untuk pembuatan produk dari pembeli yang lain maka, diperlukan jadwal sedemikian rupa sehingga peralatan-peralatan mesin yang ada bisa digunakan bergantian untuk proses pembuatan produk lain.

Dengan demikian target waktu penyelesaian dapat diketahui dari jangka waktu yang diminta oleh pelanggan dapat dipenuhi. Dari Dinas Perencanaan dan Pengendalian *job ticket* tersebut kan dipisahkan dan dibagikan ke Dinas Produksi yang akan mengerjakan *job-job* tersebut.

Prosedur pelaksanaan produksi pada PT. Bromo Steel dapat dilihat pada gambar 4.2.

Istilah-istilah dalam prosedur pelaksanaan produksi, yaitu:

1. *Sales* / Pemasaran

   Yaitu bagian pemasaran atau penawaran dan kesepakatan pemesanan produk baik kawasan regional maupun nasional.

2. *Engineering* / *Drawing*

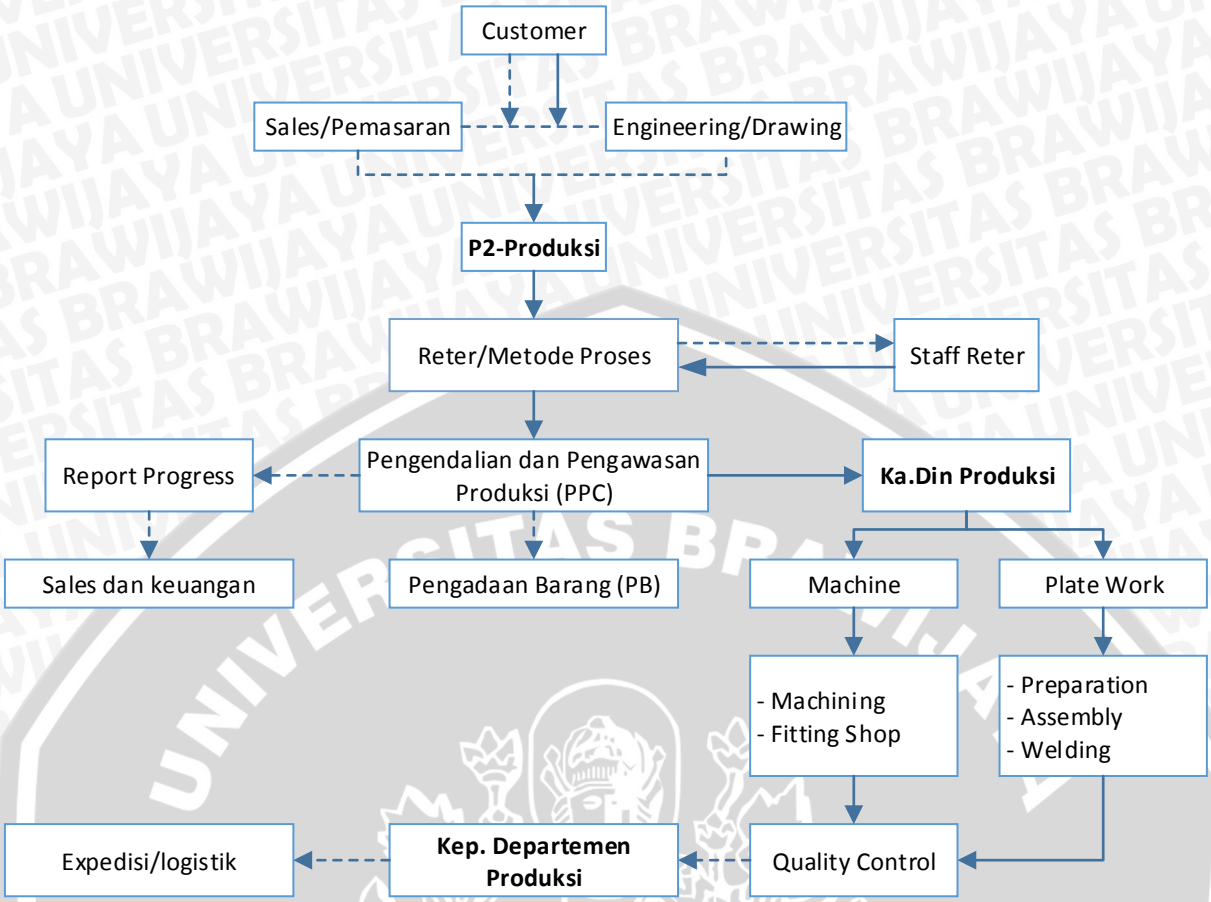
   Yaitu bagian *control* gambar dari *customer*, baik itu membuat gambar pesanan atau penggandaan gambar.

3. SPK / SPKI

   Yaitu Surat Perintah Kerja / Surat Perintah Kerja Intern, biasanya surat ini dikeluarkan oleh *Sales* dan *Engineering* untuk diserahkan ke bagian Proses Produksi.

4. P2-Produksi

   Yaitu pengontrolan kepaan staff Expedisi dan Logistik, Metode Proses dan Perencanaan dan Pengawasan.



Gambar 4.2 Prosedur Pelaksanaan Produksi PT. Bromo Steel Indonesia
Sumber : PT. Bromo Steel Indonesia

Keterangan: ——→ : Garis perintah produksi

- - - - - - → : Garis persetujuan produksi

5. Reter / Metode Proses

   Yaitu pengontrolan dan pengaturan metode yang akan dikerjakan oleh karyawan dengan mengatur metode proses pekerjaan yang dilakukan di perusahaan.

6. PPC/ Pengendalian dan Pengawasan Produksi

   Yaitu mengontrol dan mengatur jalannya proses produksi dengan mengeluarkan:

   a. *Production Schedule* adalah form yang dikeluarkan PPC (*Planning Production Control*) yang isinya antara lain adalah jadwal produksi atau kegiatan lain dari semua mesin dilengkapi atau ditambah catatan khusus apabila material yang akan dipakai untuk kegiatan produksi.

   b. *Report Progress* adalah pengontrolan terhadap proses produksi yang mana hasl dari pengontrolan dikirim kebagian keuangan untuk diproses di bagian keuangan.

7. Pengadaan Barang (PB)

   Yaitu bagian ini hanya untuk menyediakan dan mengeluarkan barang atau bahan tersebut dengan persetujuan PPC, yang sebelumnya telah diceklies bahan atau barang oleh bagian metode proses.

