

**BAB IV  
HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Data dan Hasil Penelitian**

**4.1.1. Spesifikasi Mesin *Chiller***

Tabel 4.1. Spesifikasi Mesin *Chiller*

No	Spesifikasi Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Unit	Suplai Area
1.	<b>Lantai 8 (roof top)</b> Type : Air Cooled Screw Chiller Partial Heat Recovery Model : MCS.1 SP2 Capacity : 149 TR Freon : R22 Cooling Capacity : 525 kW/149TR Heating Capacity : 131 kW/ 37,26 TR Merk : McQuay	1 Unit	<i>Chiller</i>	Seluruh ruangan lantai 1 – 7

No	Spesifikasi Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Unit	Suplai Area
2	<b>Lantai 8 (roof top)</b> Type : Air Cooled Screw Chiller Partial Heat Recovery Model : MCS.1 SP2 Capacity : 149 TR Freon : R407C Cooling Capacity : 525 kW/149TR Heating Capacity : 131 kW/ 37,26 TR Merk : McQuay	1 Unit	<i>Chiller</i>	Seluruh ruangan lantai 1 – 7

#### 4.1.2. Spesifikasi Mesin AHU dan FCU

Tabel 4.2. Spesifikasi Mesin AHU dan FCU

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
1.	<b>Lantai 1</b> Model IU : DMAHU 1019 Capacity : 367,577 btuh (29,5 TR) Air Flow : 11,801 cfm Merk : McQuay	1 Unit	AHU	Kamar Operasi, ICU, First Aid Room

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
	<b>Lantai 1</b> Model IU : MCW 600C Capacity : 21,019 btuh (1,5 TR) Air Flow : 612 cfm Merk : McQuay	2 Unit	FCU	Kamar Operasi
	<b>Lantai 1</b> Model IU : MCW 400C Capacity : 14,979 btuh (1,1 TR) Air Flow : 447 cfm Merk : McQuay	2 Unit	FCU	Kamar Operasi
2.	<b>Lantai 2</b> Model IU : DMAHU 1013 Capacity : 259,386 btuh (21 TR) Air Flow : 8,199 cfm Merk : McQuay	3 Unit	AHU	Instalasi Rawat Jalan (Poliklinik)

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
	<b>Lantai 2</b> Model IU : e-AHU 2800 Capacity : 199,659 btuh (15,5TR) Air Flow :6,2081 cfm Merk : McQuay	3 Unit	AHU	Instalasi Rawat Jalan (Poliklinik)
3	<b>Lantai 3</b> Model IU : DMAHU 1013 Capacity : 259.386 btuh (21 TR) Air flow 8.199 cfm Merk : McQuay	2 Unit	AHU	Rehab Medik
	<b>Lantai 3</b> Model IU : e-AHU 2800 Capacity : 199.659 btuh (15,5 TR) Air flow : 6.208 cfm Merk : McQuay	1 Unit	AHU	Laboratorium

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
	<b>Lantai 3</b> Model IU : e-AHU 2300 Capacity : 139.249 btuh (10 TR) Air flow : 4.047 cfm	1 Unit	AHU	Laboratorium Patologi Klinik
	<b>Lantai 3</b> Model IU : e-AHU 1400 Capacity: 89.078 btuh (6,8 TR) Air flow : 2.691 cfm	1 Unit	AHU	Laboratorium Mikrobiologi
	<b>Lantai 3</b> Model IU : MDB 050 BW Capacity: 51.100 btuh (3,4 TR) Air flow : 1.500 cfm	1 Unit	FCU	Rehab Medik

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
	<b>Lantai 3</b> Model IU : MCW 800C Capacity: 26.649 btuh (2,1 TR) Air flow : 835 cfm	1 Unit	FCU	Ruang Pendidikan
4	<b>Lantai 4</b> Model IU : DMAHU 1013 Capacity : 259.386 btuh (21 TR) Air flow : 8.199 cfm	1 Unit	AHU	Instalasi Farmasi
	<b>Lantai 4</b> Model IU : e-AHU 2300 Capacity : 139.249 btuh (10 TR) Air flow : 4.047 cfm	1 Unit	AHU	Instalasi Pemeliharaan Sarana
	<b>Lantai 4</b> Model IU : e-AHU 1400 Capacity : 71.672 btuh (4,4 TR) Air flow : 1.907 cfm	1 Unit	AHU	Ruang CSSD

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
	<b>Lantai 4</b> Model IU : MDB 050 BW Capacity : 51.100 btuh (3,4 TR) Air flow : 1.500 cfm	1 Unit	FCU	Ruang Pendidikan
	<b>Lantai 4</b> Model IU : MCW 1200C Capacity : 36.510 btuh (2,8 TR) air flow : 1.200 cfm	1 Unit	FCU	Ruang Pendidikan
5	<b>Lantai 5</b> Model IU : DMAHU 1013 Capacity : 259.386 btuh (21 TR) air flow : 8.199 cfm	2 Unit	AHU	Ruang Obgyn
	<b>Lantai 5</b> Model IU : e-AHU 2800 Capacity : 199.659 btuh (15,5 TR) air flow : 6.208 cfm	1 Unit	AHU	Ruang Obgyn

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Satuan	Keterangan
	<b>Lantai 5</b> Model IU : e-AHU 1400 Capacity : 71.672 btuh (4,4 TR) Air flow : 1.907 cfm	1 Unit	AHU	Ruang Obgyn
	<b>Lantai 5</b> Model IU : MCW 1200C Capacity : 36.510 btuh (2,8 TR) Air flow : 1.200 cfm	1 Unit	FCU	Ruang Pendidikan
6	<b>Lantai 6</b> Model IU : DMAHU 1019 Capacity : 367.577 btuh (29,5 TR) Air flow : 11.801 cfm	1 Unit	AHU	Ruang ICU
	<b>Lantai 6</b> Model IU : DMAHU 1013 Capacity : 259.386 btuh (21 TR) Air flow : 8.199 cfm	1 Unit	AHU	Ruang ICU

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Unit	Suplai Area
	<b>Lantai 6</b> Model IU : e-AHU 2800 Capacity : 199.659 btuh (15,5 TR) Air flow : 6.208 cfm	1 Unit	AHU	Ruang ICU
	<b>Lantai 6</b> Model IU : e-AHU 1400 Capacity : 71.672 btuh (4,4 TR) Air flow : 1.907 cfm	1 Unit	AHU	Ruang ICU
	<b>Lantai 6</b> Model IU : MDB 050 BW Capacity : 51.100 btuh (3,4 TR) Air flow : 1.500 cfm	2 Unit	FCU	Ruang Pendidikan
7	<b>Lantai 7</b> Model IU : DM1- 0410 Capacity : 124.040 btuh (36,344 kW) Air flow : 2.400 cfm	3 Unit	AHU	Kamar Operasi

