

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada bab ini peneliti akan menguraikan serta menerangkan data dan hasil penelitian tentang permasalahan yang telah dirumuskan yaitu “mengetahui tingkat keandalan suatu instrumentasi pada *cooling water system* Pembangkit Listrik Tenaga Air PB.Soedirman di PT Indonesia Power Mrica. Hasil penelitian ini diperoleh dengan teknik observasi terdahulu, kemudian peneliti melakukan wawancara secara mendalam dengan informan sebagai bentuk pencarian data maupun dokumentasi secara langsung di lapangan kemudian peneliti menganalisis. Agar peneliti lebih objektif dan akurat dalam melakukan penelitian ini, peneliti mencari informasi tambahan dengan melakukan wawancara mendalam dengan informan dengan melihat langsung sistem *cooling water system* dan unit pembangkit selain itu peneliti melakukan pengambilan data secara langsung dengan menggunakan beberapa alat pengukuran. Pada tahap analisis ini peneliti melakukan membuat daftar pertanyaan untuk proses wawancara, pengumpulan data, dan analisis yang dilakukan sendiri oleh peneliti. Untuk mengetahui informasi yang didapat yang diberikan oleh informan penelitian, peneliti melakukan beberapa tahapan :

1. Pertama, peneliti melakukan pengumpulan data penelitian dengan mengamati segala sesuatu atau kejadian-kejadian yang berkaitan dengan fenomena yang diteliti.
2. Kedua, menyusun draft pertanyaan yang akan digunakan dalam proses wawancara berdasarkan unsur-unsur yang berkaitan dengan keandalan kepada informan atau narasumber.
3. Ketiga, melakukan wawancara dengan *supervisor* maupun karyawan PT.Indonesia Power untuk memperoleh data yang berkaitan dengan keandalan instrumentasi pada *cooling water system* dan pengaruhnya terhadap sistem pembangkit.

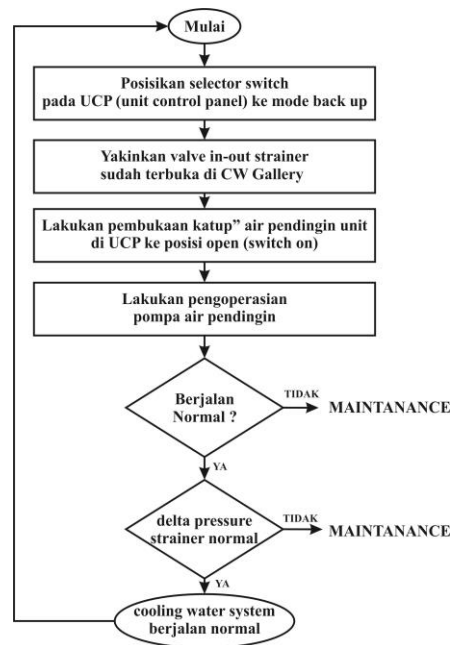
4. Keempat, peneliti melakukan pengambilan data secara langsung dengan alat ukur didampingi teknisi kontrol dan *instrument* untuk memantapkan hasil data penelitian yang diperoleh.
5. Kelima, melakukan dokumentasi langsung dilapangan untuk melengkapi data-data yang berhubungan dengan penelitian ini.
6. Keenam, merekap data penelitian yang telah didapatkan yang berupa daftar dari semua pertanyaan yang telah diajukan kepada informan atau narasumber.
7. Keenam, menganalisis hasil data wawancara yang telah dilakukan.

Penelitian yang dilakukan di PT.Indonesia Power UP Mrica unit Pembangkit Listrik Tenaga Air PB.Soedirman peneliti mengambil data melalui pengamatan pengujian langsung yang mengacu pada prosedur teknis *manual book* sistem operasi *cooling water system* jilid 1 dan 2, PLTA PB.Soedirman. Pengujian sistem pada penelitian ini akan diambil instrumentasi pada *cooling water system* dengan beberapa bentuk kegagalan untuk menguji hasil keluaran dari metode kualitatif *Failure Mode And Effect Analisis* (FMEA) yang digunakan untuk menganalisis keandalan.