8. Ka. Din Produksi

   Yaitu melaksanakan pengerjaan bahan menjadi hasil produk dan perakitan komponen hasil permesinan/ peralatan pabrik dengan pengontrolan terhadap bawahannya *Machine Work* dan *Plane Work.*

9. Bagian *Machine Work*

   Bagian ini bertugas melakukan proses pengerjaan yang memerlukan pemesinan, proses pengerjaan yang dilakukan meliputi :

   a. *Preparation* (Persiapan)

      Persiapan yang pertama yaitu *marking* sama dengan pada *plate work* tetapi dengan menggunakan mesin gunting *(Sheet Cutting Machine).* Pada tahap *preparation, raw material* diangkut dengan menggunakan mesin *Overhead Crane* untuk dipindahkan ke work station *marking cutting.*

   b. *Machining*

      Setelah di *marking cutting,* benda kerja diangkut kembali dengan mesin *Overhead Crane* untuk proses *machining*. Mesin – mesin yang digunakan untuk proses *machining* antara lain mesin bubut, mesin bor, mesin rol dan sebagainya. Tugas dari bagian ini adalah memproses benda kerja yang masih belum tepat ukuran maupun kekasarannya menjadi benda kerja sesuai dengan permintaan.

   c. *Fitting Shop*

      Setelah melalui proses *machining,* benda kerja dipindahkan ke work station fitting shop juga menggunakan mesin. Tugas dari bagian ini adalah merakit bagian / sambungan dari suatu produk yang sifatnya mekanis, seperti perakitan gilingan komponen *boiler* dan sebagainya.

10. Bagian *Plate Work*

    Bagian ini bertugas melakukan pekerjaan yang berhubungan dengan plat, bentuk pengerjaan ini meliputi :

    a. *Preparation* (Persiapan)

       Raw Material pada *plate work* juga dipindahkan menggunakan mesin *Overhead Crane*. Persiapan yang dilakukan berupa *marking* yaitu penandaan untuk produk berupa lingkaran / elips dengan menggunakan jangka dengan ujung pena mata bor

yang digoreskan, sedang untuk garis lurus menggunakan semping yaitu semacam kulit kerang yang digoreskan dengan bantuan penggaris baru kemudian diberi titik – titik. Sedangkan persiapan lain yang dilakukan adalah *cutting* (pemotongan). Pemotongan ini dengan menggunakan pemotongan gas yaitu *skator*. *Skator* ini hanya untuk plat dengan ketebalan maksimum 30 mm dengan bentuk beraturan seperti bulat, lingkaran dan garis lurus. Sedang untuk plat dengan tebal lebih dari 30 mm dan plat – plat yang keras seperti *stainless steel* menggunakan *Plasma Jet CuttingPlant* (PJCP) dan untuk pemotongan dengan bentuk tidak beraturan seperti elips atau bentuk permukaan terjal dengan menggunakan alat *Double Column Flame Cutting* (DCFC).

b. *Asembling* (Penyetelan)

Setelah di *marking cutting*, benda kerja dipindahkan menngunakan mesin O*verhead Crane* untuk dilakukan proses *asembling*. Tugas dari bagian ini adalah merakit atau melakukan penyetelan sementara antara komponen – komponen suatu produk sesuai dengan bentuk produk.

c. *Welding*

Benda kerja yang sudah di stel akan di las dulu sebelum dilakukan proses pengerjaan lain. Las yang digunakan disesuaikan dengan jenis mesin las. Urutan pengelasan biasanya adalah las akar dilanjutkan dengan las isi setelah itu baru las tutup. Operator Las atau Welder dibagi menurut keahlian dan kemampuan yaitu :

1) Operator Las kelas I / *Welder* I : operator tersebut sudah mempunyai sertifikat yang menyatakan kemampuannya dalam mengelas segala posisi dan operator ini dapat mengerjakan bejana uap dan bejana tekan.
2) Operator Las kelas II / *Welder* II : operator tersebut juga mempunyai sertifikat tapi masih dibawah tingkat *Welder* I dan pekerjaan yang dilakukan oleh *welder* ini hanya pada pekerjaan bejana tanpa tekan.
3) Operator Las kelas III / *Welder* III : operator ini melakukan pekerjaan yang terbatas hanya pada konstruksi saja.

d. *Finishing*

Pada tahap *finishing* dilakukan testing uji tekan dan uji kualitas pengelasan. Perpindahan dari proses *welding* ke *finishing* menggunakan mesin *Overhead Crane*. Setelah dilakukan *testing*, benda kerja dipindahkan dengan mesin *Overhead Crane* untuk dilakukan *blast and painting*. Bila sudah tidak ada komplain dari pihak *Quality Control maka akan dilakukan pengiriman*

11. *Quality Control* (QC)

    Yaitu mengontrol setiap hasil proses pekerjaan mulai dari *Machining, Fitting Shop, Preparation, Assembling, Welding* dan *Finishing.*

12. Expedisi

    Yaitu bagian pengiriman barang kepada *customer,* yang mana telah disetujui oleh Kepala Departemen Produksi dan staff-staff lainnya yang mengenai proses pengiriman barang pada pemesan.

4.2 PENGUMPULAN DATA

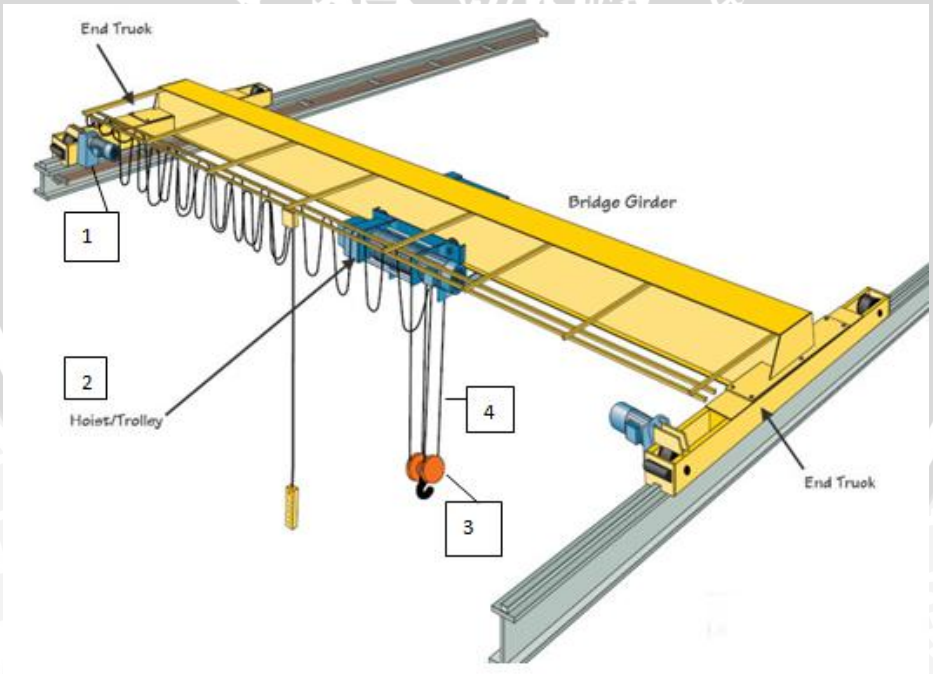
Tahap untuk mengumpulkan data yang akan dianalisis pada permasalahan yang akan diselesaikan.

