

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Berikut adalah teori-teori yang menjelaskan isi dari skripsi ini.

2.1.1 Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal adalah mesin kinetik yang mengubah energi mekanik menjadi energi fluida menggunakan gaya sentrifugal. Motor penggerak akan memutar *impeller* yang terpasang pada poros pompa, sehingga cairan di dalamnya berputar dari eksitasi sudu-sudu dan menciptakan gaya sentrifugal yang menyebabkan keluar dari pusat *impeller* melalui saluran diantara sudu-sudukeluar melalui saluran diantara sudu-sudu dan meninggalkan *impeller* dengan kecepatan tinggi (Mahardika et al., 2020).

Keunggulan pompa sentrifugal dibandingkan dengan pompa perpindahan positif antara lain desain sederhana yang memudahkan perawatan, kapasitas tinggi dan aliran konstan, bobot lebih ringan dan efisien, waktu pengoperasian lebih tenang, dan tidak ada kerugian di sisi transmisi (Efendi, 2022)

2.1.2 Intake Pump

Pompa *Intake* merupakan salah satu *equiptment* penting pada PLTU sebagai *mensupplay* bahan baku air untuk PLTU untuk memproduksi air demin, air domestik dan air servis, bahan baku air tersebut didapatkan dari sungai Enim yang di pompa kan ke PLTU melalui saluran pompa *intake*, oleh karena itu pompa *intake* sangat lah penting untuk kelancaran produksi listrik di PLTU.

Air demin berasal dari bahan baku air sungai yang di pompa motor *intake* sebagai fungsi untuk memproduksi *steam* di boiler kemudian untuk menggerakan turbin dan generator agar menghasilkan energi listrik.

Pompa *Intake* yang terdapat di PT. BEST Unit PLTU Tanjung Enim 3x10 MW ialah jenis Pompa Sentrifugal *Vertical Multistage* bertipe 150KWPFB200-80. Gaya sentrifugal ialah sebuah gaya yang timbul akibat adanya Gerakan sebuah benda atau partikel melalui lintasan lengkung (melingkar). Pompa sentrifugal merupakan pompa kerja dinamis yang paling banyak digunakan karena mempunyai bentuk yang sederhana dan harga yang murah.



Gambar 2. 1 Pompa *Intake*

2.1.3 Spesifikasi *Intake Pump*

Adapun spesifikasi *intake pump* adalah sebagai berikut:

1. Spesifikasi *Intake Pump*



Spesifikasi Pompa :

<i>Model</i>	: 150KWFB200-80
<i>Speed</i>	: 2950 Rpm
<i>Capacity</i>	: 200 m ³ /h
<i>Rated Head</i>	: 80 M
<i>Dis. Caliber</i>	: 150 mm
<i>Enviroment Temp</i>	: 40 Deg ^c
<i>Weight</i>	: 1050 Kg

Gambar 2. 2 Speksifikasi pompa *intake* PLTU TE 3x10 MW (PT. BEST, 2021)

2. Spesifikasi Motor *Intake*

Adapun spesifikasi motor *intake* adalah sebagai berikut:



Spesifikasi Motor	
<i>Type</i>	YE2-315S-2
<i>Voltage</i>	380 V
<i>Rotation</i>	2975 Rpm
<i>Current</i>	197 A
<i>Power</i>	110 Kw
<i>Massa</i>	752 Kg
B. DE	6317
B. NDE	7317+6317

Gambar 2. 3 Speksifikasi motor *intake* PLTU TE 3x10 MW
(PT. BEST, 2022)

2.1.4 Komponen – komponen *Intake Pump*

Komponen – komponen utama dari *Intake pump* terdiri dari sebagai berikut.

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah komponen penggerak utama yang berfungsi menggerakkan pompa *intake pump*. Sistem kerja dari motor listrik ialah mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, dimana energi mekanik tersebut digunakan untuk memutar *impeller* yang ada didalam pompa.



Gambar 2. 4 Motor Listrik
(PT. BEST, 2021)

2. *Housing* (rumah pompa)

Housing adalah rumah pompa tempat menampung cairan yang keluar dari *impeller* untuk diteruskan ke bagian *discharge*. *Housing* merupakan bagian terluar dari rumah pompa yang berfungsi sebagai pelindung untuk semua elemen yang berputar, sebagai tempat duduk *diffuser guide vane*, tempat *in-let* dan *out-let* serta tempat mengarahkan aliran dari *impeller* dan mengubah energi kecepatan menjadi energi dinamis.