4.1.1 Proses Pendinginan pada *Cooling Water System Gallery*

Proses pendinginan di PB.Soedirman bermula dari *cooling water pump* yang ada di *cooling water system gallery* dimana *cooling water pump* (CWP) berfungsi mengambil air dari *tail race*. Mode operasi *cooling water pump* ada dua yaitu mode *start* dan *stop*.

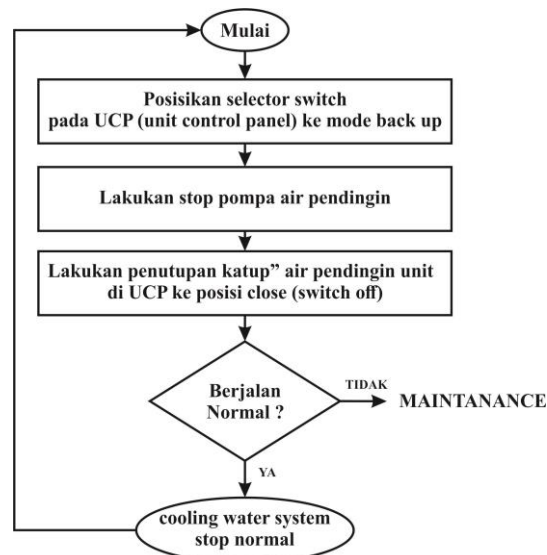
Adapun *flow chart mode start* sistem pendingin dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 *Flow Chart Mode Start* Sistem Pendingin

Pembangkit Listrik Tenaga Air PB.Soedirman air pendingin digunakan untuk mendinginkan udara generator, pendingin minyak bantalan generator, pendingin minyak bantalan poros turbin dan kotak perapat poros turbin yang bekerja pada tekanan 3 bar. Pada PLTA PB.Soedirman saluran air pendingin dicatu oleh 4 buah pompa sentrifugal. Air pendingin yang digunakan diambil dari *tail race* melalui saringan kasar. Saringan yang digunakan pada *cooling water system* adalah tipe saringan putar motor. Gambar 4.1 merupakan *flow chart mode start* sistem pendingin pada saat unit beroperasi. Posisi *start* sistem pendingin pembukaan katup-katup sistem pendingin dapat di lalui melalui mode *back up* dengan memutar *selector switch* ke posisi *open* katup. Katup-katup yang dibuka pada posisi mode *start* adalah katup pendingin pelumas perapat, katup pendingin perapat poros, katup pendingin unit.

Adapun *flow chart mode stop* sistem pendingin dapat dilihat pada gambar 4.2.