4.2.1 Pengumpulan Data Primer

Data Primer didapatkan melalui proses wawancara dengan kepala bagian *maintenance* PT. Bromo Steel Indonesia untuk mengidentifikasi kegagalan yang terjadi.

1. Data Komponen Mesin Overhead Crane

   Pada gambar 4.3 menunjukkan komponen-kompnen pada mesin Overhead Crane :



Gambar 4.3 Mesin Overhead Crane
Sumber : PT. Bromo Steel Indonesia

Keterangan :

1. *Travelling* motor

   Motor long travel yang berguna untuk memindahkan barang.

2. *Trolley* dan motor *hoist*

   Berfungsi sebagai tempat bergantungnya spreader kait dan juga untuk menggerakkan spreader kait pada saat mengangkat dan menurunkan beban atau muatan.

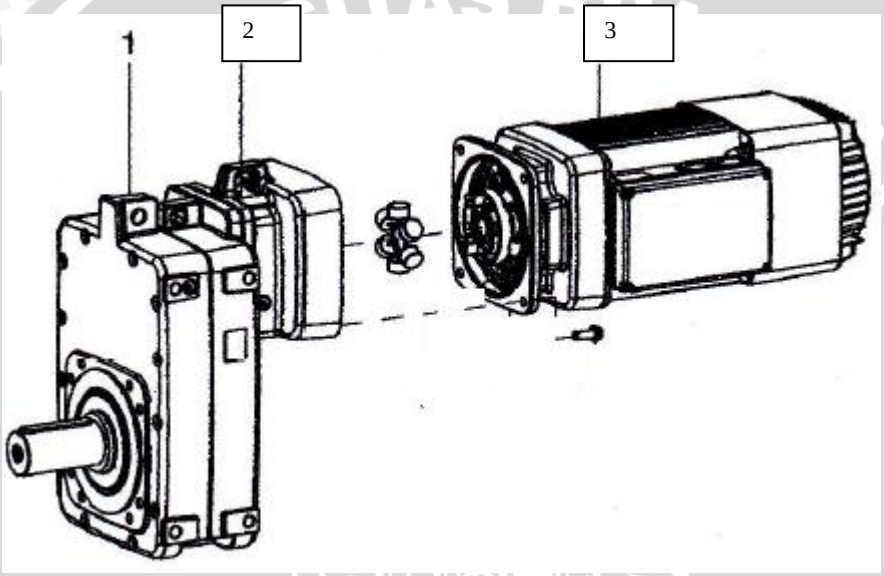
3. *Hook*

   kait adalah alat sebagai tempat menggantungkan beban.

4. *Wire rope*

   Tali baja adalah perlengkapan fleksibel yang berfungsi sebagai penarik atau pengulur speader kait atau troli.

   Pada gambar 4.4 akan ditunjukkan komponen yang ada pada motor *Overhead Crane*



Gambar 4.4 Komponen pada motor *overhead crane*
Sumber : PT. Bromo Steel Indonesia

Keterangan :

1. Gear Box

   Sistem pemindah tenaga, transmis berfungsi untuk memindahkan dan mengubah dari motor yang berputar, transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran sehingga dapat bergerak maju mundur.

2. Coupling

   Meneruskan daya dan putarab dari poros penggerak ke poros yang digerakkan.

3. Motor

   Terdapat tiga motor penggerak pada mesin *overhead crane*, yaitu motor *cross travel*, *long travel* dan motor *hoist.*

4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari Departemen *Maintenance* PT Bromo Steel mengenai mesin-mesin *Overhead Crane*. Berikut ini merupakan data-data yang diperoleh dari data sekunder:

1. Data *downtime* pada mesin *Overhead Crane* ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data *Downtime* Pada Mesin *Overhead Crane*

No	Jenis *Overhead Crane*	Frekuensi Keruakan Januari 2014- Desember 2014	Total *Downtime* (menit)
1	Mesin *Overhead Crane* RW 1	7	1950
2	Mesin *Overhead Crane* RW 2	4	480
3	Mesin *Overhead Crane* RW 3	140	66240
4	Mesin *Overhead Crane* RW 4	12	4500
5	Mesin *Overhead Crane* RW 5	16	4770
6	Mesin *Overhead Crane* RW 6	4	1320
7	Mesin *Overhead Crane* RW 7	1	360
8	Mesin *Overhead Crane* RW 8	5	240
	Total	189	81720

Sumber : PT. Bromo Steel Indonesia

Data pada tabel 4.1 menunjukkan frekuensi kerusakan mesin dan total waktu *downtime* dari bulan Januari 2014 sampai dengan Desember 2014. Mesin *Overhead Crane* RW 1 mengalami 5 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 1950 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 2 mengalami 4 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 480 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 3 mengalami 5 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 66240 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 4 mengalami 5 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 4500 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 5 mengalami 9 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 4770 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 6 mengalami 4 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 1320 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 7 mengalami 1 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 360 menit. Mesin *Overhead Crane* RW 8 mengalami 5 kali kerusakan dengan waktu *downtime* 240 menit.