Gambar 2. 5 *Casing*
(PT. BEST, 2021)

3. *Impeller*

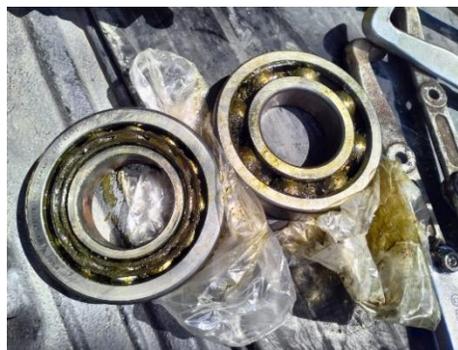
Impeller adalah bagian yang berputar berfungsi mengubah energi mekanik dari pompa menjadi energi kecepatan dalam cairan yang di pompakan secara kontinyu. sehingga cairan pada sisi hisap akan terus mengisi kekosongan yang tercipta akibat perpindahan cairan sebelumnya.



Gambar 2. 6 *Impeller*

4. *Bearing*

Bantalan berfungsi untuk menumpu atau menahan beban pada poros sehingga dapat berputar. Bearing juga berfungsi untuk menghaluskan putaran poros dan menahan poros agar tetap pada tempatnya, sehingga kerugian gesek dapat diperkecil.



Gambar 2. 7 *Bearing*

5. *Shaft / Poros*

Poros atau *shaft* berfungsi sebagai meneruskan putaran dari motor penggerak ke *impeller* dan sebagai kedudukan *impeller* dan komponen-komponen yang berputar. Poros harus terbuat dari bahan yang kuat untuk menahan beban puntir, getaran dan gesekan. Bagian ini adalah bagian *impeller* dan pompa yang berputar, yang tugasnya menjaga agar penggerak tetap berputar selama pompa bekerja.



Gambar 2. 8 *Shaft/Poros*

6. *Auxiliary Impeller*

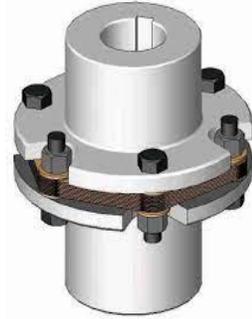
Auxiliary Impeller merupakan suatu komponen pompa yang berfungsi sebagai tempat mengaturnya tekanan *impeller* pada saat unit beroperasi.



Gambar 2. 9 *Auxiliary Impeller*

7. *Coupling*

Coupling adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan dua poros di setiap ujungnya untuk mengirimkan tenaga mekanik. *Coupling* berfungsi untuk menghubungkan dua poros, salah satunya adalah poros penggerak dan yang lainnya adalah poros yang digerakkan. *Coupling* digunakan pada pompa bergantung pada desain sistem dan pompa itu sendiri.



Gambar 2. 10 *Coupling*
(PT. BEST, 2021)

8. *Guide Vane*

Guide Vane merupakan bagian luar dari *impeller* atau sering disebut dengan rumah dari *impeller* yang berfungsi untuk menjaga tekanan pada *impeller* saat beroperasi.



Gambar 2. 11 *Guide Vane*

9. *Pressure Gauge*

Pressure Gauge adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat tekanan air yang masuk atau membantu dalam pembacaan tekanan secara digital untuk melihat tekanan pada saat pengisian air ke *raw water*.



Gambar 2.12 *Pressure Gauge*

10. *Outlet Check Valve*

Outlet Check Valve adalah sebuah perangkat yang terpasang pada sistem perpipaan yang berfungsi untuk mengatur, mengontrol dan mengarahkan laju aliran fluida dengan cara membuka, menutup atau menutup sebagian aliran fluida atau berfungsi untuk mencegah aliran balik air dari hisapan air sungai.



Gambar 2. 12 *Outlet Check Valve*

11. *Vent*

Vent adalah suatu alat yang berada di *cover pump* yang berfungsi sebagai alat pembuangan gas, udara atau uap air. *Vent* pada *cover pump intake* berfungsi sebagai tempat *drain* air pada saat proses pemeliharaan atau perbaikan pada pompa.