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Unit	Suplai Area
	<b>Lantai 7</b> Model IU : DM1-1315 Capacity : 367.672 btuh (107,728 kW) Air flow : 11.800 cfm	1 Unit	AHU	Kamar Operasi
	<b>Lantai 7</b> Model IU : DM1-2800 Capacity : 199.658 btuh (58,5 kW) Air flow : 6.200 cfm	2 Unit	AHU	Kamar Operasi

#### 4.1.3. Spesifikasi Pompa Sirkulasi

Tabel 4.3. Spesifikasi Pompa Sirkulasi

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Unit	Suplai Area
1	<b>Lantai 8</b> Pompa Grundfos, Type 15-2, - 2,2 KW /2900 RPM/ 50 HZ Kapasitas : 60 GPM Total head : 20 Mt	4 Unit	Pompa sirkulasi air dingin	Seluruh lantai

No	Unit berdasarkan Lantai	Jumlah	Unit	Suplai Area
2	<b>Lantai 8</b> Type Package Booster, Pressure Switch Control Grundfos Type 4 X CR 15 - 5, @ 4 KW/ 2900 RPM/50 HZ hot water Pump Capacity : 55 GPM/Pump, Total head : 55 Mt	3 Unit	Pompa sirkulasi air panas	Seluruh lantai

#### 4.1.4. Data Pengamatan di Lapangan

Data pengamatan pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* yang diambil adalah tiga unit utama yaitu mesin pendingin *Chiller*, mesin pendistribusi udara (AHU dan FCU), dan pompa sirkulasi.

1. Data Jumlah Jam Kerja Sistem Tata Udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Tabel 4.4. Jam Kerja Efektif Sistem Tata Udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

<b>Bulan</b>	<b>Jam Kerja Efektif (Jam)</b>
Januari 2015 (31 hari)	620
Februari 2015 (28 hari)	560
Maret 2015 (31 hari)	620
April 2015 (30 hari)	600
Mei 2015 (31 hari)	620
Juni 2015 (30 hari)	600
Jumlah	3620

2. Data Pemeliharaan Korektif

Tabel 4.5. Data Pemeliharaan Korektif Sistem Tata Udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

<b>Jenis Sistem</b>	<b>Total Waktu Pemeliharaan Korektif (Jam)</b>	<b>Banyaknya Pemeliharaan Korektif (Kali)</b>	<b>LDT + ADT (Jam)</b>
Chiller	36	24	3
AHU/FCU	252	84	5
Pompa	48	12	2
Jumlah	336	120	10

### 3. Data Pemeliharaan Preventif

Tabel 4.6. Data Pemeliharaan Preventif Sistem Tata Udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Jenis Pemeliharaan	Total Waktu Pemeliharaan Preventif (Jam)	Banyaknya Pemeliharaan Preventif (Kali)	LDT + ADT (Jam)
Pemeliharaan Mingguan	140	28	0,25

#### 4.1.5. Prinsip Kerja *Chiller Air Cooled Single Screw*

Pada dasarnya prinsip kerja pendingin air atau *air-cooled chiller* sama seperti sistem pendingin yang lain seperti AC dimana terdiri dari beberapa komponen utama yaitu evaporator, kondensor, kompresor serta alat ekspansi.

Pada evaporator dan kondensor terjadi pertukaran kalor. Pada *air-cooled chiller* terdapat air sebagai refrigeran sekunder untuk mengambil kalor dari bahan yang sedang didinginkan ke evaporator. Air ini akan mengalami perubahan suhu bila menyerap kalor dan membebaskannya di *evaporator*.



Gambar 4.1. Kondensor

Secara umum prinsip kerjanya adalah sebagai berikut. Refrigeran didalam kompresor dikompresikan kemudian dialirkan ke kondensor. Refrigeran yang mengalir ke kondensor mempunyai tekanan dan temperatur yang tinggi.



Gambar 4.2. Kompresor

Di kondensor refrigeran didinginkan oleh udara luar disekitar kondensor sehingga terjadi perubahan fase dari uap menjadi cair. Kemudian refrigeran mengalir menuju pipa kapiler dan terjadi penurunan tekanan. Setelah keluar dari pipa kapiler melalui *subcooling*, refrigeran masuk ke dalam evaporator melalui *Expansion valve*.

*Expansion valve* Berfungsi untuk menurunkan tekanan refrigerant dan memperbesar massa cairan dengan mengubahnya dari bentuk cairan menjadi kabut sehingga cairan refrigerant mudah menguap di evaporator. *Expansion valve* juga menurunkan suhu cairan refrigerant dari 40-50 derajat celcius menjadi sedikit di bawah 0 derajat celcius. Kegagalan fungsi receiver drier sangat berdampak pada kerja *Expansion Valve*.

*Expansion valve* pada dasarnya adalah katup mekanis, didalamnya terdapat membran, pegas, sensor panas yang berisi air raksa (*heat sensitizing tube*). Sensor panas memindai suhu disaluran keluar evaporator menentukan banyak sedikitnya cairan refrigerant yang di dikabutkan ke dalam evaporator. Sensor panas ini terhubung dengan membran melalui perantara air raksa. Saat sensor panas mengalami kenaikan suhu air raksa akan memuai menekan membran sehingga sehingga menekan pegas dan membuka katup maka cairan refrigerant dapat masuk. Saat suhu disensor panas turun air raksa akan menyusut kembali membuat tekanan pada membran berkurang dan pegas mendorong katup untuk menutup.



Gambar 4.3. *Expansion Valve*

Di dalam evaporator refrigeran mulai menguap, hal ini disebabkan karena terjadi penurunan tekanan yang mengakibatkan titik didih refrigeran menjadi lebih rendah sehingga refrigeran menguap. Dalam evaporator terjadi perubahan fase refrigeran dari cair menjadi uap. Pada evaporator ini terjadi perpindahan kalor yang bersuhu rendah, dimana air didinginkan oleh refrigeran.

Kemudian refrigeran dalam bentuk uap tersebut dialirkan ke kompresor kembali.

Di dalam evaporator, air sebagai bahan pendingin sekunder yang telah didinginkan sampai temperatur tertentu kemudian dialirkan oleh sebuah pompa sirkulasi menuju koil-koil pendingin pada AHU dan FCU dan dihembuskan udara dengan *blower* sehingga menghembuskan udara dingin melalui *ducting* ke dalam ruangan. Air ini akan bersirkulasi terus menerus selama sistem pendingin bekerja.