2. Data perubahan status mesin *Overhead Crane* ditunjukkan pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Data perubahan status mesin *Overhead Crane* pada Januari 2014-Desember 2014

Overhead Crane RW 1	*Overhead Crane* RW 2	*Overhead Crane* RW 3	*Overhead Crane* RW 4
Baik-Baik = 351 kali	Baik-Baik = 355 kali	Baik-Baik = 218 kali	Baik-Baik = 346 kali
Baik-Rusak = 5 kali	Baik-Rusak = 4 kali	Baik-Rusak = 5 kali	Baik-Rusak = 5 kali
Rusak-Rusak = 2 kali	Rusak-Rusak = 0 kali	Rusak-Rusak = 135 kali	Rusak-Rusak = 7 kali
Rusak-Baik = 5 kali	Rusak-Baik = 4 kali	Rusak-Baik = 5 kali	Rusak-Baik = 5 kali
Jumlah = 363	Jumlah = 363	Jumlah = 363	Jumlah = 363 kali
Overhead Crane RW 5	*Overhead Crane* RW 6	*Overhead Crane* RW 7	*Overhead Crane* RW 8
Baik-Baik = 338 kali	Baik-Baik = 354 kali	Baik-Baik = 361 kali	Baik-Baik = 352 kali
Baik-Rusak = 9 kali	Baik-Rusak = 4 kali	Baik-Rusak = 1 kali	Baik-Rusak = 5 kali
Rusak-Rusak = 7 kali	Rusak-Rusak = 1 kali	Rusak-Rusak = 0 kali	Rusak-Rusak = 1 kali
Rusak-Baik = 9 kali	Rusak-Baik = 4 kali	Rusak-Baik = 1 kali	Rusak-Baik = 5 kali
Jumlah = 363	Jumlah = 363	Jumlah = 363	Jumlah = 363

Sumber : PT. Bromo Steel Indonesia

Dari tabel 4.2 menunjukkan perubahan status setiap mesin *Overhead Crane* dari bulan Januari 2014-Desember 2014. Dapat dilihat seperti perubahan status pada mesin *Overhead Crane* RW 1, perubahan status dari kondisi baik ke kondisi baik sejumlah 351 kali, perubahan status dari kondisi baik ke kondisi rusak sejumlah 5 kali, perubahan status dari kondisi rusak ke kondisi rusak sejumlah 2 kali, dan perubahan status dari kondisi rusak ke kondisi baik sejumlah 5 kali, begitu pula untuk mesin *Overhead Crane* RW 2 sampai mesin *Overhead Crane* RW 8.

3. Data biaya komponen dan biaya tenaga kerja masing-masing mesin *Overhead Crane* ditunjukkan pada tabel 4.3

Tabel 4.3 biaya komponen dan biaya tenaga kerja masing-masing mesin *Overhead Crane* pada Januari 2014-Desember 2014

Jenis Mesin	Biaya Komponen	Biaya Tenaga Kerja
Overhead Crane RW 1	Rp. 56.310.000,00	Rp 1.463.400,00
Overhead Crane RW 2	Rp 8.400.000,00	Rp 585.600,00
Overhead Crane RW 3	Rp 19.170.000,00	Rp 15.950.000,00
Overhead Crane RW 4	Rp 24.285.000,00	Rp 3.233.800,00
Overhead Crane RW 5	Rp 10.890.000,00	Rp 2.345.500,00
Overhead Crane RW 6	Rp 1.710.000,00	Rp 853.000,00
Overhead Crane RW 7	Rp 270.000,00	Rp 114.750,00
Overhead Crane RW 8	Rp 16.175.000,00	Rp 675.900,00

Sumber: PT. Bromo Steel Indonesia

Pada tabel 4.3 menunjukkan biaya komponen dan biaya tenaga kerja masing-masing mesin *Overhead Crane*. Biaya komponen tergantung pada komponen yang perlu untuk

diganti saat terjadinya perawatan sedangkan biaya tenaga kerja tergantung pada waktu downtime masing-masing mesin *Overhead Crane*.

4.3 PENGOLAHAN DATA

Pada data yang telah didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi.

4.3.1 Perhitungan Probabilitas Transisi Mesin

Pada tabel 4.4 di bawah ini merupakan perhitungan probabilitas transisi mesin *Overhead Crane*

Tabel 4.4 Data perhitungan probabilitas transisi Pada Mesin *Overhead Crane*

Overhead Crane RW 1	Probabilitas	*Overhead Crane* RW 3	Probabilitas
Baik-Baik = 351 kali	$\frac{351}{351+5} = 0,99$	Baik-Baik = 218 kali	$\frac{218}{218+5} = 0,97$
Baik-Rusak = 5 kali	$\frac{5}{351+5} = 0,01$	Baik-Rusak = 5 kali	$\frac{5}{218+5} = 0,03$
Rusak-Rusak = 2 kali	$\frac{2}{2+5} = 0,29$	Rusak-Rusak = 135 kali	$\frac{135}{135+5} = 0,96$
Rusak-Baik = 5 kali	$\frac{5}{2+5} = 0,71$	Rusak-Baik = 5 kali	$\frac{5}{135+5} = 0,04$
Jumlah = 363		Jumlah = 363	
Overhead Crane RW 2	Probabilitas	*Overhead Crane* RW 4	Probabilitas
Baik-Baik = 355 kali	$\frac{355}{355+4} = 0,99$	Baik-Baik = 346 kali	$\frac{346}{346+5} = 0,99$
Baik-Rusak = 4 kali	$\frac{4}{355+4} = 0,01$	Baik-Rusak = 5 kali	$\frac{5}{346+5} = 0,01$
Rusak-Rusak = 0 kali	0	Rusak-Rusak = 7 kali	$\frac{7}{7+5} = 0,58$
Rusak-Baik = 4 kali	$\frac{4}{0+4} = 1$	Rusak-Baik = 5 kali	$\frac{5}{7+5} = 0,42$
Jumlah = 363		Jumlah = 363	
Overhead Crane RW 5	Probabilitas	*Overhead Crane* RW 6	Probabilitas
Baik-Baik = 338 kali	$\frac{338}{338+9}$ 0,97	Baik-Baik = 354 kali	$\frac{354}{354+4} = 0,99$
Baik-Rusak = 9 kali	$\frac{9}{338+9} = 0,03$	Baik-Rusak = 4 kali	$\frac{4}{354+4} = 0,01$
Rusak-Rusak = 7 kali	$\frac{7}{7+9} = 0,44$	Rusak-Rusak = 1 kali	$\frac{1}{1+4} = 0,2$
Rusak-Baik = 9 kali	$\frac{9}{7+9} = 0,56$	Rusak-Baik = 4 kali	$\frac{4}{1+4} = 0,8$
Jumlah = 363		Jumlah = 363	
Overhead Crane RW 7	Probabilitas	*Overhead Crane* RW 8	Probabilitas
Baik-Baik = 361 kali	$\frac{361}{361+1} = 0,99$	Baik-Baik = 349 kali	$\frac{349}{349+5} = 0,99$
Baik-Rusak = 1 kali	$\frac{1}{361+1} = 0,01$	Baik-Rusak = 5 kali	$\frac{5}{349+5} = 0,01$
Rusak-Rusak = 0 kali	0	Rusak-Rusak = 4 kali	$\frac{4}{4+5} = 0,44$
Rusak-Baik = 1 kali	$\frac{1}{0+1} = 1$	Rusak-Baik = 5 kali	$\frac{5}{4+5} = 0,56$
Jumlah = 363		Jumlah = 363	

Keterangan:

Baik-Baik = Perubahan state dari baik ke baik menunjukkan bahwa kondisi pada hari sebelumnya adalah baik dan kondisi pada hari selanjutnya adalah baik.