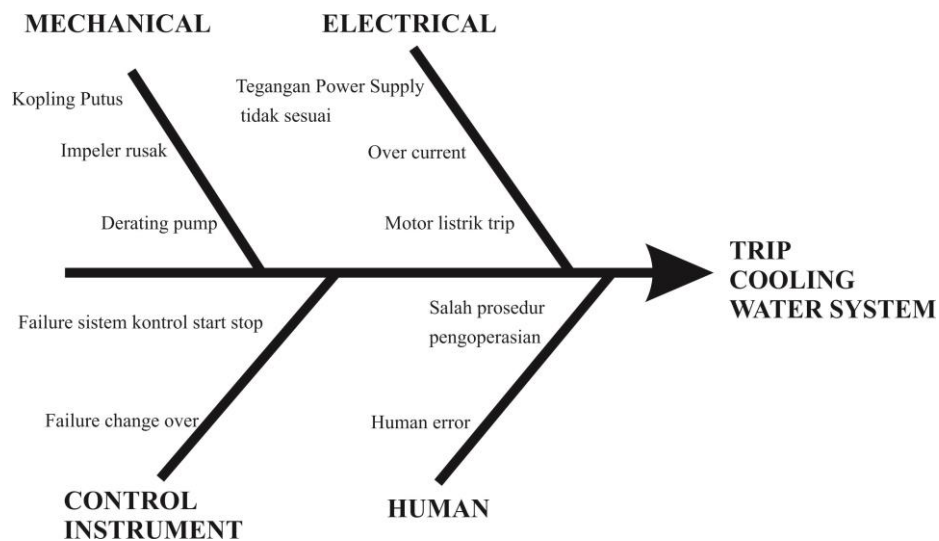


Gambar 4. 2 *Flow Chart Mode Stop* Sistem Pendingin

Gambar 4.2 menunjukkan prosedur *stop* sistem pendingin bekerja. Ada 2 cara mode *stop cooling water pump* yaitu secara *local* maupun melalui *unit control panel (UCP)*. Melalui *control unit panel* pada mode *back up* dengan memutar *selector switch* pompa air pendingin ke posisi *stop*, bila pompa *stop* dengan *normal* maka indikasi panel berubah menjadi ke posisi mati. Sedangkan melalui mode lokal yaitu dengan cara mengubah mode operasi unit ke mode *back up*, mode operasi *cooling water pump* dipindah dari *remote* ke *local* pada panel + LAA12 (kode panel) *cooling water pump control panel*. *Selector switch CWP* diputar sehingga dioperasikan pada posisi mati. *Flow cooling water pump*, tekanan *cooling water pump* serta *delta pressure strainer* unit yang dioperasikan serta *strainer 5,6* dapat di uji apakah berjalan sesuai standar atau tidak. Menutup katup-katup pendingin pada mode *stop* dapat dilakukan melalui mode *backup* dengan memutar *selector switch* ke posisi tutup, katup-katup yang ditutup pada mode ini adalah katup pendingin pelumas perapat, katup pendingin perapat poros, katup pendingin pendingin unit.

4.2 Identifikasi Permasalahan *Cooling Water System*

Adapun gambar 4.3 merupakan identifikasi permasalahan *cooling water system* yang terjadi pada Pembangkit Listrik Tenaga Air PB. Soedirman.



Gambar 4. 3 Identifikasi Permasalahan *Cooling Water System*

Pada bab I pada penelitian ini telah dibahas bahwa panas yang terlalu tinggi dapat menyebabkan *life time* pada peralatan di unit pembangkitan, untuk itu diperlukan suatu *cooling water system* untuk mengurangi gejala yang ditimbulkan oleh penyebab itu. Peneliti membuat penyajian data menggunakan diagram tulang ikan agar memudahkan dalam analisis penelitian ini, dalam diagram pada gambar 4.3 peneliti menemukan dan membagi permasalahan *cooling water system* pada 4 aspek permasalahan. Selanjutnya setelah dilakukan analisis yang lebih mendalam dari ke empat aspek tersebut mempunyai hubungan yang interaktif. Berdasarkan data yang terkumpul dan setelah dianalisis, penyebab utama yang mempengaruhi *cooling water system* tidak optimal / *trip* dapat dikelompokkan menjadi empat kesalahan yaitu dalam sistem *mechanical, electrical, control instrument, human*.

Berikut adalah identifikasi permasalahan penyebab *cooling water system trip*:

1. *Mechanical*, pada sistem ini ditemukan beberapa penyebab terjadinya gangguan/kerusakan yaitu :
 - a) Kopling putus
 - b) *Impeler* rusak
 - c) *Derating pump*
2. *Electrical*, pada sistem ini ditemukan beberapa penyebab terjadinya gangguan/kerusakan yaitu:
 - a) Tegangan *power supply* tidak sesuai
 - b) *Over current*
 - c) Motor listrik *trip*
3. *Control Instrument*, pada sistem ini ditemukan beberapa gangguan/kerusakan yaitu:
 - a) *Failure* sistem kontrol *start* dan *stop*
 - b) *Failure change over*
4. *Human*, pada sistem ini ditemukan beberapa gangguan/kerusakan yaitu:
 - a) Salah prosedur pengoperasian
 - b) *Human error*

4.3 Data Penelitian dan Pengujian

Data pada penelitian ini diperoleh dari melakukan pengamatan maupun pengujian secara langsung dilakukan sebanyak 4 (lima) sampel selama 2 (dua) minggu.