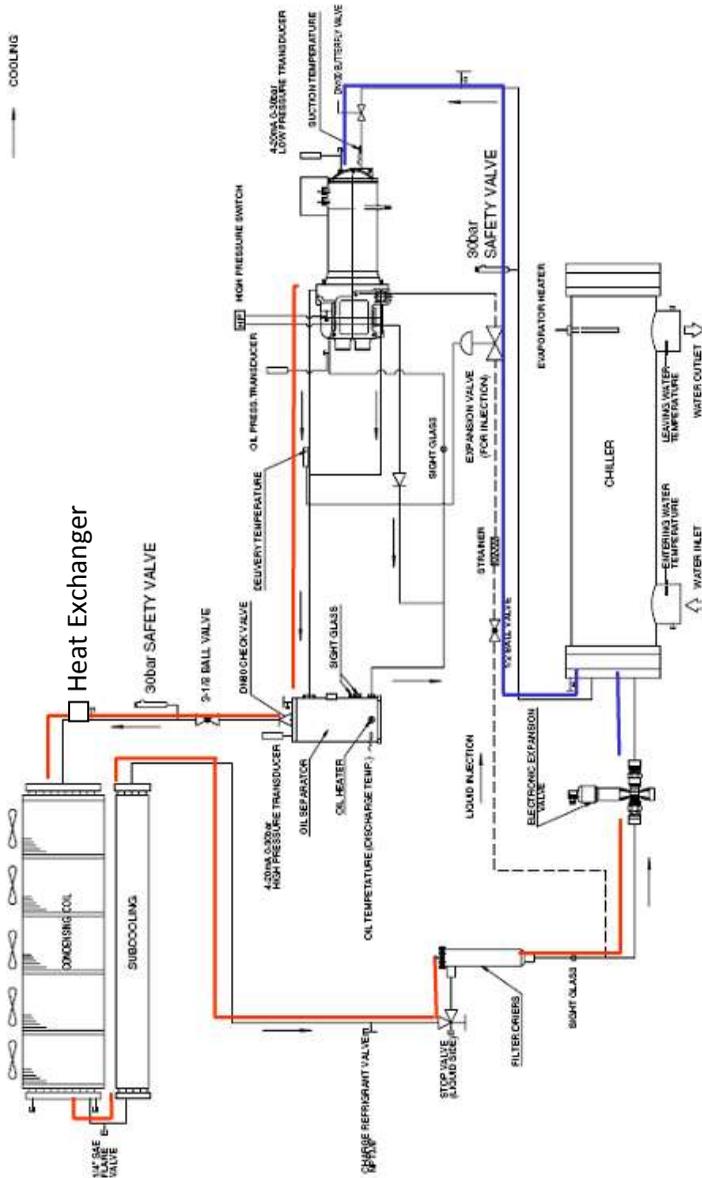
Gambar 4.4. Evaporator

Sistem *Chiller Air Cooled Single Screw* ini memanfaatkan gas panas dari freon sebagai air panas yang digunakan untuk unit-unit di pelayanan yaitu di Instalasi Rawat Inap (Irna) Lantai 1, Irna Lantai 3, Irna Lantai 4, Irna Lantai 5, Kamar Operasi, Laboratorium, CSSD, Laundry. Gas panas melewati terminal yang disebut *Heat Exchanger* yang didalamnya terdapat plat-plat yang dilewati air.



Gambar 4.5. *Heat Exchanger*

Prinsip kerja secara sederhana pada unit penghantar udara ini adalah menyedot udara dari ruangan (*return air*) yang kemudian dicampur dengan udara segar dari lingkungan (*fresh air*) dengan komposisi yang bisa diubah-ubah sesuai keinginan. Campuran udara tersebut masuk menuju AHU melewati filter, *fan sentrifugal* dan koil pendingin. Setelah itu udara yang telah mengalami penurunan temperatur didistribusikan secara merata ke setiap ruangan melewati saluran udara (*ducting*) yang telah dirancang terlebih dahulu sehingga lokasi yang jauh sekalipun bisa terjangkau.



Gambar 4.6. Diagram Kerja Unit Pendingin (Chiller)

## 4.2. Pengolahan Data dan Analisa

Pengolahan data dalam rangka penentuan jadwal pada manajemen perawatan system tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* ini diambil data pada kerja tiga unit utama yakni unit pendingin (*chiller*), unit pendistribusi udara (AHU/FCU), serta pompa sirkulasi. Hasil pengolahan data tersebut akan dapat dianalisa bagaimana penentuan jadwal pemeliharaan yang tepat serta diuraikan prosedur pemeliharaan yang benar.

### 4.2.1. Menentukan Nilai Parameter *Reliability*

Untuk menentukan nilai parameter *Reliability* maka terlebih dulu menghitung waktu rata-rata pemeliharaan korektif (Mct) dan waktu rata-rata pemeliharaan preventif (Mpt) berdasar data *real* di lapangan.

1. Menghitung waktu rata-rata pemeliharaan korektif (Mct)

$$Mct = \frac{\text{Total waktu pemeliharaan korektif}}{\text{banyaknya pemeliharaan korektif}}$$

$$Mct = \frac{336}{120} = 2,8 \text{ jam}$$

2. Menghitung waktu rata-rata pemeliharaan preventif (Mpt)

$$Mpt = \frac{\text{Total waktu pemeliharaan preventif}}{\text{banyaknya pemeliharaan preventif}}$$

$$Mct = \frac{140}{28} = 5 \text{ jam}$$

3. Laju kerusakan ( $\lambda$ ) sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Persamaan matematis yang digunakan untuk mencari laju kerusakan dengan menggunakan rumus :

$$\lambda = h(t) = \frac{\text{Banyaknya Pemeliharaan Korektif}}{\text{Jumlah Jam Efektif Operasi Mesin}}$$

- A. Laju Kerusakan untuk sistem *Chiller*

$$\lambda = \frac{24}{3620} = 0,0066 \text{ Kerusakan/jam}$$

- B. Laju Kerusakan untuk sistem AHU/FCU

$$\lambda = \frac{84}{3620} = 0,023 \text{ Kerusakan/jam}$$

C. Laju Kerusakan untuk sistem pompa

$$\lambda = \frac{12}{3620} = 0,0033 \text{ Kerusakan/jam}$$

4. Menghitung Mean Time Between Failure (MTBF) sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Persamaan matematis yang digunakan adalah :

$$MTBF = \theta = \frac{1}{\lambda}$$

A. MTBF untuk sistem *chiller*

$$MTBF = \frac{1}{0,0066} = 150 \text{ jam}$$

B. MTBF untuk sistem AHU/FCU

$$MTBF = \frac{1}{0,023} = 40 \text{ jam}$$

C. MTBF untuk sistem pompa

$$MTBF = \frac{1}{0,0033} = 300 \text{ jam}$$

5. Menghitung Ketidakhandalan F(t) sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Fungsi ketidakhandalan dapat diartikan peluang mesin akan rusak dalam waktu t. dan persamaan yang digunakan adalah :