Baik-Rusak = Perubahan state dari baik ke rusak menunjukkan bahwa kondisi pada hari sebelumnya adalah baik dan kondisi pada hari selanjutnya adalah rusak.

Rusak-Rusak = Perubahan state dari rusak ke rusak menunjukkan bahwa kondisi pada hari sebelumnya adalah rusak dan kondisi pada hari selanjutnya adalah rusak

Rusak-Baik = Perubahan state dari rusak ke baik menunjukkan bahwa kondisi pada hari sebelumnya adalah rusak dan kondisi pada hari selanjutnya adalah baik

Seperti contoh, dapat dilihat pada kolom *Overhead Crane* RW 1 jumlah perubahan status dari kondisi baik ke kondisi baik sejumlah 351 kali, dengan probabilitas 0,99. Perubahan status dari kondisi baik ke kondisi rusak sejumlah 5 kali dengan probabilitas 0,01. Perubahan status dari kondisi rusak ke kondisi rusak sejumlah 2 kali dengan probabilitas 0,29. Perubahan status dari kondisi rusak ke kondisi baik sejumlah 5 kali dengan probabilitas 0,71 , begitu pula untuk mesin *Overhead Crane* RW 2 sampai mesin *Overhead Crane* RW 8.

Jumlah dari probabilitas dari kondisi baik ke kondisi baik dan kondisi baik ke kondisi rusak haruslah 1 dikarenakan dimulai pada state kondisi baik, begitu pula dengan probabilitas dari kondisi rusak ke kondisi rusak dan kondisi rusak ke kondisi baik (pada matrik transisi jumlah setiap baris harus sama dengan 1).

4.3.2 Matrik Transisi

Setelah didapatkan probabilitas kerusakan masing-masing mesin *Overhead Crane*, maka dibuatlah matrik transisi untuk masing-masing mesin *Overhead Crane*. Menurut Hiller(2005), bentuk matriks transisi adalah :

$$P = \begin{array}{c} \text{state} \\ 0 \\ 1 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 0 & 1 \end{array} \\ \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} \\ P_{10} & P_{11} \end{bmatrix} \end{array}$$

Keterangan : State 0 (π_0) = Kondisi baik

State 1 (π_1)= Kondisi rusak

π_0 equivalen dengan nilai keandalan, sedangkan π_1 equivalen dengan probabilitas kegagalan.

Berikut adalah matriks transisi untuk masing-masing mesin *Overhead Crane* :

1. Mesin *Overhead Crane* RW 1

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,01 \\ 0,71 & 0,29 \end{bmatrix}$$

2. Mesin *Overhead Crane* RW 2

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,01 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

3. Mesin *Overhead Crane* RW 3

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,97 & 0,03 \\ 0,04 & 0,96 \end{bmatrix}$$

4. Mesin *Overhead Crane* RW 4

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,01 \\ 0,42 & 0,58 \end{bmatrix}$$

5. Mesin *Overhead Crane* RW 5

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,97 & 0,03 \\ 0,56 & 0,44 \end{bmatrix}$$

6. Mesin *Overhead Crane* RW 6

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,01 \\ 0,8 & 0,2 \end{bmatrix}$$

7. Mesin *Overhead Crane* RW 7

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,01 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

8. Mesin *Overhead Crane* RW 8

$$P = \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,99 & 0,01 \\ 0,56 & 0,44 \end{bmatrix}$$

4.3.3 Perhitungan Probabilitas *Steady State*

Setelah dilakukan perhitungan matriks transisi makan dilakukan perhitungan probabilitas *steady state* dengan persamaan steady state sebagai berikut:

$$\pi_j = \sum_{i=0}^{M} \pi_j P_{ij} \text{ , untuk } j = 0, 1, ..., M \quad (4\text{-}1)$$

$$\sum_{i=0}^{M} \pi_j = 1 \quad (4\text{-}2)$$

(Hillier, 2005)

Berikut perhitungan probabilitas *steady state Overhead Crane* 1 sampai dengan *Overhead Crane* 8 :

1. Mesin *Overhead Crane* RW 1

   $\pi_0 = 0{,}99\ \pi_0 + 0{,}71\ \pi_1$, sehingga $0{,}01\ \pi_0 = 0{,}71\ \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}01\ \pi_0 + 0{,}29\ \pi_1$, sehingga $0{,}71\ \pi_1 = 0{,}01\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 71\ \pi_1$, sehingga $\pi_0 = 0{,}99$ dan $\pi_1 = 0{,}01$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 1, nilai keandalan R(t) sebesar 0,99, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,01.

2. Mesin *Overhead Crane* RW 2

   $\pi_0 = 0{,}99\ \pi_0 + \pi_1$, sehingga $0{,}01\ \pi_0 = \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}01\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 0{,}99$ dan $\pi_1 = 0{,}01$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 2, nilai keandalan R(t) sebesar 0,99, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,01.

3. Mesin *Overhead Crane* RW 3

   $\pi_0 = 0{,}97\ \pi_0 + 0{,}04\ \pi_1$, sehingga $0{,}03\ \pi_0 = 0{,}04\ \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}03\ \pi_0 + 0{,}96\ \pi_1$, sehingga $0{,}04\ \pi_1 = 0{,}03\pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 1{,}33\ \pi_1$, sehingga $\pi_0 = 0{,}57$ dan $\pi_1 = 0{,}43$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 3, nilai keandalan R(t) sebesar 0,57, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,43.

4. Mesin *Overhead Crane* RW 4

   $\pi_0 = 0{,}99\ \pi_0 + 0{,}42\ \pi_1$, sehingga $0{,}01\ \pi_0 = 0{,}42\ \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}01\ \pi_0 + 0{,}58\ \pi_1$, sehingga $0{,}42\ \pi_1 = 0{,}01\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 0{,}02\ \pi_1$, sehingga $\pi_0 = 0{,}98$ dan $\pi_1 = 0{,}02$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 4, nilai keandalan mesin R(t) sebesar 0,98, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,02.