Gambar 2. 13 *Vent*
(PT. BEST, 2022)

2.1.5 Prinsip Kerja *Intake Pump*

Prinsip kerja dari pompa *intake* sendiri dimulai pada saat fluida di hisap pompa melalui sisi hisap adalah akibat berputarnya *impeller* yang menghasilkan tekanan vakum pada sisi hisap. Selanjutnya fluida yang telah terhisap terlempar keluar *impeller* akibat gaya sentrifugal yang dimiliki oleh fluida itu sendiri. Dan selanjutnya ditampung oleh *casing* (rumah pompa) sebelum dikeluarkan kesisi tekan (*discharge*). Dalam hal ini ditinjau dari perubahan energi yang terjadi, yaitu: energi mekanis poros pompa diteruskan ke sudu-sudu *impeller*, kemudian sudu tersebut memberikan gaya kinetik pada fluida. Akibat gaya sentrifugal yang besar, fluida terlempar keluar mengisi rumah pompa dan didalam rumah pompa inilah energi kinetik fluida sebagian besar diubah menjadi energi tekan. Aliran zat cair yang keluar dari *impeller* akan tegak lurus poros pompa (arah radial). Atau dengan kata lain “Arah fluida masuk kedalam pompa dalam arah aksial dan keluar pompa dalam arah radial.

2.1.6 Perawatan (*Maintenance*)

Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan fasilitas atau peralatan pabrik dan melakukan perbaikan, penyesuaian, dan penggantian yang diperlukan untuk membawa produksi ke kondisi operasi memuaskan yang direncanakan yang

memungkinkan peralatan tersebut digunakan dalam proses produksi atau memenuhi tenggat waktu yang direncanakan sebelumnya (Mentari et al., 2017).

2.1.7 Jenis - jenis Perawatan

1. *Planned Maintenance*

Merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan berdasarkan SOP (standar operasional prosedur) yang sudah ditentukan perusahaan. Perawatan terencana dibagi menjadi dua jenis, yaitu :

1) Perawatan Pencegahan (*Preventive*)

Merupakan operasi pemeliharaan dan pelayanan dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan kerusakan fasilitas produksi saat digunakan dalam proses produksi (Mentari et al, 2017).

Preventive Maintenance sangat penting karena digunakan dengan sangat efektif ketika berhadapan dengan fasilitas produksi yang termasuk dalam kelompok "item kritis". Suatu pabrik atau peralatan produksi diklasifikasikan sebagai unit kritis jika:

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut mengancam kesehatan atau keselamatan para pekerja.
- b. Kerusakan peralatan mempengaruhi kualitas produk yang diproduksi.
- c. Kerusakan pada fasilitas ini menciptakan kemacetan di seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanamkan pada peralatan atau harga peralatan ini cukup besar atau mahal.

Dalam praktiknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas:

- a. *Routine Maintenance*
- b. *Periodic Maintenance*
- c. *Emergency Maintenance*
- d. *Predictive Maintenance*
- e. *Overhaul Maintenance*

- f. *Productive Maintenance*
- g. *Total Productive Maintenance*

2. *Unplanned Maintenance* (Perawatan tidak terencana)

Merupakan Pemeliharaan yang dilakukan sesuai dengan indikasi atau petunjuk bahwa dengan adanya suatu proses produksi beroperasi secara tidak terduga menghasilkan hasil yang tidak sesuai dan dapat mengganggu proses produksi. Contoh pemeliharaan tidak terjadwal adalah *Corrective* atau *Breakdown Maintenance*, yaitu perawatan dan pemeliharaan yang dilakukan setelah suatu area atau peralatan mengalami kerusakan atau kelainan yang mencegahnya berfungsi dengan baik. Operasi pemeliharaan korektif juga disebut operasi perbaikan atau perbaikan.

2.1.8 Keandalan (Reliability)

Reliability diartikan sebagai peluang dimana komponen berfungsi dalam waktu yang telah ditentukan. Ukuran keterangan yang paling sering dilakukan adalah tingkat kegagalan produk (*product failure rate*) dan jumlah kegagalan unit per waktu. Perusahaan yang memproduksi peralatan berteknologi sering menyediakan data tingkat kegagalan produk (Ahmad, 2022). Berikut merupakan perhitungan keandalan dalam setiap distribusi:

1. Distribusi Weibull

$$R(T) = e - \left(\frac{T}{\eta}\right) \beta \quad \text{(Pers 2.1)}$$

(Saputra, 2011)

2. Distribusi Eksponensial

$$R(T) = e^{-\lambda r} \quad \text{(Pers 2.2)}$$

(Saputra, 2011)

3. Distribusi Normal

$$R(T) = 1 - \phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \text{(Pers 2.3)}$$

(Saputra, 2011)

4. Distribusi Lognormal

$$R(T) = 1 - \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

(Pers 2.4)

(Saputra, 2011)

Keterangan:

 $R(T)$ = Keandalan (Reliability) e = Bilangan Eurl (2,718) T = Total waktu operasi η = Parameter Skala β = Parameter Bentuk λ = Laju Kerusakan r = Jumlah Kerusakan σ = Standar deviasi μ = Rata-rata s = Parameter Bentuk t_{med} = *Location* Parameter

1.1.9 Kerusakan

1. Definisi Kerusakan

Kerusakan adalah keadaan sistem yang menyimpang dari persyaratan yang telah ditentukan sebelumnya agar sistem dapat menjalankan fungsinya dengan sempurna. (Ahmad, 2022).