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

A. Ketidakhandalan untuk sistem *Chiller*

$$F(t = 8) = 1 - e^{0,0066 \times 8}$$

$$F(t = 8) = 1 - 2,71828^{0,0066 \times 8} = 1 - 0,9486 = 0,05143 = 5,14\%$$

B. Ketidakhandalan untuk sistem AHU/FCU

$$F(t = 8) = 1 - e^{0,0236 \times 8}$$

$$F(t = 8) = 1 - 2,71828^{0,023 \times 8} = 1 - 0,8319 = 0,168 = 16,8\%$$

C. Ketidakhandalan untuk sistem pompa

$$F(t = 8) = 1 - e^{0,0033 \times 8}$$

$$F(t = 8) = 1 - 2,71828^{0,0033 \times 8} = 1 - 0,9739 = 0,02605 \\ = 2,61\%$$

6. Menghitung Keandalan sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Persamaan yang digunakan untuk menghitung keandalan adalah :

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

A. Ketidakhandalan untuk sistem *Chiller*

$$R(t = 8) = e^{0,0066 \times 8}$$

$$R(t = 8) = 2,71828^{0,0066 \times 8} = 0,9486 = 94,86\%$$

B. Ketidakhandalan untuk sistem AHU/FCU

$$R(t = 8) = e^{0,0236 \times 8}$$

$$R(t = 8) = 2,71828^{0,023 \times 8} = 0,8319 = 83,19\%$$

C. Ketidakhandalan untuk sistem pompa

$$R(t = 8) = e^{0,0033 \times 8}$$

$$R(t = 8) = 2,71828^{0,0033 \times 8} = 0,9739 = 97,39\%$$

#### 4.2.2. Menentukan Nilai Parameter *Maintainability*

Pada bagian ini, untuk menentukan nilai parameter *maintainability* dengan menghitung rata-rata waktu diantara pemeliharaan, frekuensi pemeliharaan, waktu rata-rata pemeliharaan aktif, serta total waktu ketika mesin tidak dapat beroperasi.

1. Menghitung Waktu Rata-rata diantara pemeliharaan atau *Mean Time Between Maintenance (MTBM)* pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*.

Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (terjadwal) dan pemeliharaan korektif (tidak terjadwal) dengan rumus :

$$MTBM = \frac{\text{Jumlah jam efektif operasi mesin}}{\text{frekuensi pemeliharaan preventif}}$$

Table 4.7. Tindakan preventif dan korektif sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

Jenis sistem	Chiller	AHU / FCU	Pompa
Tindakan preventif (kali)	28	28	28
Tindakan korektif (kali)	24	84	12
Waktu Operasi	3620	3620	3620
$\lambda$	0,0066	0,023	0,0033

- A. MTBM untuk sistem Chiller

$$MTBM = \frac{3620}{28 + 26} = 69,61 \text{ jam}$$

- B. MTBM untuk sistem AHU/FCU

$$MTBM = \frac{3620}{28 + 84} = 32,32 \text{ jam}$$

- C. MTBM untuk sistem pompa

$$MTBM = \frac{3620}{28 + 12} = 90,5 \text{ jam}$$

7. Menghitung fpt tiap kerusakan pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

fpt adalah frekuensi pemeliharaan aktif, persamaan yang digunakan :

$$fpt = \frac{1 - (MTBM \times \lambda)}{MTBM}$$

- A. fpt untuk sistem *chiller*

$$fpt = \frac{1 - (69,61 \times 0,0066)}{69,61} = 0,0078 \text{ pemeliharaan/jam}$$

- B. fpt untuk sistem AHU/FCU

$$fpt = \frac{1 - (32,32 \times 0,023)}{32,32} = 0,0079 \text{ pemeliharaan/jam}$$

- C. fpt untuk sistem pompa

$$fpt = \frac{1 - (90,5 \times 0,0033)}{0,0077} = 0,0077 \text{ pemeliharaan/jam}$$

8. *Mean Maintenance Time* (Mct) tiap-tiap jenis kerusakan  
Persamaan yang digunakan :

$$Mct = \frac{\text{Total waktu pemeliharaan korektif}}{\text{Banyaknya pemeliharaan korektif}}$$

- A. Untuk sistem *Chiller*

$$Mct = \frac{36}{24} = 1,5 \text{ jam}$$

- B. Untuk sistem AHU/FCU

$$Mct = \frac{252}{84} = 3 \text{ jam}$$

- C. Untuk sistem pompa

$$Mct = \frac{48}{12} = 4 \text{ jam}$$

9. Menghitung waktu Rata-rata pemeliharaan aktif (M)

$$M = \frac{(\lambda \times Mct) + (fpt \times Mpt)}{\lambda + fpt}$$

- A. waktu Rata-rata pemeliharaan aktif *Chiller*

$$M = \frac{(0,0066 \times 1,5) + (0,0078 \times 5)}{0,0066 + 0,0078} = 3,396 \text{ jam}$$

- B. waktu Rata-rata pemeliharaan aktif AHU / FCU

$$M = \frac{(0,023 \times 3) + (0,0079 \times 5)}{0,023 + 0,0079} = 3,5 \text{ jam}$$

- C. waktu Rata-rata pemeliharaan aktif pompa

$$M = \frac{(0,0033 \times 4) + (0,0077 \times 5)}{0,0033 + 0,0077} = 4,7 \text{ jam}$$

10. Menentukan *Mean Maintenance Down Time* (MDT)

Mean Maintenance down time adalah total waktu manakala mesin tidak dapat beroperasi, dimana persamaan untuk MDT adalah :

$$MDT = M + (LDT+ADT)$$

LDT = *Logistic Down Time*

ADT = *Administratif Down Time*

A. MDT untuk sistem Chiller

$$\sum LDT + ADT_{cm} = 3 \text{ jam}$$

$$\sum LDT + ADT_{pm} = 0,25 \text{ jam}$$

$$\text{Rata - rata } LDT + ADT = \frac{3 + 0,25}{24 + 28} = 0,0625 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{MDT} &= M + (LDT+ADT_{cm}) + (LDT+ADT_{pm}) \\ &= 3,396 + 0,0625 \text{ jam} \\ &= 3,4585 \text{ jam} \end{aligned}$$

B. MDT untuk sistem AHU/FCU

$$\sum LDT + ADT_{cm} = 5 \text{ jam}$$

$$\sum LDT + ADT_{pm} = 0,25 \text{ jam}$$

$$\text{Rata - rata } LDT + ADT = \frac{5 + 0,25}{84 + 28} = 0,047 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{MDT} &= M + (LDT+ADT_{cm}) + (LDT+ADT_{pm}) \\ &= 3,5 + 0,047 \text{ jam} \\ &= 3,547 \text{ jam} \end{aligned}$$

C. MDT untuk sistem Pompa

$$\sum LDT + ADT_{cm} = 2 \text{ jam}$$

$$\sum LDT + ADT_{pm} = 0,25 \text{ jam}$$

$$\text{Rata - rata } LDT + ADT = \frac{2 + 0,25}{12 + 28} = 0,056 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{MDT} &= M + (LDT+ADT_{cm}) + (LDT+ADT_{pm}) \\ &= 4,7 + 0,056 \text{ jam} \\ &= 4,756 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4.2.3. Menentukan Nilai Parameter *Availability*

Parameter ini menghitung *operasional availability* ( $A_o$ ), *inherent availability* ( $A_i$ ), dan *achieved availability* ( $A_a$ ).