4.3.1 Data tekanan pada *cooling water pump*

Data hasil pengujian ini merupakan nilai yang terukur pada *pressure switch* yang ada pada *cooling water pump* yaitu nilai sebelum masuk dan keluar *cooling water pump*. Adapun tabel 4.1 merupakan data terukur *pressure* pada *cooling water pump*.

Tabel 4.1 Data terukur *pressure* pada *cooling water pump*

Sistem Unit	Pengujian	Data Terukur (Bar)	Range (Bar)
<i>Pressure input cwp</i>	1	0,4	0 - 1,6
	2	0,39	
	3	0,41	
	4	0,4	
<i>Pressure output cwp</i>	1	3,2	0 - 6
	2	3,2	
	3	3,1	
	4	3,2	

4.3.2 Data proteksi *cooling water system*

Data hasil pengujian ini merupakan nilai yang terukur peneliti melakukan pengujian dengan melakukan pengamatan pada sistem kontrol *local* maupun *remote* (melihat di HMI pada *control room*). Adapun tabel 4.3 merupakan data *emergency cooling water system*.

Tabel 4. 2 Data nilai standar *emergency cooling water system*

Sistem unit	Data terukur (Bar)	Status Indikasi	Status alarm
<i>CWP</i>	< 2,75	<i>Low Pressure</i>	Menyala
<i>Strainer Kecil</i>	ΔP max 0,4	<i>Low Pressure</i>	Menyala
<i>Strainer Besar</i>	ΔP max 0,4	<i>Low Pressure</i>	Menyala

Tabel 4. 3 Data pengamatan *emergency cooling water system*

Sistem Unit	Pengujian	Data terukur (Bar)	Status Indikasi	Status alarm
<i>CWP</i>	1	2,8	<i>High Pressure</i>	Mati
	2	3	<i>High Pressure</i>	Mati
	3	2,75	<i>High Pressure</i>	Mati
	4	2,8	<i>High Pressure</i>	Mati
<i>Strainer kecil</i>	1	0,38	<i>High Pressure</i>	Mati
	2	0,5	<i>Low Pressure</i>	Menyala
	3	0,4	<i>High Pressure</i>	Mati
	4	0,37	<i>High Pressure</i>	Mati
<i>Strainer besar</i>	1	0,37	<i>High Pressure</i>	Mati
	2	0,48	<i>Low Pressure</i>	Menyala
	3	0,38	<i>High Pressure</i>	Mati
	4	0,4	<i>High Pressure</i>	Mati

4.3.3 Data pada oil cooler

Data hasil pengujian pada *oil cooler* peneliti melakukan pengujian dengan menggunakan alat ukur laser *thermometer gun* untuk memperoleh nilai suhu air maupun pelumas (oli) pada sistem *heat exchanger*. Pada pengambilan data *oil cooler* peneliti melakukan pengamatan nilai debit air pendingin pada *pressure indicator* yang masuk pada sistem *heat exchanger*. Data disini untuk mengetahui pengaruh *cooling water system* terhadap kinerja unit pembangkit di PLTA PB.Soedirman.