5. Mesin *Overhead Crane* RW 5

   $\pi_0 = 0{,}97\ \pi_0 + 0{,}56\ \pi_1$, sehingga $0{,}03\ \pi_0 = 0{,}56\ \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}03\ \pi_0 + 0{,}44\ \pi_1$, sehingga $0{,}56\ \pi_1 = 0{,}03\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 18{,}7\ \pi_1$, sehingga $\pi_0 = 0{,}95$ dan $\pi_1 = 0{,}05$.

Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 5, nilai keandalan mesin R(t) sebesar 0,95, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,05.

6. Mesin *Overhead Crane* RW 6

   $\pi_0 = 0{,}99\ \pi_0 + 0{,}8\ \pi_1$, sehingga $0{,}01\ \pi_0 = 0{,}8\ \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}01\ \pi_0 + 0{,}2\ \pi_1$, sehingga $0{,}8\ \pi_1 = 0{,}01\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 80\ \pi_1$, sehingga $\pi_0 = 0{,}99$ dan $\pi_1 = 0{,}01$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 6, nilai keandalan mesin R(t) sebesar 0,99, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,01.

7. Mesin *Overhead Crane* RW 7

   $\pi_0 = 0{,}99\ \pi_0 + \pi_1$, sehingga $0{,}01\ \pi_0 = \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}01\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 0{,}99$ dan $\pi_1 = 0{,}01$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 7, nilai keandalan mesin R(t) sebesar 0,99, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,01.

8. Mesin *Overhead Crane* RW 8

   $\pi_0 = 0{,}99\ \pi_0 + 0{,}56\ \pi_1$, sehingga $0{,}01\ \pi_0 = 0{,}56\ \pi_1$

   $\pi_1 = 0{,}01\ \pi_0 + 0{,}44\ \pi_1$, sehingga $0{,}56\ \pi_1 = 0{,}01\ \pi_0$

   $1 = \pi_0 + \pi_1$

   Maka $\pi_0 = 56\ \pi_1$, sehingga $\pi_0 = 0{,}98$ dan $\pi_1 = 0{,}02$.

   Jadi untuk mesin *Overhead Crane* RW 8, nilai keandalan mesin R(t) sebesar 0,98, sedangkan probabilitas kegagalan mesin sebesar 0,02.

4.3.4 Estimasi Frekuensi *Failure* dan Penentuan Interval Perawatan

Setelah diketahui probabilitas *steady state* untuk tiap mesin *Overhead Crane*, maka setelah itu akan dilakukan perhitungan estimasi frekuensi *failure* dan penentuan interval perawatan. Berikut adalah perhitungan estimasi frekuensi *failure* dan penentuan interval perawatan mesin *Overhead Crane* RW 1 sampai mesin *Overhead Crane* RW 8 :

1. Mesin *Overhead Crane* RW 1

   Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

   $= 0{,}01 \times 363$

   $= 3{,}63 \cong 4$ kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

$= \frac{363}{4} = 90{,}75 \cong 90$ hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 1 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 4 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 1 adalah 90 hari.

2. Mesin *Overhead Crane* RW 2

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

$= 0{,}01 \times 363$

$= 3{,}63 \cong 4$ kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

$= \frac{363}{4} = 90{,}75 \cong 90$ hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 2 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 4 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 2 adalah 90 hari.

3. Mesin *Overhead Crane* RW 3

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

$= 0{,}43 \times 363$

$= 156{,}09 \cong 156$ kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

$= \frac{363}{156} = 2{,}33 \cong 2$ hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 3 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 156 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 3 adalah 2 hari.

4. Mesin *Overhead Crane* RW 4

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

$= 0{,}02 \times 363$

$= 7{,}26 \cong 8$ kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

$= \frac{363}{8} = 45{,}37 \cong 45$ hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 4 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 8 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 4 adalah 45 hari.

5. Mesin *Overhead Crane* RW 5

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

= 0,05 × 363

= 18,15 ≅ 18 kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

= $\frac{363}{18}$ = 20,17 ≅ 20 hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 5 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 18 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 5 adalah 20 hari.

6. Mesin *Overhead Crane* RW 6

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

= 0,01 × 363

= 3,63 ≅ 4 kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

= $\frac{363}{4}$ = 90,75 ≅ 90 hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 6 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 4 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 6 adalah 90 hari.

7. Mesin *Overhead Crane* RW 7

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

= 0,01 × 363

= 3,63 ≅ 4 kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

= $\frac{363}{4}$ = 90,75 ≅ 90 hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 7 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 4 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 7 adalah 90 hari.

8. Mesin *Overhead Crane* RW 8

Frekuensi = Probabilitas rusak (π_1) × jumlah hari

= 0,02 × 363

= 7,26 ≅ 8 kali

Interval Perawatan = $\frac{jumlah\ hari}{frekuensi}$

= $\frac{363}{8}$ = 45,37 ≅ 45 hari

Jadi, untuk mesin *Overhead Crane* RW 8 estimasi frekuensi kerusakan dalam satu tahun adalah 8 kali, sedangkan estimasi interval perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 8 adalah 45 hari.

4.3.5 Probabilitas Rata-Rata Banyaknya Kerusakan pada Keseluruhan Mesin *Overhead Crane*

Tabel 4.5 adalah perhitungan probabilitas rata-rata banyaknya kerusakan yang terjadi pada keseluruhan mesin *Overhead Crane*

Tabel 4.5 Probabilitas Rata-Rata Banyaknya Kerusakan Pada Keseluruhan Mesin *Overhead Crane*

Jenis Mesin *Overhead Crane*	baik-baik	baik-rusak	rusak-rusak	rusak-baik
RW 1	0,99	0,01	0,29	0,71
RW 2	0,99	0,01	0	1
RW 3	0,97	0,03	0,96	0,04
RW 4	0,99	0,01	0,58	0,42
RW 5	0,97	0,03	0,44	0,56
RW 6	0,99	0,01	0,2	0,8
RW 7	0,99	0,01	0	1
RW 8	0,99	0,01	0,44	0,56
Rata-rata	0,985	0,015	0,36375	0,63625

Pada tabel 4.5 menunjukkan rata-rata dari setiap perubahan status, pada perubahan kondisi baik ke kondisi baik rata-rata kerusakan sebesar 0,985, pada perubahan kondisi baik ke kondisi rusak sebesar 0,015, pada kondisi rusak ke kondisi rusak sebesar 0,36375, pada kondisi rusak ke kondisi baik sebesar 0,63625.