1. Menghitung *Operasional Availability* ( $A_o$ ) sistem pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

*Operasional Availability* adalah probabilitas suatu sistem atau peralatan jika digunakan di bawah kondisi yang telah ditetapkan dalam operasi lingkungan yang nyata akan beroperasi memuaskan jika dioperasikan.

*Operasional Availability* dinyatakan dengan persamaan :

$$A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$$

A.  $A_o$  untuk sistem Chiller

$$A_o = \frac{69,61}{69,61 + 3,4585} = 0,953 = 95,3\%$$

B.  $A_o$  untuk sistem AHU/FCU

$$A_o = \frac{32,32}{32,32 + 3,547} = 0,901 = 90,1\%$$

C.  $A_o$  untuk sistem pompa

$$A_o = \frac{90,95}{90,95 + 4,756} = 0,95 = 95\%$$

2. Menghitung *Inheren Availability* ( $A_i$ ) sistem pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

*Inheren Availability* ( $A_i$ ) adalah probabilitas bahwa mesin atau peralatan, jika di bawah kondisi tertentu dalam lingkungan yang ideal (yakni secara tepat tersedia *tool spare part*) akan beroperasi memuaskan pada sembarang waktu yang dibutuhkan. *Inheren Availability* dinyatakan dengan persamaan :

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + Mct}$$

A.  $A_i$  untuk sistem Chiller

$$A_i = \frac{150}{150 + 1,5} = 0,999 = 99,9\%$$

B.  $A_i$  untuk sistem AHU/FCU

$$A_i = \frac{40}{40 + 3} = 0,9302 = 93,02\%$$

C.  $A_i$  untuk sistem pompa

$$A_i = \frac{300}{300 + 4} = 0,987 = 98,7\%$$

3. Menghitung *Achieved Availability* ( $A_a$ ) sistem pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw*  
*Achieved Availability* ( $A_a$ ) adalah probabilitas bahwa peralatan atau mesin bias digunakan dalam kondisi yang ideal akan beroperasi memuaskan pada sembarang waktu. Definisi ini hamper sama dengan  $A_i$ , hanya pemeliharaan preventif diikutkan. *Achieved Availability* ( $A_a$ ) dinyatakan dengan persamaan :

$$A_a = \frac{MTBM}{MTBM + M}$$

- A.  $A_a$  untuk sistem Chiller

$$A_a = \frac{69,61}{69,61 + 3,396} = 0,9535 = 95,35\%$$

- B.  $A_o$  untuk sistem AHU/FCU

$$A_i = \frac{32,32}{32,32 + 3,5} = 0,9022 = 90,22\%$$

- C.  $A_o$  untuk sistem pompa

$$A_o = \frac{90,5}{90,5 + 4,7} = 0,9506 = 95,06\%$$

### 4.3. Analisa dan Pembahasan

#### 4.3.1. Analisa Pemeliharaan Sistem Tata Udara *Chiller Air Cooled Single Screw*

1. Analisa *Realibility*

Analisa *Realibility* dari sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* dengan waktu operasi 3620 jam.

- A. Sistem pendingin (*Chiller*)

Laju kerusakan ( $\lambda$ )= $h(t)$ =0,0066 kerusakan/jam. Jadi mesin *chiller* akan mengalami kerusakan pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* sebanyak 0,0066 kerusakan/jam.

Waktu rata-rata diantara kerusakan atau Mean Time Between Failure (MTBF) atau ekspektasi rata-rata hidup mesin/ mean life adalah 150 jam, yang berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan untuk sistem *chiller* setelah rata-rata beroperasi selama 150

jam atau 6,25 hari, dan nilai ini juga menunjukkan umur operasi mesin.

Keandalan *Reliability*  $R(t=8) = 94,86\%$ , artinya keandalan atau kemampuan mesin untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu 8 jam adalah 94,86%.

Fungsi distribusi komulatif  $F(t)$  atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (distribusi kerusakan) atau peluang mesin akan rusak pada waktu  $(t)$  adalah sebesar 5,14%. Jadi mesin sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* selama beroperasi 8 jam peluang akan mengalami kerusakan pada sistim pendingin (*chiller*) adalah 5,14%, sehingga berpeluang besar kerusakannya.

B. Sistem pendistribusi udara (AHU/FCU)

Laju kerusakan  $(\lambda)=h(t)=0,023$  kerusakan/jam. Jadi mesin AHU/FCU akan mengalami kerusakan pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* sebanyak 0,023 kerusakan/jam.

Waktu rata-rata diantara kerusakan atau *Mean Time Between Failure* (MTBF) atau ekspektasi rata-rata hidup mesin/ *mean life* adalah 40 jam, yang berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan untuk sistem AHU/FCU setelah rata-rata beroperasi selama 40 jam atau 1,7 hari, dan nilai ini juga menunjukkan umur operasi mesin.

Keandalan *Reliability*  $R(t=8) = 83,19\%$ , artinya keandalan atau kemampuan mesin untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu 8 jam adalah 83,19%.

Fungsi distribusi komulatif  $F(t)$  atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (distribusi kerusakan) atau peluang mesin akan rusak pada waktu  $(t)$  adalah sebesar 1,68%. Jadi mesin sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* selama beroperasi 8 jam peluang akan mengalami kerusakan pada sistim pendistribusi udara

dingin (AHU/FCU) adalah 1,68%, sehingga berpeluang besar kerusakannya.

C. Sistem pompa

Laju kerusakan ( $\lambda$ )= $h(t)$ =0,0033 kerusakan/jam. Jadi sistem pompa akan mengalami kerusakan pada sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* sebanyak 0,0033 kerusakan/jam.

Waktu rata-rata diantara kerusakan atau Mean Time Between Failure (MTBF) atau ekspektasi rata-rata hidup mesin/ mean life adalah 300 jam, yang berarti bahwa mesin akan mengalami kerusakan untuk sistem Pompa setelah rata-rata beroperasi selama 300 jam atau 12,5 hari, dan nilai ini juga menunjukkan umur operasi mesin.

Keandalan *Reliability*  $R(t=8) = 97,39\%$ , artinya keandalan atau kemampuan mesin untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu 8 jam adalah 97,39%.

Fungsi distribusi kumulatif  $F(t)$  atau disebut juga fungsi ketidakhandalan (distribusi kerusakan) atau peluang mesin akan rusak pada waktu ( $t$ ) adalah sebesar 2,61%. Jadi mesin sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* selama beroperasi 8 jam peluang akan mengalami kerusakan pada sistem pompa adalah 2,61%, sehingga berpeluang besar kerusakannya.