Data pengamatan :

Luas Rumah dan Bantalan Generator

Armh : 69,9 m²

Abtl : 14,2 m²

Daya keluar : 61,34 MW

Massa jenis air : 1000 kg/m³

Koefisien perpindahan kalor : 15 W/m².K

Tabel 4. 4 proses *heat exchanger* pada *oil cooler*

No	Pendingin			Rumah Generator		Bantalan Generator	
	Q (l/min)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)
1	1050	26,4	29,8	30,6	41,7	31,7	47,7
2	1071	26,7	30,1	30,9	41,9	32	47,7
3	1057	26,5	29,9	31,1	42,3	32,4	47,6
4	1169	27,3	30,2	31,3	42,5	32,6	47,7
5	753	27,1	30	31,2	42,6	32,8	47,5
X	1016	26,8	30,4	31,02	42,20	32,3	47,44

4.3.4 Potential Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Berdasarkan data instrumentasi pada *cooling water system* di PLTA PB.Soedirman yang diambil pada tahun 2014 – 2017 dapat dilakukan pengukuran keandalan instrumentasi pada *cooling water system* dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode ini adalah metode kualitatif

dengan menggunakan pentabelan yang berfungsi untuk mengidentifikasi potensi mode kegagalan, efek kegagalan dan bentuk pengendalian dari masalah kualitas. Tujuan dari penelitian disini dapat menentukan nilai tingkat kegagalan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang merupakan indikator tingkat kekritisan untuk menentukan nilai koreksi yang sesuai dengan mode kegagalan. Indikator tingkat kekritisan dari suatu instrumentasi dapat dijadikan suatu acuan untuk dilakukan tindakan perawatan (*maintenance*) sehingga masalah pada cooling water system dapat dilakukan diketahui. Peneliti melakukan pengambilan data nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection instrument* pada *cooling water system* selanjutnya peneliti membuat worksheet potential FMEA pada *cooling water system*. Berdasarkan tabel kriteria *severity*, *occurrence* dan *detection* yang sudah di jelaskan pada BAB II, dapat dijelaskan kriteria dari masing-masing peringkat pada *cooling water system*. Kriteria dan peringkat *severity* dalam metode *failure mode and effect analysis* (FMEA) untuk *cooling water system* PLTA PB.Soedirman adalah sebagai berikut :

Peringkat 1 : Tidak ada efek sama sekali, yaitu pada *cooling water system* tidak ada gangguan sama sekali pada komponen atau sistem mesin pada *cooling water system*.

Peringkat 2 : *Cooling water system* dapat beroperasi secara normal, efek gangguan tidak mengganggu operasi, yaitu kompresor udara beroperasi dengan baik gangguan tidak berpengaruh operasi yaitu korosi , berkarat.

Peringkat 3: CWS dapat beroperasi dengan normal namun ada gangguan kecil, operator menyadari adanya gangguan yaitu *cooling water system* dapat beroperasi dengan baik namun adanya gangguan kecil seperti instrumentasi pada cws bergoyang, terjadi rembesan air.

Peringkat 4: CWS dapat beroperasi dengan normal, namun ada settingan mengalami perubahan yaitu sistem *cooling water system* masih beroperasi dengan baik namun ada suatu instrument mengalami

perubahan *settingan* dalam pengukuran, untuk itu diperlukan suatu kalibrasi instrumentasi pada *pressure switch*.

Peringkat 5 : CWS dapat beroperasi, namun ada gangguan yaitu terjadi penurunan performansi seperti kotor, tidak stabil, bising, hubung singkat, hilang sinyal, sensor suhu tidak bekerja.

Peringkat 6 : CWS dapat dioperasikan, namun ada alat yang tidak berfungsi / rusak, yaitu cooling water system masih dapat beroperasi tetapi ada komponen yang mengalami kerusakan seperti *cooling water pump 2* tidak dapat bekerja/rusak.

Peringkat 7 : CWS tidak dapat beroperasi atau mengalami *trip*, yaitu *cooling water system* tidak normal karena adanya gangguan komponen seperti adanya *backwashing* tidak normal, tidak adanya aliran air.

Peringkat 8 : CWS tidak dapat beroperasi (*trip*) karena adanya gangguan besar, yaitu hilangnya fungsi utama mesin, yaitu *cooling water pump* tidak dapat menghisap air dari *tail race*, *pressure switch* tidak bekerja, *strainer* rusak.