2. Distribusi Kerusakan

- a. Distribusi Normal
- b. Distribusi Eksponensial
- c. Distribusi Weibull

1.1.10 Mesin Kritis

Mesin kritis adalah kondisi suatu komponen mesin yang berpotensi mengalami kerusakan yang berpengaruh pada keandalan operasional unit (Taufik & Septyani, 2015).

Program perawatan peralatan dan mesin harus dilaksanakan sesuai rencana. Pada saat yang sama, juga dipahami bahwa tidak mungkin membuat program di pabrik yang merencanakan sistem perawatan untuk semua mesin atau tidak mungkin mengatasi semua kerusakan. Namun dengan mode ini setidaknya dapat mengurangi atau mengatasi permasalahan yang ada. Tujuan utama dari perencanaan pemeliharaan *preventive* adalah untuk memberikan perhatian serius pada mesin kritis dan rakitan atau komponen penting dari mesin tersebut. Suatu mesin dapat digolongkan sebagai mesin kritis jika memiliki tingkat kegagalan dan *downtime* yang paling tinggi dibandingkan dengan mesin lainnya. Sedangkan suatu perangkat dapat digolongkan kritis apabila:

1. Kerusakan pada perangkat dapat membahayakan kesehatan atau keselamatan pengguna.
2. Kerusakan alat dapat mempengaruhi kualitas produk.
3. Kerusakan pada perangkat dapat menyebabkan blok produksi. . Biaya investasi pertama sangat mahal.

1.1.11 Mean Time To Failure (MTTF)

Mean Time To Failure (MTTF) merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan dari sebuah sistem atau komponen. MTTF adalah jumlah total jam operasional seluruh peralatan dibagi dengan jumlah peralatan (Taufik & Septyani, 2015). Berikut merupakan perhitungan MTTF dalam setiap distribusi:

1. Distribusi Normal

$$MTTF = \mu$$

(Pers 2.5)
(Saputra, 2011)

2. Distribusi Eksponensial

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

(Pers 2.6)

(Saputra, 2011)

3. Distribusi Weibull

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

(Pers 2.7)

(Saputra, 2011)

4. Distribusi Lognormal

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

(Pers 2.8)

(Saputra, 2011)

Keterangan :

 η = Parameter Skala β = Parameter Bentuk λ = Laju Kerusakan μ = Rata-rata Γ = Nilai Γ menunjukkan fungsi gamma yang nilainya didapatkan dari tabel fungsi s = Parameter Bentuk t_{med} = *Location* Parameter**1.1.12 Mean Time To Repair (MTTR)**

Mean Time To Repair (MTTR) merupakan rata-rata fungsi probabilitas waktu perbaikan dari distribusi data waktu perbaikan yang diketahui. (Taufik & Septyani, 2015). Berikut merupakan perhitungan MTTR dalam setiap distribusi:

1. Distribusi Normal

$$MTTR = \mu$$

(Pers 2.8)

(Saputra, 2011)

2. Distribusi Eksponensial

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

(Pers 2.9)

(Saputra, 2011)

3. Distribusi Weibull

$$MTTR = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

(Pers 2.10)

(Saputra, 2011)

4. Distribusi Lognormal

$$MTTF = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

(Pers 2.11)

(Saputra, 2011)

Keterangan :

 η = Parameter Skala β = Parameter Bentuk λ = Laju Kerusakan μ = Rata-rata Γ = Nilai Γ menunjukkan fungsi gamma yang nilainya didapatkan dari tabel fungsi s = Parameter Bentuk t_{med} = *Location* Parameter**1.1.13 Mean Downtime (MDT)**

Mean Downtime (MDT) merupakan nilai rata-rata waktu henti dari sebuah system atau komponen. Berikut merupakan perhitungan dari MDT dalam setiap distribusi:

1. Distribusi Normal

$$MDT = \mu$$

(Pers 2.12)

(Saputra, 2011)

2. Distribusi Eksponensial

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

(Pers 2.13)

(Saputra, 2011)

3. Distribusi Weibull

$$MDT = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

(Pers 2.14)

(Saputra, 2011)

4. Distribusi Lognormal

$$MDT = t_{med} \cdot e^{\frac{s^2}{2}}$$

(Pers 2.15)

(Saputra, 2011)