2. Analisa *Maintainability Factor*

*Maintainability factors* adalah faktor-faktor yang menunjukkan suatu sifat dari rekayasa sistem dan mempunyai karakteristik untuk memudahkan dalam pemeliharaan, ketepatan, keselamatan, dan faktor ekonomis dalam melaksanakan fungsi. Analisis *Maintainability factors* mencakup fungsi-fungsi berikut :

A. Sistem pendingin (*Chiller*)

Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *mean corrective maintenance time* (Mct) = 1,5 jam. Waktu

rata-rata pencegahan/ *preventive maintenance time* (Mpt) = 5 jam.

Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective* dan *preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 69,61 jam. Jadi mesin sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* harus diadakan pemeliharaan untuk kerusakan pada sistem *chiller* tiap 69,61 jam atau 2,9 hari.

Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi *preventive time* (fpt) = 0,0079 pemeliharaan/jam. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif/ *mean maintenance* (M) = 3,396 jam. Sedangkan waktu down time (MDT) = 3,4585 jam, jadi rata-rata *down time* yang ditimbulkan akibat kerusakan pada sistem *chiller* adalah 3,4585 jam.

B. Sistem pendistribusi udara (AHU/FCU)

Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *mean corrective maintenance time* (Mct) = 3 jam. Waktu rata-rata pencegahan/ *preventive maintenance time* (Mpt) = 5 jam.

Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective* dan *preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 32,32 jam. Jadi mesin sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* harus diadakan pemeliharaan untuk kerusakan pada sistem AHU/FCU tiap 32,32 jam atau 1,4 hari.

Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi *preventive time* (fpt) = 0,0079 pemeliharaan/jam. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif/ *mean maintenance* (M) = 3,5 jam. Sedangkan waktu down time (MDT) = 3,547 jam, jadi rata-rata *down time* yang ditimbulkan akibat kerusakan pada sistem AHU/FCU adalah 3,547 jam.

C. Sistem pompa

Waktu rata-rata pemeliharaan korektif atau *mean corrective maintenance time* (Mct) = 4 jam. Waktu rata-

rata pencegahan/ *preventive maintenance time* (Mpt) = 5 jam.

Waktu rata-rata diantara pemeliharaan (termasuk *corrective* dan *preventive*) *mean time between maintenance* (MTBM) = 90,5 jam. Jadi mesin sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* harus diadakan pemeliharaan untuk kerusakan pada sistem pompa tiap 32,32 jam atau 3,7 hari.

Frekuensi pemeliharaan individu terjadwal/frekuensi *preventive time* (fpt) = 0,0077 pemeliharaan/jam. Waktu rata-rata pemeliharaan aktif/ *mean maintenance* (M) = 4,7 jam. Sedangkan waktu down time (MDT) = 4,756 jam, jadi rata-rata *down time* yang ditimbulkan akibat kerusakan pada sistem *chiller* adalah 4,756 jam.

#### **4.3.2. Penjadwalan Pemeliharaan Sistem Tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw***

Dalam menentukan kapan akan dilakukan pemeliharaan preventif digunakan analisis sebagai berikut :

1. Jika melihat hasil MTBF maka mesin akan mengalami kerusakan rata-rata pada operasi selama 150 jam (6,25 hari) untuk kerusakan pada sistem *chiller*, 40 jam (1,7 hari) untuk kerusakan pada sistem AHU/FCU, 300 jam (12,5 hari) untuk kerusakan pada sistem pompa. Sehingga mesin harus mendapat pemeliharaan sebelum waktu operasi di atas, atau lebih tepatnya mesin harus dirawat setelah waktu operasi selama 69,61 jam untuk sistem *chiller*, selama 32,32 jam untuk sistem AHU/FCU, selama 90,5 jam untuk sistem pompa berdasarkan *mean time between maintenance* (MTBM) atau rata-rata waktu pemeliharannya.
2. Pemeliharaan harian sangat perlu dilakukan terhadap sistem Tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* berdasarkan hasil F(t) atau peluang mesin akan rusak untuk mesin beroperasi selama 8 jam sebesar 5,14%

untuk sistem *chiller*, sebesar 1,68% untuk sistem AHU/FCU, dan sebesar 2,61% untuk sistem pompa.

#### 4.3.3. Permasalahan dan Penanganan Mesin *Chiller* (Unit Pendingin)

##### 1. *Troubleshooting* kompresor

Suatu system refrigrerasi masih dapat berjalan dengan *condenser* atau *evaporator* yang bermasalah, tetapi system tersebut tidak akan dapat bekerja jika kompresornya rusak. Jika kompresor rusak maka semua system akan macet. Masalah kompresor adalah masalah utama sehingga harus dibenahi segera. Masalah kompresor ada 2 jenis yaitu yang bersifat mekanis dan yang bersifat elektrik.

##### 2. Masalah-masalah mekanis

Masalah-masalah mekanis dasar pada kompresor yang biasa terjadi umumnya terbagi ke dalam lima kategori, yaitu:

##### A. Kemacetan bagian-bagian kompresor (*Seizure of parts*)

Kurangnya pelumasan pada kompresor dapat menyebabkan terjadinya kemacetan pada bagian-bagian kompresor yang bergerak. Kurangnya pelumasan biasanya disebabkan oleh :

1. oli separator tidak berfungsi dengan baik
2. adanya jebakan-jebakan oli di system
3. tidak cukup oli pada system
4. kebanjiran refrigerant
5. refrigerant sangat kurang

##### B. berisik/bising (*Noise*)

Bising dapat juga dijadikan sebagai pertanda adanya masalah pelumasan yang pada akhirnya dapat memacetkan kompresor. Cegah dan hindari rusaknya kompresor dengan selalu mendeteksi adanya kebisingan pada kompresor.