4.3.6 Perhitungan Probabilitas Rata-Rata Kerusakan Bersamaan dan Ekspektasi Banyaknya Mesin *Overhead Crane* yang Rusak Bersamaan

Perhitungan probabilitas rata-rata kerusakan bersamaan pada keseluruhan mesin *Overhead Crane* menggunakan distribusi binomial. Distribusi binomial digunakan karena merupakan distribusi probabilitas diskrit dengan dua kejadian berkomplemen seperti ya-

tidak, baik-rusak, sukses-gagal, maka dari itu distribusi binomial dapat digunakan untuk mencari probabilitas jika mesin rusak secara bersamaan. Rumus distribusi binomial adalah:

$$b\,(x;n;p) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x}$$

(4-3)

Sumber: Fauzy, Akhmad (2008)

Dimana:

x = banyaknya peristiwa sukses

n = banyaknya percobaan

p = probabilitas peristiwa sukses

q = 1 – p = probabilitas gagal.

Atau dengan menggunakan *microsoft excel*, dengan rumus =BINOMDIST(number_s;trials;probability_s;cumulative).

Keterangan :

Number_s = jumlah sukses dalam percobaan

Trials = jumlah percobaan

Probability_s = probabilitas sukses pada setiap percobaan

Cumulative = True, maka akan menghitung nilai kumlatif distribusinya.

False, menjelaskan probabilitas nilai tersebut dikatakan sukses.

Sebagai contoh =BINOMDIST(1;8;0,015;FALSE), angka 1 menunjukkan jumlah mesin yang rusak, angka 8 menunjukkan 8 jumlah mesin, angka 0,015 menunjukkan probabilitas sukses yang didapatkan dari rata-rata kondisi baik ke kondisi rusak (peristiwa sukses), dan *false*.

Pada distribusi binomial pendefinisian kondisi sukses dan gagal dapat dilakukan secara bebas (Dimyati,1999). Pada perhitungan ini rata-rata kondisi baik ke kondisi buruk diasumsikan sebagai peristiwa sukses dikarenakan untuk mengetahui keandalan mesin jika terjadi kerusakan secara bersamaan, keandalan sendiri didefinisikan sebagai probabilitas bahwa suatu sistem atau komponen mampu melaksanakan fungsinya sebagaimana mestinya untuk interval waktu dan kondisi tertentu (Lewis,1996).

Pada tabel 4.6 di bawah ini akan menunjukkan hasil perhitungan *microsoft excel* distribusi binomial.

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan *Microsoft Excel* Distribusi Binomial

Banyaknya mesin yang rusak	Pengolahan *Exel*	Probabilitas	Probabilitas×banyaknya mesin yang rusak
0	=BINOMDIST(0;8;0,015;FALSE)	0,886114502	0
1	=BINOMDIST(1;8;0,015;FALSE)	0,107953036	0,107953036
2	=BINOMDIST(2;8;0,015;FALSE)	0,005753842	0,011507684
3	=BINOMDIST(3;8;0,015;FALSE)	0,000175244	0,000525732
4	=BINOMDIST(4;8;0,015;FALSE)	3,33586E-06	1,33434E-05
5	=BINOMDIST(5;8;0,015;FALSE)	4,06399E-08	2,032E-07
6	=BINOMDIST(6;8;0,015;FALSE)	3,09441E-10	1,85665E-09
7	=BINOMDIST(7;8;0,015;FALSE)	1,34637E-12	9,4246E-12
8	=BINOMDIST(8;8;0,015;FALSE)	2,56289E-15	2,05031E-14
		Jumlah (ekspektasi)	0,12

Dari hasil di atas dapat dilihat bahwa keandalan yang terjadi jika mesin rusak 0 adalah 0,895150647, jika 1 mesin rusak adalah 0,107953036 , dan seterusnya. Dari hasil diatas juga didapatkan hasil jika ke delapan mesin rusak bersamaan, setiap mesin tetap bisa mendapatkan perawatannya tersendiri.

4.3.7 Perhitungan Biaya Perawatan

Biaya pemeliharaan =(π_1 × T × Biaya kerugian per jam)+ biaya komponen + biaya tenaga kerja

Keterangan : T = jam dalam satu tahun

1. Mesin *Overhead Crane* RW 1

   Biaya Pemeliharaan = (0,01×(363× 8)×87.000)+ biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 2.526.480 + 56.310.000 +1.463.400

   = 60.299.880

2. Mesin *Overhead Crane* RW 2

   Biaya Pemeliharaan =(0,01×(363 × 8)×87.000)+biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 2.526.480 + 8.400.000 + 585.600

   = 11.512.080

3. Mesin *Overhead Crane* RW 3

   Biaya Pemeliharaan = (0,43×(363 × 8)×87.000) + biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 108.638.640 + 19.170.000 + 15.950.000

   = 143.758.640

4. Mesin *Overhead Crane* RW 4

   Biaya Pemeliharaan =(0,02×(363 × 8)×87.000) + biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 5.052.960 + 24.285.000 + 3.233.800

   = 32.571.760

5. Mesin *Overhead Crane* RW 5

   Biaya Pemeliharaan = (0,05×(363 × 8)×87.000) + biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 12.632.400+ 10.890.000 + 2.345.500

   = 25.867.900

6. Mesin *Overhead Crane* RW 6

   Biaya Pemeliharaan =(0,01×(363 × 8)×87.000) + biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 2.526.480 + 1.710.000+ 853.000

   = 5.089.480

7. Mesin *Overhead Crane* RW 7

   Biaya Pemeliharaan =(0,01×(363 × 8)×87.000) + biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 2.526.480 + 270.000+ 114.750

   = 2.911.230

8. Mesin *Overhead Crane* RW 8

   Biaya Pemeliharaan =(0,02×(363 × 8)×87.000) + biaya komponen + biaya tenaga kerja

   = 5.052.960 + 16.175.000+ 675.900

   = 21.903.860

4.4 Analisis Dan Pembahasan

Pada bagian ini memberikan paparan mengenai hasil analisis, serta rekomendasi yang akan diberikan untuk perusahaan. Dalam penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa perbedaan penggunaan metode serta langkah-langkah pengerjaan yang dipengaruhi oleh kondisi lapangan dan keterbatasan yang dimiliki oleh peneliti untuk memberikan hasil akhir. Oleh sebab itu, dilakukan pembahasan terkait hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

4.4.1. Probabilitas *failure* berdasarkan kondisi *steady state*

Dari perhitungan probabilitas *failure* berdasarkan *steady state* dapat dilihat jika rata-rata keandalan(π_0) cukup tinggi sekitar 0,99-0,98. Keandalan (*Reliability*) sendiri adalah suatu ukuran probabilitas yang menyatakan hubungan antara keandalan dengan waktu (t), sehingga keandalan adalah peluang suatu komponen dapat bekerja optimal sampai pada batas waktu t (Dhillon, 2002). Maka dari itu, jika t dari perhitungan hanya 1 hari rata-rata keandalan akan tetap tinggi dan rata-rata kegagalan akan kecil (π_1) yaitu 0,01-0,02. Terkecuali untuk mesin *Overhead Crane* RW 5 yang memiliki probabilitas keandalan 0,95 dan probabilitas kegagalan 0,05 serta mesin *Overhead Crane* RW 3 yang memiliki probabilitas keandalan 0,57 dan probabilitas kegagalan 0,43.