1.1.14 Manajemen Resiko

Manajemen resiko adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen dalam manajemen resiko, terutama yang berkaitan dengan resiko organisasi/bisnis, keluarga dan masyarakat. Manajemen resiko dengan demikian mencakup perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, koordinasi dan pengendalian program manajemen resiko. Manajemen resiko didefinisikan sebagai metode yang logis dan sistematis untuk mengidentifikasi, mengukur, menentukan sikap, menemukan solusi, serta memantau dan melaporkan resiko dalam setiap aktivitas atau proses. (Maralis & Triyono, 2012). Adapun untuk tujuan dari manajemen resiko sendiri ialah:

1. Tujuan sebelum terjadinya *peril*

Tujuan yang ingin dicapai yang menyangkut hal-hal sebelum terjadinya *peril* ada beberapa macam, antara lain:

- a. Hal-hal yang bersifat ekonomis
- b. Hal-hal yang bersifat nonekonomis
- c. Tindakan penanggulangan resiko dilakukan untuk memenuhi kewajiban yang berasal dari pihak ketiga/pihak luar perusahaan.

2. Tujuan setelah terjadinya *peril*

Pada pokoknya mencakup upaya untuk penyelamatan operasi perusahaan setelah terkena *peril*, yang dapat berupa:

- a. Menyelamatkan operasi perusahaan

- b. mencari upaya-upaya agar oprasi perusahaan tetap berlanjut sesudah perusahaan terkena *peril*.
- c. Mengupayakan agar pendapatan perusahaan tetap mengalir, meskipun tidak sepenuhnya.
- d. Mengusahakan tetap berlanjutnya pengembangan usaha bagi perusahaan yang sedang melakukan pengembangan usaha.
- e. Berupaya tetap dapat melakukan tanggung jawab sosial dari perusahaan.

2.1.14 Risk Based Maintenance (RBM)

Kerangka kerja RBM terdiri dari penilaian resiko dan perencanaan perawatan berbasis resiko (Maharani et al., 2022). Penilaian resiko biasanya dilakukan dengan membandingkan resiko yang dihitung oleh entitas dengan suatu standar (kriteria penerimaan). Jika resiko yang diperhitungkan melebihi kriteria penerimaan, resiko harus dikurangi melalui perencanaan pemeliharaan yang efektif. Oleh karena itu, pertimbangan resiko sebagai kriteria pemilihan kebijakan pemeliharaan sangat penting. Tujuan utama dari metodologi ini adalah untuk mengurangi keseluruhan resiko yang mungkin terjadi sebagai akibat dari kegagalan tak terduga dari sebuah pabrik yang beroperasi. Prioritas inspeksi dan perawatan didasarkan pada resiko kegagalan komponen, sehingga resiko keseluruhan dapat diminimalkan melalui perawatan berbasis resiko. Komponen berisiko tinggi diperiksa dan dipelihara lebih sering, lebih ketat, dan lebih baik untuk memenuhi kriteria resiko yang dapat diterima. (Maharani et al., 2022).

Risk Based Maintenance merupakan metode untuk mengurangi resiko kegagalan atau kerusakan komponen yang tiba-tiba atau tidak terduga dan mencapai layanan atau pemeliharaan yang optimal. Perhitungan resiko menggunakan metode RBM yaitu menentukan risiko perusahaan jika terjadi kegagalan pompa dan komponen kritis. (Agnaputri et al., 2020).

Risk Based Maintenance (RBM) adalah metode kuantitatif berdasarkan

pendekatan reliabilitas dan integrasi berdasarkan strategi risiko, yang bertujuan untuk mengoptimalkan pemeliharaan, dimana metode RBM harus melalui beberapa tahapan yang terbagi menjadi tiga yaitu *risk estimation*, *risk evaluation* dan *maintenance planning* (Aluna et al., 2018)

1. Perkiraan Resiko (*Risk Estimation*)

Pada Risk Estimation ini terdiri dari empat tahap yaitu *Failure Scenario Development*, *Consequence Assesment*, *Probabilistic Failure Analysis* dan *Risk Estimation* untuk penjelasan dari empat tahap diatas bisa dilihat dibawah ini :

a. *Failure Scenario Development*

Scenario adalah deskripsi urutan kejadian yang dapat menyebabkan kegagalan sistem. Itu bisa melibatkan satu peristiwa atau kombinasi dari peristiwa yang berurutan. Kegagalan sistem biasanya terjadi sebagai akibat dari beberapa kejadian yang saling berinteraksi. Mengharapkan sebuah skenario tidak berarti itu akan terjadi, tetapi ada kemungkinan yang masuk akal bahwa itu akan terjadi. Skenario kegagalan adalah dasar dari studi risiko yang memberitahu kita apa yang bisa terjadi sehingga kita dapat menyusun cara dan sarana untuk mencegah atau memperkecil kemungkinan terjadinya. Skenario tersebut dihasilkan berdasarkan karakteristik operasional sistem, kondisi fisik di mana operasi terjadi (Khan & Haddara, 2003).