Peringkat 9 : Kegagalan sangat tinggi, dapat menggagalkan sistem, dan membahayakan dengan adanya tanda-tanda kerusakan sebelumnya, mengalami kerusakan fatal dan membahayakan operator dan teknisi yaitu terbakar, meledak.

Peringkat 10 : Kegagalan sangat tinggi, dapat menggagalkan sistem dan membahayakan, tetapi tidak ada tanda-tanda kerusakan sebelumnya, yaitu *cws* mengalami penurunan performa yang berakibat menggagalkan sistem, kerusakan fatal pada komponen lain dan membahayakan operator dan teknisi seperti meledak, terbakar.

Peringkat *occurrence* dalam metode FMEA pada *cooling water system* PLTA PB.Soedirman yaitu :

Peringkat 1 : Kejadian kegagalan tidak pernah terjadi sama sekali dengan frekuensi kejadian kegagalan masih < 1 .

Peringkat 2 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 3 tahun dengan frekuensi kegagalan 1.

Peringkat 3 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 2 tahun dengan frekuensi kegagalan 2.

Peringkat 4 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 1 tahun dengan frekuensi kegagalan 3-6.

Peringkat 5 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 6 bulan dengan frekuensi kegagalan 7-13.

Peringkat 6 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 2 bulan dengan frekuensi kegagalan 14-24.

Peringkat 7 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 30 hari dengan frekuensi kegagalan 25-55.

Peringkat 8 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 14 hari dengan frekuensi kegagalan 54-99.

Peringkat 9 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per 7 hari dengan frekuensi kegagalan 100-199.

Peringkat 10 : Kejadian kegagalan terjadi 1 per *shift* dengan frekuensi kegagalan >200 .

Peringkat *detection* menggunakan metode FMEA pada *cooling water system* di PLTA PB.Soedirman adalah sebagai berikut:

Peringkat 1 : Pasti terdeteksi, yaitu suatu gangguan yang pasti terdeteksi.

- Peringkat 2 : Deteksi sangat tinggi, yaitu gangguan yang terdeteksi oleh alat kontrol atau indikator sehingga akan adanya perawatan rutin dari teknisi.
- Peringkat 3: Deteksi tinggi, yaitu adanya peringatan *alarm* pada panel, yaitu gangguan mulai terdeteksi dini dengan adanya tanda *alarm* dan penampil di HMI pada *cooling water system*.
- Peringkat 4 : Deteksi cukup tinggi, yaitu gangguan terdeteksi karena adanya komponen atau instrument yang mengalami perubahan dalam pengaturan sehingga perlu adanya kalibrasi.
- Peringkat 5 : Deteksi sedang, yaitu gangguan terdeteksi karena adanya komponen yang mengalami penurunan performa sehingga perlu dilakukan perbaikan / *maintenance*.
- Peringkat 6 : Deteksi sangat kecil, yaitu adanya alat yang tidak berfungsi dengan baik / rusak sehingga perlu adanya penggantian alat baru.
- Peringkat 7 : Deteksi kecil, yaitu kegagalan terdeteksi karena adanya gangguan *instrument* sehingga *cooling water system* mengalami *shutdown / trip*.
- Peringkat 8 : Deteksi sangat kecil, yaitu kegagalan terdeteksi karena adanya gangguan suatu sistem atau alat sehingga *cooling water system* tidak bisa *start* (menyala).
- Peringkat 9 : Deteksi sedikit,yaitu kegagalan yang terjadi sangat sulit terdeteksi oleh operator lapangan maupun alat kontrol.
- Peringkat 10 : Tidak bisa terdeteksi,yaitu kegagalan yang terjadi karena adanya kerusakan fatal sistem lain.