##### C. Terlampau panas (*Overheating*)

*Overheating* adalah masalah yang sering dijumpai. Penyebab dari *overheating* adalah sebagai berikut :

1. Beban terlalu besar (ditandai dengan tekanan suction yang tinggi)
2. Rasio kompresi yang tinggi
3. Tekanan head yang tinggi
4. Oil level rendah

D. Gagal untuk memompa (*Failure to pump*)

Tanda-tanda yang biasanya terjadi untuk kompresor gagal memompa pada jenis kompresor open type adalah :

1. Tekanan *suction* tinggi
2. Tekanan *discharge* yang rendah
3. Kapasitas pendinginan berkurang atau bahkan hilang
4. Head silinder terlalu panas
5. Kompresor terus menerus bekerja

Penyebab terjadinya *failure to pump* adalah sebagai berikut :

1. Gasket silinder head bocor
2. Katup-katup *discharge* dan *suction* bocor
3. *Cylinder unloading system* tidak berfungsi, biasanya ditandai dengan rendahnya tekanan oli
4. Kurangnya refrigerant pada kompresor hermetik

E. Kebocoran pada *seal as* kompresor untuk jenis *open type* (*Failur of seal*)

Jika *seal as* kompresor *open type* bocor maka akibatnya adalah :

1. Refrigerant akan hilang
2. Temperature operasi terlalu tinggi
3. Konsumsi daya terlalu tinggi

3. Masalah kelistrikan

Voltase pada saat chiller menyala batasnya antara 380V – 400V, jika lebih atau kuran dari iktu maka *chiller* akan mati dan alarm pada display monitor. Adapun Masalah-masalah kelistrikan kompresor sering sekali sukar dideteksi, misalnya :

- A. Kompresor tidak mau jalan  
Penyebab dari kompresor yang tidak mau jalan adalah sebagai berikut :
1. *switch* yang terbuka
  2. *fuse* yang putus
  3. *Overload relay* yang membuka
  4. *Refrigerant* yang terlalu sedikit
  5. Motor terbakar
  6. Stator motor terbakar
  7. System kontrol tidak bekerja
  8. *Starting relay* atau kapasitor rusak
  9. *Start winding* terbakar
- Jika motor mendengung, maka penyebabnya mungkin adalah (untuk motor 3 fasa) putusnya salah satu *fuse* atau *coil/winding* atau kontak starter. Juga dapat disebabkan karena tegangan listrik yang rendah.
- B. Kompresor mulai jalan lalu kemudian mati segera (*short cycling*)  
Penyebab dari terjadinya *short cycling* adalah sebagai berikut :
1. *Low pressure switch* di set terlalu tinggi
  2. *high pressure switch* di set terlalu rendah
  3. *differential control* diset terlalu dekat
  4. evaporator penuh dengan bunga es atau kotor
  5. isi *refrigerant* terlalu sedikit atau justru terlalu banyak
  6. kondenser (*Air cooled*) yang kotor menyebabkan tekanan tinggi
  7. run kapasitor atau start kapasitor terbakar
- C. Kompresor jalan terus menerus tanpa henti  
Penyebab yang mungkin :
1. kondensor kotor
  2. beban terlalu tinggi
  3. insulasi bocor
  4. katup-katup kompresor bocor
  5. juga system-sistem kontrol lainnya

#### 4. Suhu yang tidak tercapai pada evaporator

Perbedaan suhu antara air masuk pada evaporator (*entering evaporator*) dan air keluar dari evaporator (*leaving evaporator*) adalah  $3^{\circ}\text{C}$  -  $4^{\circ}\text{C}$ . Normalnya suhu *entering evaporator*  $11^{\circ}\text{C}$  sedangkan *leaving evaporator* adalah  $9^{\circ}\text{C}$  dengan set point temperatur  $6,5^{\circ}\text{C}$ . Hal ini bisa disebabkan karena pembacaan sensor yang salah atau beban yang berlebih.

#### 5. Evaporator *water flow lose*

Penanganan dari masalah ini adalah dengan mengecek dan memonitor kinerja *flow switch*, tekanan dan debit air serta *mengecekan strainer inlet pump* dan *inlet evaporator*. Jika strainer sudah rusak maka harus diganti.

Selalu bersifat koordinatif dengan pimpinan agar menghasilkan pekerjaan seefisien mungkin. Jadwal perawatan, jadwal peralatan dan pemeriksaan spesifikasi alat disiapkan agar efektif sesuai kebutuhan. Kelengkapan bahan yang akan dipakai : bahan cairan pembersih, lap pembersih ; bila perlu kompresor udara, diperiksa dan diurutkan sesuai prosedur perawatan. Perkakas bongkar pasang dan alat ukur yang diperlukan diperiksa agar dapat bekerja dengan baik dan aman. Berikut ini yang harus dilakukan pada saat *maintenance* unit pendingin udara sentral *chiller* :

1. Persiapan alat-alat yang dibutuhkan untuk perawatan *Chiller*
2. Cek operasional *Chiller*, apakah sesuai dengan performanya sehingga diketahui kondisi sebelum dan sesudah *maintenance*. Pengecekan parameter unit dengan melihat kondisi kondensor, evaporator, kompresor dan panel *chiller*.
3. Mematikan mesin *chiller* dan diikuti mematikan pompa-pompa sirkulasi yaitu pompa sirkulasi air dingin dan pompa sirkulasi air panas.
4. Melakukan pembersihan (*cleaning*) sirip kondensor secara menyeluruh dan juga pembersihan seluruh badan *chiller*.

5. Pengecekan dan pembersihan *contact point sensor* dan *contactor*. Jika ada yang rusak maka harus diganti.
6. Cek tekanan freon R22 untuk *Chiller 1* dan R407C untuk *Chiller 2*, jika tekanannya antara 57.6 – 84.1 psig maka normal. Jika tekanan di bawah itu maka dimungkinkan terjadi kebocoran. Cek pipa dan koil yang dilewati freon dengan menggunakan kuas kecil yang diberi sabun.
7. Pengecekan dan pembersihan *starter* dan *electric panel* serta cek kekencangan terminal elektrik.
8. Pengecekan *filter oil*. Penggantian filter ini dilakukan jika selisih tekanan antara *dicharge themperature compressor* dengan *suction themperature compressor* lebih dari 2 bar. Bersamaan itu diganti pula oli nya.
9. Pengecekan *Filter dryer*. Diganti setiap satu tahun sekali.
10. Menyalakan pompa-pompa sirkulasi baik pompa sirkulasi air panas maupun sirkulasi pompa air dingin
11. Menyalakan *Chiller* kembali
12. Kalibrasi sensor dan transduser pressure serta temperatur
13. Penambahan freon jika tekanannya kurang.
14. Monitoring dan perekaman data perawatan *chiller*
15. Pembersihan lokasi perawatan.