b. *Consequence Assesment*

Tujuan *Consequence assesment* adalah memprioritaskan peralatan dan komponennya berdasarkan kontribusinya terhadap kegagalan sistem. Misalnya, dalam kasus penahanan tekanan, kebocoran lubang jarum pada jalur proses mungkin tidak menyebabkan hilangnya produksi secara total. Ini berbeda dengan kegagalan katup pipa yang dapat menyebabkan pemutusan saluran. Analisis konsekuensi melibatkan penilaian konsekuensi yang mungkin terjadi jika skenario kegagalan terwujud (Khan & Haddara, 2003).

system performance loss adalah kerugian untuk performansi sistem yang diakibatkan kegagalan dari sistem atau bagian dari sistem.

Berikut merupakan rumus perhitungan SPL:

$$SPL = (MDT \times LOR) + (MTTR \times EC) + MC + HK \quad \text{(Pers 2.16)} \\ \text{(Maharani et al, 2022)}$$

Keterangan:

SPL = *System Perfomace Loss*

MDT = Waktu *down time*

LOR = Kerugian produksi

MTTR = Waktu perbaikan

EC = Biaya *engineer*

MC = Biaya Material

HK = Harga Komponen

Tingkat kerugian (Rp/waktu) tergantung pada kepentingan unit untuk sistem produksi

Tabel 2. 1 *Consequence Assesment*
(Tulloh et al, 2019)

Nilai Parameter <i>Consequence</i>	Keterangan
1	<i>Catastropic</i> (Bahaya)
2	<i>Severe</i> (Kritis)
3	<i>Major</i> (Besar)
4	<i>Moderate</i> (Sedang)
5	<i>Minor</i> (Kecil)
6	<i>Incidental</i> (Sangat Kecil)

c. *Probabilistic Failure Analysis*

Fungsi dari *Probabilistic Failure Analysis* (Probabilitas laju kerusakan) untuk mengetahui peluang terjadinya kerusakan pada suatu sistem atau komponen.

d. *Risk Estimation*

Hasil dari *consequence* dan *probabilistic failure analysis* kemudian digunakan untuk memperkirakan resiko yang mungkin terjadi akibat kegagalan suatu unit.

2. Evaluasi Resiko (*Risk Evaluation*)

Evaluasi resiko dimana terdiri dari risiko yang tidak diharapkan dan analisis penerimaan (*analysis risk acceptance*). Pada penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu:

- a. Menyusun kriteria penyimpanan sesuai ruang lingkup kajian, tingkat kekritisan dalam perusahaan. Kriteria penerimaan dirumuskan menurut sifat dan jenis sistem, karena setiap kerusakan memiliki tingkat kerusakan yang berbeda.
- b. Membandingkan resiko dengan kriteria penerimaan pada *item* atau komponen dengan nilai resiko lebih tinggi dari kriteria penerimaan memerlukan analisis lebih lanjut untuk mengurangi resiko tersebut.

3. Perencanaan Perawatan (*Maintenance Planning*)

Perencanaan pengobatan dapat dilihat dari faktor resiko. Dalam penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu;

- a. Mengestimasi dan mengoptimasi durasi *maintenance* berdasarkan probabilitas kerusakan dan nilai resiko dari kegagalan.
- b. Perkiraan dan evaluasi resiko ulang yang bertujuan untuk memverifikasi apakah *maintenance planning* yang dibangun menghasilkan level total resiko yang diterima oleh sistem.

2.1.15 Interval Waktu Perawatan

Perencanaan pemeliharaan adalah kegiatan pengelolaan *maintenance* yang dilakukan mempersiapkan rencana pemeliharaan (Yunus et al, 2019). Perencanaan perawatan atau pemeliharaan yang dilakukan dengan melakukan perhitungan interval waktu perawatan pada *intake pump*. Penentuan interval perawatan optimal yaitu salah satu langkah dalam menurunkan tingkat resiko sehingga berada pada kriteria penerimaan resiko perusahaan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu optimasi interval perawatan usulan dengan memperhitungkan biaya *preventive maintenance* dari *equipment* yang digunakan dan biaya resiko yang ditinjau dari *system performance loss* (Aluna et al, 2018). Tujuan interval waktu perawatan ini

adalah untuk mengetahui kapan dan berapa lama jangka waktu seharusnya perawatan dilakukan terhadap mesin tertentu dari satu perawatan ke perawatan berikutnya. Hasil dari perhitungan ini dapat digunakan sebagai acuan waktu untuk pelaksanaan *preventive maintenance*.