Tabel 4. 5 Worksheet potential FMEA pada cooling water system

No	Component Instrument	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure	S A V	Potential Cause of Failure	O C C	Current Control	D E T	R P N
1.	Cooling Water Pump	Memompa air dari <i>tailrace</i> ke system <i>Cooling water system</i>	Indikasi tekanan pada cwp berkurang. Pompa kotor dari debu dan kotoran	<i>Performance</i> menurun / kurangnya debit air yang masuk pada cws Dapat berakibat rusaknya bearing rusak.	6	Kondisi area yang <i>vibrasi</i> dan <i>temperature</i> yang tidak tetap.	3	Periksa dan bersihkan pompa dari debu dan kotoran. Periksa kelainan suara secara visual. Periksa kekencangan baut pengikat. Periksa sambungan pada terminal <i>box</i> , kabel instalasi kelistrikan.	7	126
2.	Pressure Indicator	Mendeteksi tekanan pada <i>cooling water system</i>	Jarum penunjukan PI berubah Gerigi PI sudah aus.	Penunjukan tekanan tidak benar	5	Kondisi area yang <i>vibrasi</i> dan <i>temperature</i> selalu berubah	3	Kalibrasi / <i>setting</i> alat	5	75
3.	Flow Indicator	Mendeteksi atau penunjuk aliran air pada sistem <i>cooling water system</i>	Pengaturan <i>flow</i> bisa berubah	<i>Flow alarm</i> menyala terus	5	Kondisi area yang <i>vibrasi</i> dan <i>temperature</i> berubah - ubah	3	Kalibrasi / <i>setting</i> alat	5	75
4.	Strainer	<i>Filter</i> / penyaring kotoran yang pada sistem <i>cooling water system</i>	Bocornya air pada pemipaan dan sistem. <i>Motor valve</i> tidak bekerja	<i>Strainer block</i> / tersumbat.	6	<i>Sediment</i> atau kotoran menyumbat <i>strainer</i>	3	Perbaiki / periksa bocoran air pada sistem pemipaan. Periksa <i>indicator delta Pressure</i> Periksa posisi katup <i>inlet</i> dan katup <i>outlet</i>	6	108
5.	High Oil Temperature Detector	Mengontrol <i>temperature</i> pada unit generator pembangkit	Terdapat gangguan / rusak <i>Setting alarm/trip temperature</i> berubah	<i>Performance</i> unit menurun Dapat berakibat <i>bearing</i> / bagian rotor rusak Penunjukan <i>temperature</i> tidak bekerja / sesuai.	5	Temperatur oli tinggi <i>Oil cooler</i> kotor/tersumbat	4	<i>Setting</i> / kalibrasi alat.	5	100

4.4 Perhitungan dan Pembahasan Penelitian

Berdasarkan hasil data penelitian yang telah didapat maka dapat diperoleh perhitungan :

4.4.1 Pengaruh air pendingin terhadap unit generator.

1. Rugi kalor yang terserap oleh air pendingin :

$$P_1 : C_p \times \rho \times Q \times (T_2 - T_1)$$

$$P_1 : 4200 \times 1000 \times 0,106 \times (30,4 - 26,8)$$

$$P_1 : 1.602,720 \text{ KW}$$

2. Rugi Kalor yang tidak terserap oleh air pendingin :

- a) Pada rumah generator

$$P_2 : h \times \text{Armh} \times (T_2 - T_1)$$

$$P_2 : 15 \times 69,9 \times (42,20 - 31,02)$$

$$P_2 : 11,72 \text{ KW}$$

- b) Pada bantalan generator

$$P_3 : h \times \text{Abtl} \times (T_2 - T_1)$$

$$P_3 : 15 \times 14,2 \times (47,44 - 32,3)$$

$$P_3 : 3224,82 \text{ W}$$

$$P_3 : 3,22 \text{ KW}$$

- c) Rugi generator

$$P_i : P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_i : (1602,720 + 11,72 + 3,22) \text{ KW}$$

$$P_i : 1617,66 \text{ KW}$$

$$P_i : 1,617 \text{ MW}$$

- d) Efisiensi generator

$$\eta : \frac{\text{Daya Keluar}}{\text{Daya Keluar} + \text{Rugi Generator}} \times 100\%$$

$$: \frac{61,34}{61,34 + 1,617} \times 100\%$$

$$: 97,42 \%$$

e) Pendingin *alternator* (generator)