Mesin *Overhead Crane* RW 5 memiliki probabilitas kegagalan 0,05 dikarenakan sering terjadinya reparasi motor *long travel* dan reparasi *line power*. Reparasi motor long travel dilakukan karena *carbon brush* pada motor long travel harus sering diganti ketika akan habis agar tidak merusak rotor dari mesin *Overhead Crane*. Untuk reparasi *line power* sering dilakukan dikarenakan *roll power* sering mengalami keausan.

Mesin *Overhead Crane* RW 3 memiliki probabilitas kegagalan 0,43 dikarenakan lama nya pembuatan komponen, salah satu nya adalah pembuatan *coupling* untuk as *long travel* yang pecah. Mesin *Overhead Crane* RW 3 adalah salah satu mesin yang sudah tua, jadi untuk komponen *coupling*nya perusahaan memproduksi sendiri *coupling* yang cocok dengan mesin.

4.4.2. Probabilitas rata-rata mesin *Overhead Crane* yang mengalami kegagalan secara bersamaan

Dari tabel perhitungan probabilitas rata-rata mesin *Overhead Crane* yang mengalami kegagalan secara bersamaan dapat dilihat jika 8 mesin *Overhead Crane* mengalami kerusakan secara bersamaan keandalan dari mesin tersebut menjadi $2{,}56 \times 10^{-15}$ dan probabilitas dari kegagalan secara bersamaan nya adalah $2{,}05 \times 10^{-14}$. Dari hasil ini dapat diketahui jika semakin banyak mesin rusak keandalan mesin semakin rendah. Dari hasil ini pula dapat diketahui jika probabilitas kegagalan delapan mesin rusak secara bersamaan sangatlah kecil maka dari itu jika kedelapan mesin mengalami kerusakan secara bersamaan, setiap mesin tetap dapat mendapatkan perawatanya tersendiri.

4.4.3. Frekuensi kerusakan mesin dan jadwal interval perawatan

Dari hasil perhitungan dan probabilitas failure berdasarkan *steady state*, didapatkan frekuensi kerusakan mesin dan jadwal interval perawatan untuk masing-masing mesin *Overhead Crane*. Untuk mesin *Overhead Crane* RW 1, 2, 6, dan 7 frekuensi kerusakannya adalah 4 dan jadwal interval perawatannya adalah setiap 91 hari dikarenakan frekuensi kerusakan yang terjadi tidak sering.

Untuk mesin *Overhead Crane* RW 4 dan 8 frekuensi kerusakan adalah 8, maka untuk jadwal interval perawatannya dilakukan setiap 46 hari dikarenakan frekuensi kerusakan yang tidak terlalu sering.

Untuk mesin *Overhead Crane* RW 5 frekuensi kerusakan adalah 18, maka untuk jadwal interval perawatannya adalah setiap 20 hari, dikarenakan frekuensi kerusakan yang cukup sering. Untuk mesin *Overhead Crane* RW 3 frekuensi kerusakannya adalah 156, maka untuk jadwal interval perawatannya adalah setiap 3 hari dikarenakan frekuensi kerusakannya yang sering.

4.4.4. Biaya perawatan

Dengan diketahuinya probabilitas kegagalan tiap mesin dapat dicari biaya perawatan yang paling minimum untuk tiap-tiap mesin. Perawatan yang terendah adalah pada mesin *Overhead Crane* 7 dengan biaya Rp 2.911.230, 00 dan yang paling tertinggi adalah pada mesin *Overhead Crane* 3 Rp 143.758.640, 00.

Untuk mesin *Overhead Crane* RW 1 biaya perawatan masih cukup tinggi sebesar Rp 60.299.880,00 dikarenakan pada mesin *Overhead Crane* RW 1, sempat terjadi penggantian motor dikarenakan motor sudah rusak, serta penggantian *bush* roda *long travel*.

Biaya mesin *Overhead Crane* RW 2, 4, 5 dan 8 masih termasuk normal karena masih dalam rentang 10-35 juta (menurut perusahaan, rentang 10-35 juta untuk biaya perawatan termasuk normal). Pada mesin *Overhead Crane* RW 2 sering terjadi penggantian *coupling* dan satu kali penggantian motor. Untuk *Overhead Crane* RW 4 sering terjadi reparasi motor *long travel* dan penggantian *bush* roda *long travel*. Pada mesin *Overhead Crane* RW 5 juga sering terjadinya reparasi *line power* dengan tindakan pergantian *carbon brush*. Pada mesin *Overhead Crane* RW 8 terjadi reparasi *gear box cross travel*, reparasi hoist dan reparasi roda *cross travel*, reparasi *line power* dan reparasi listrik *hoist*.

Pada mesin *Overhead Crane* 6 dan 7 biaya perawatan tidak terlalu tinggi. Pada mesin *Overhead Crane* RW 6 biaya perawatan hanya Rp 5.089.480, 00 dengan penggantian *wire*

rope dan memodifikasi motor sedangkan pada mesin *Overhead Crane* RW 7 biaya perawatan hanya Rp 2.911.230, 00 dengan penambahan *grease* dan *compound.*

Biaya perawatan terbesar adalah pada mesin *Overhead Crane* RW 3 dengan biaya Rp 143.758.640,00 dikarenakan pada mesin *Overhead Crane* RW 3 sering terjadinya As roda *long travel* yang pecah ,*fillow block* rusak dan *coupling* putus. Untuk *coupling* mesin *Overhead Crane* RW 3 perusahaan memproduksi *coupling* sendiri dikarenakan kondisi mesin yang sudah tua dan jarang ada *coupling* yang cocok untuk mesin tersebut, selain itu dikarenakan mesin yang sering rusak maka biaya teknisi untuk mesin ini cukup tinggi dibandingkan mesin *Overhead Crane* yang lain dan menyebabkan semakin tinnginya biaya perawatan untuk mesin *Overhead Crane* RW 3.

.