Berikut merupakan rumus perhitungan interval perawatan usulan:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Total Resiko}}{\text{Kapasitas produksi pertahun}} \quad (\text{Pers 2.17})$$

(Aluna et al, 2018)

$$\text{Total Biaya Perawatan} = (\text{Biaya alat dan bahan} + \text{Biaya Teknisi}) \times \text{Jumlah usulan Perawatan}$$

(Pers 2.18)
(Astuti et al, 2015)

2.2 Kajian Pustaka

Untuk melakukan sebuah penelitian dan pengamatan ilmiah diperlukan beberapa refrensi dan sumber bacaan yang berkaitan dengan judul yang nantinya akan dibahas. Judul yang akan penulis bahas adalah “ Analisa Perawatan *Intake Pump* Dengan Menggunakan Metode *Risk Based Maintenance* (RBM) di PT. Bukit Energi Servis Terpadu (BEST)”. Dibawah ini adalah beberapa refrensi yang berkaitan.

(Astuti et al) pada tahun 2015 melakukan penelitian mengenai Optimalisasi Interval Waktu Perawatan Mesin Rotari Strok Dengan Menggunakan Metode *Risk Based Maintenance* (RBM) Di PT Kharisma Printex Bandung. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Perhitungan konsekuensi dan risiko yang ditimbulkan akibat kerusakan *maintainable item* mesin Rotari STORK dilakukan menggunakan metode *Risk-Based Maintenance* (RBM). Perhitungan optimasi interval waktu perawatan mesin Rotari STORK menggunakan kriteria minimasi biaya perawatan dan risiko. Interval waktu perawatan optimal merupakan interval waktu yang menghasilkan total biaya perawatan dan risiko yang minimum serta nilai reliabilitas yang tinggi dan dapat meminimasi downtime. Berdasarkan parameter tersebut, maka alternative perawatan terbaik adalah alternatif usulan II.

(Aluna et al) pada tahun 2018 melakukan penelitian mengenai Analisis Perawatan Mesin Filling R125 Menggunakan Metode *Risk Based Maintenance*

(RBM) pada *Plant Large Volume Parenteral (LVP)*. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan RBM diperoleh nilai konsekuensi dan risiko dari komponen kritis yaitu *tube tong*, bag transfer dan film transport pada perawatan eksisting sebesar Rp 2,462,150,809 atau sebesar 2.80% dari kapasitas produksi selama 1 tahun. Angka tersebut melewati batas kategori penerimaan risiko yang ditetapkan perusahaan yaitu 2%. Perancangan interval perawatan usulan dengan mempertimbangkan total risiko dan biaya perawatan *preventive* yang ditinjau dari *equipment* yang digunakan dalam melakukan perbaikan yaitu sebesar Rp 1,718,125,370 atau sebesar 1.95%. Angka tersebut berada di bawah dari batas kategori penerimaan risiko yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu 2%. Interval perawatan eksisting dilakukan *preventive maintenance* setiap 720 jam atau 13 kali dalam setahun sedangkan interval perawatan usulan dilakukan *preventive maintenance* setiap 360 jam selama waktu operasi atau 24 kali dalam setahun.

(Aviva et al) pada tahun 2019 melakukan penelitian mengenai Usulan Interval *Preventive Maintenance* dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* dan FMECA. Dari hasil ini menunjukkan bahwa didapatkan kebijakan *preventive maintenance* yang baru untuk komponen kritis mesin CNC Milling A yaitu dua *scheduled on-condition*, dua *scheduled restoration*, dan tiga *scheduled discard task*. Untuk *scheduled on-condition*, prinsipnya tindakan perawatan dilakukan dengan melihat tanda-tanda kerusakan pada komponen dan dilakukan pada interval setengah P (*Probability*) –F (*Failure*) interval. Sedangkan untuk *scheduled restoration*, kegiatan perawatan dilakukan sesuai jadwal tertentu sebelum batas usia komponen habis. Untuk *scheduled discard task*, kegiatan perawatan mesin dilakukan dengan cara mengganti suku cadang atau komponen tertentu dari suatu sistem sebelum batas usianya tanpa memperhatikan kondisi komponen tersebut, jadi tetap diganti sesuai estimasi umur pakai, walau komponen tersebut belum rusak parah. Dengan usulan interval pemeliharaan yang berbeda sesuai dengan jenis kegagalan yang terjadi diharapkan kehandalan dari mesin dapat terjaga dan meminimasi *breakdown* mesin secara mendadak.