#### **4.3.4. Permasalahan dan Penanganan AHU dan FCU (Penghantar Udara Dingin)**

Permasalahan-permasalahan yang terjadi pada AHU dan FCU secara umum dan cara penanganan dan pencegahannya adalah sebagai berikut :

1. Panas, bising yang berlebihan pada *bearing*  
 Penyebabnya Panas dan bising yang berlebihan pada *bearing* adalah :
  - a. karena terjadi kerusakan pada bearing,
  - b. bisa juga disebabkan karena V-Belt terlalu kencang,
  - c. tidak ada pelumasan pada bearing,
  - d. beban yang tidak seimbang,
 Penanganannya adalah :
  - a. Atur defleksi dari *belt*

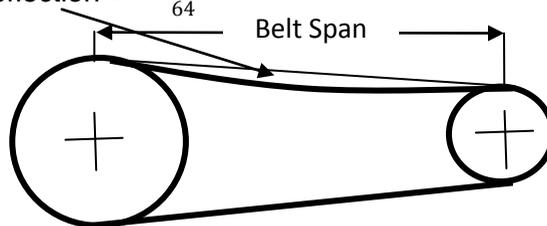
- b. Berikan pelumasan
  - c. Lakukan alignment atau penyesuaian pada *bearing* agar seimbang
  - d. Ganti *bearing* jika rusak
2. Panas yang berlebihan pada motor  
Penyebab panas motor yang berlebihan adalah :
- a. Daya motor tidak sesuai
  - b. Satu phase putus
  - c. Tegangan rendah
  - d. Putaran motor yang berlebihan
  - e. *Overload*
  - f. Ampere tinggi
- Penanganannya adalah :
- a. Cek *fuse*, MCB, kontaktor, terminal pada motor
  - b. Cek tegangan suplai
  - c. Cek RPN fan
  - d. Cek dan reset overload
  - e. Cek FLA (*Full Load Ampere*) motor
3. Tidak ada efek pendinginan  
Keluaran udara ke ruangan bisa tidak terlalu dingin disebabkan karena :
- a. *Valve* tertutup
  - b. *Motorize* tertutup
  - c. *Stainer* buntu atau kotor baik pada evaporator atau koil, maupun pada hepafilter.
  - d. Beban temperatur tinggi
- Penanganannya adalah :
- a. Buka *valve* yang tertutup
  - b. Cek suplai air dari *chiller*
  - c. Buka motor *rise valve*
  - d. Bersihkan *strainer*
  - e. Mengurangi beban dengan mematikan AHU pada ruangan tertentu
4. Kerusakan pada V-belt  
Penyebab kerusakan v-belt adalah :
- a. Terjadi kesalahan pada proses pemasangan belt

- b. V-belt terkontaminasi dengan olie atau pelumas lain
- c. Terlalu kencang atau terlalu kendur.

Penangannya adalah :

- a. Pemasangan *belt* yang benar dengan tidak memaksakan,
- b. Bersihkan belt dari berbagai pelumas dan hindarkan v-belt dari pelumas
- c. Atur kekencangan belt dengan benar

$$\text{Deflection} = \frac{\text{Belt Span}^3}{64}$$



Gambar 4.1. *deflection belt*

Pelaksanaan perawatan unit pengarah udara AHU dan FCU menggunakan prosedur berikut ini :

1. Persiapan alat-alat yang dibutuhkan untuk perawatan AHU dan FCU
2. Mematikan panel utama pada AHU atau FCU
3. Membersihkan drain AHU dan FCU
4. Cek pipa drai, dibersihkan jika tersumbat
5. Membilas dan membersihkan *cooling coil* dengan air jika kotor
6. Meluruskan sirip *cooling coil/evaporator* jika mengalami kerusakan
7. Cek *cooling coil/evaporator* terhadap kebocoran. Jika terjadi kebocoran harus menutup valve agar air dingin tidak mengalir ke *coil*. Setelah kering dilakukan pengelasan.
8. Membersihkan rumah AHU atau FCU

9. Pengecekan fungsi *valve*, *pressure gauge*, *thermometer*, *motorized valve*. Diganti jika komponen tersebut terjadi kerusakan.
10. Cek kondisi filter, jika kotor dibersihkan. Dilakukan penggantian filter rutin setiap 6 bulan sekali bersamaan penggantian hepafilter di AHU untuk Kamar Operasi dan Ruang ICU.
11. Menjalankan mesin AHU atau FCU.
12. Monitoring dan perekaman data perawatan AHU dan FCU
13. Membersihkan area perawatan.

#### **4.3.5. Permasalahan dan Penanganan Pompa Sirkulasi**

Permasalahan umum dari pompa sirkulasi ini adalah diantaranya sebagai berikut :

1. Pompa tidak menyala, disebabkan karena masalah kabel listrik dari saluran pompa air ke saluran listrik. Bisa juga karena kerusakan pada spul atau kumparan (lilitan tembaga) pada motor listrik bisa karena memang putus, terbakar-nya motor listrik, terjadi arus pendek atau sebab yang lain, tapi pada umumnya adalah putus.  
Cek saluran listrik ke pompa dan ganti kerusakan spul jika dipastikan bahwa penyebabnya adalah spul.
2. Suara pompa yang kasar  
Penyebab masalah pompa dalam kondisi seperti itu dapat disebabkan karena kerusakan di bagian komponennya atau capasitornya yang lemah dan mati atau dapat juga sebab bagian bearing tak lancar mengalami kemacetan atau dapat juga disebabkan pompa kemasukan kotoran juga karena kurangnya pelumasan. Penyebab kerusakan tersebut juga dikarenakan pompa air menyala terus-menerus tanpa berhenti.  
Cara memperbaiki pompa air nan mengalami masalah seperti itu dapat dengan mengganti bagian-bagian nan mengalami kerusakan, jika sudah diganti dan dipompa kembali biasanya akan normal dan sah kembali.

### 3. Kebocoran pada pompa

Kebocoran disebabkan karena rusaknya seal pompa akibat beban yang terlalu tinggi juga umur dari seal itu sendiri. Bisa juga disebabkan karena pada saat pompa menyala air tidak masuk.

Penanganannya adalah dengan mengganti *seal* pompa dan tidak menyalakan pompa ketika air tidak mengalir ke pompa.

Perawatan pompa sirkulasi ini tidak kalah pentingnya. Karena jika pompa mati maka Sistem tata udara *Chiller Air Cooled Single Screw* tidak akan berjalan. Sensor *chiller* akan memberi informasi kepada *controller* dan memerintahkan untuk mematikan mesin *chiller* jika tidak ada aliran air baik aliran air dingin maupun air panas. Berikut prosedur perawatan pompa air :

1. Perhatikan mesin dan periksa pompa secara rutin dan berkala, dapat mengeceknya selama satu bulan sekali, sehingga jika terjadi kerusakan dapat diperbaiki sejak awal, menghindari kerusakan menyebar.
2. Periksa bagian kabel dan pipa. Pemeriksaan ini dilakukan buat mengetahui keadaan kabel dan pipa apakah terjadi kerusakan atau masih utuh atau tidak. Pada umumnya kerusakan kabel disebabkan sebab gesekan dan dampak panas listrik. Jika terjadi kerusakan pada kabel, cepat bungkus kabel dengan isolasi.
3. Bersihkan mesin pompa. Mesin pompa harus rajin dibersihkan. Waktu membersihkannya dapat bebarengan dengan pada waktu pengecekan sebulan sekali. Mesin pada pompa air rentan terkena kotoran, misalnya pasir terutama bagian elektroniknya.
4. Menghindari pengoperasian pompa dalam kondisi kering atau tanpa air. Pengoperasian dalam kondisi kering akan memperpendek usia pompa.

“Halaman ini sengaja dibiarkan kosong”