(Agnaputri et al) pada tahun 2019 melakukan penelitian mengenai usulan kebijakan pemeliharaan dan umur ekonomis untuk pompa penyerap larutan CO menggunakan metode *risk based maintenance* (RBM) dan *remaining life assessment*. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai risiko kegagalan atau *risk of failure* yang disebabkan karena ketidakandalan pada pompa penyerap larutan CO yang disebabkan karena kegagalan pada ketiga komponen kritis, dalam periode satu tahun atau 2284 jam dengan menggunakan metode *risk based maintenance*, risiko yang harus ditanggung perusahaan adalah sebesar Rp. 440.451.691 atau dalam bentuk persen sebesar 2%.

(Tulloah R et al) pada tahun 2019 melakukan penelitian mengenai usulan perawatan *buoy tsunami* dengan menggunakan metode *risk based maintenance*. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komponen *buoy tsunami* dengan nilai risiko tertinggi terdapat 3 komponen yaitu *polypropylene*, *sinker* dan *releaser*. Komponen *buoy tsunami* dengan nilai risiko terendah terdapat 1 komponen yaitu *floaters* pada *mooring line*.

(Giffari et al) pada tahun 2020 melakukan studi kasus mengenai perancangan aktivitas perawatan pada *convenyor* system batu bara dengan metode *risk based maintenance* dan *reliability centered maintenance* II. Dari hasil studi kasus ini menunjukkan bahwa 3 dari 10 komponen dalam *conveyor system* memiliki tingkat risiko melebihi *acceptance criteria* (5%) yaitu komponen *belt* dengan nilai risiko 6%, motor dengan nilai risiko 6%, dan *pulley* dengan nilai risiko 30%. Ketiga komponen tersebut mengindikasikan adanya kelebihan biaya pada kegiatan perawatan existing sehingga perlu di evaluasi.

(Maharani et al) pada tahun 2022 melakukan penelitian mengenai Analisa biaya perawatan sistem *pneumatic* dengan menggunakan metode *risk based maintenance* dan *cost of unereliability*. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa komponen pipa merupakan komponen yang menyumbang sistem *performance loss* paling besar diantara sub sistem dalam peralatan *pneumatic*. *Loss* yang terjadi berdampak pada tingginya risiko yang dialami pada subsistem pipa. Secara keseluruhan

konsekuensi dan resiko yang dihasilkan oleh sistem *pneumatic* adalah sebesar Rp 2,416,875,500,783. Biaya *unreliability* sistem *pneumatic* terhadap kegagalan yang terjadi menunjukkan nilai *downtime* lebih besar daripada nilai *corrective*. Nilai ini menunjukkan sistem yang berjalan masih belum efektif sehingga perlu dilakukan sistem *maintenance* yang lebih terencana. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada model *maintenance* masing-masing subsistem dengan menggunakan *Reliability Centered Maintenance* untuk menentukan jenis perawatan sesuai dengan karakteristik setiap komponen.

(Hartanto et al) pada tahun 2023 melakukan penelitian mengenai Optimalisasi Perencanaan Perawatan Mesin *Mixer Farfly* Dengan Pendekatan *Risk-Based Maintenance*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan metode *risk-based maintenance*, dilakukan analisis terhadap skenario kerusakan pada mesin *mixer farfly* dan ditemukan bahwa risiko akibat kerusakan mencapai Rp 10.459.765 per bulan, atau 0.73% yang melebihi kriteria penerimaan perusahaan sebesar 0.60%. Hasil ini menunjukkan bahwa terdapat risiko yang signifikan yang dapat menyebabkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perubahan dalam perencanaan perawatan mesin. Usulan perencanaan perawatan yang diberikan adalah mengubah interval penggantian komponen pada mesin *mixer farfly*. Spesifiknya, disarankan untuk mengganti komponen coil hidrolis setiap 26 hari dan selang hidrolis setiap 28 hari. Perubahan ini diharapkan dapat mengurangi risiko kegagalan dan kerusakan pada mesin. Setelah dilakukan perbaikan pada interval penggantian komponen, dilakukan evaluasi ulang terhadap risiko yang terkait. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan perbaikan interval tersebut, nilai risiko baru yang dapat diterima adalah sebesar Rp 6.682.943 atau 0.46%, yang lebih rendah dari kriteria penerimaan perusahaan sebesar 0.60%. Hal ini menunjukkan bahwa usulan perencanaan perawatan tersebut efektif dalam mengurangi risiko dan memenuhi target kriteria penerimaan perusahaan.