Pada alternator efisiensinya sangat tinggi yaitu kerugian efisien 2,58%. Walaupun presentasinya sangat kecil, bila itu terjadi pada beban 61,34 MW untuk efisiensi 97,42% akan menghasilkan kerugian sebesar :

$$\begin{aligned}\text{Kerugian Daya} &= 61,34 \text{ MW} \times \left(\frac{100-97,42}{100}\right) \\ &= 1,58 \text{ MW}\end{aligned}$$

Jika 1,58 MW itu kerugian dikalikan panas, maka *cooling water system* (sistem pendingin) sangat diperlukan untuk mencegah kehilangan panas tersebut.

4.4.2 Perhitungan RPN *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Berdasarkan rumus pada bab II dan data penelitian yang telah didapat maka nilai RPN dapat diperoleh dengan rumus :

$$\text{RPN} : \text{SAV} \times \text{OCC} \times \text{DET}$$

1. *Cooling water pump*

$$\begin{aligned}\text{RPN} &: 6 \times 3 \times 7 \\ &: 126\end{aligned}$$

2. *Pressure indicator*

$$\begin{aligned}\text{RPN} &: 5 \times 3 \times 5 \\ &: 75\end{aligned}$$

3. *Flow indicator*

$$\begin{aligned}\text{RPN} &: 5 \times 3 \times 5 \\ &: 75\end{aligned}$$

4. *Strainer*

$$\begin{aligned}\text{RPN} &: 6 \times 3 \times 6 \\ &: 108\end{aligned}$$

5. *High oil temperature detector*

$$\begin{aligned}\text{RPN} &: 5 \times 4 \times 5 \\ &: 100\end{aligned}$$

Dari data laporan kegagalan sistem dan hasil analisa *worksheet* instrumentasi pada *cooling water system* dengan menggunakan *metode failure mode and effect analysis* maka dapat nilai *variable* yang akan dinilai untuk mencari *variable* mana yang mempunyai resiko kritikal sehingga akan memudahkan melihat hubungan dan urutan mode kegagalan tersebut. Dengan melihat *worksheet* dan hasil perhitungan RPN maka dari masing – masing komponen instrumentasi dapat diurutkan nilai RPN tertinggi sampai yang terendah seperti dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 6 Nilai RPN *instrument* pada *cooling water system*

No	Instrumentasi	RPN
1	<i>Cooling water pump</i>	126
2	<i>Pressure indicator</i>	75
3	<i>Flow indicator</i>	75
4	<i>Strainer</i>	108
5	<i>High oil temperature detector</i>	100
Total		484

Dari analisa instrumentasi pada *cooling water system* dengan menggunakan metode FMEA maka diperoleh nilai RPN total 484 dan dapat diketahui nilai RPN dari tertinggi yaitu : *cooling water pump* sebesar 126, *strainer* sebesar 108, *high oil temperature detector* 100, *flow indicator* 75, *pressure indicator* 75. Dari masing – masing instrumentasi pada *cooling water system* maka dapat diketahui nilai masing-masing instrumentasi masih memenuhi kemampuan operasi karena masih dibawah nilai standar RPN. Dari hasil nilai RPN dan level resiko yang telah dihitung dan didapatkan maka dapat dilanjutkan analisa dengan menggunakan diagram pareto untuk nilai RPN. Untuk membuat diagram pareto dilakukan perhitungan perhitungan kumulatif untuk mendapatkan presentase dari nilai RPN yang dapat dilakukan perhitungan :

RPN *cooling water pump* : 126
RPN total : 484

Maka diperoleh nilai presentase total keseluruhan : $\frac{RPN \text{ Rata-rata}}{RPN \text{ Total}} \times 100\%$

$$: \frac{126}{484} \times 100\%$$

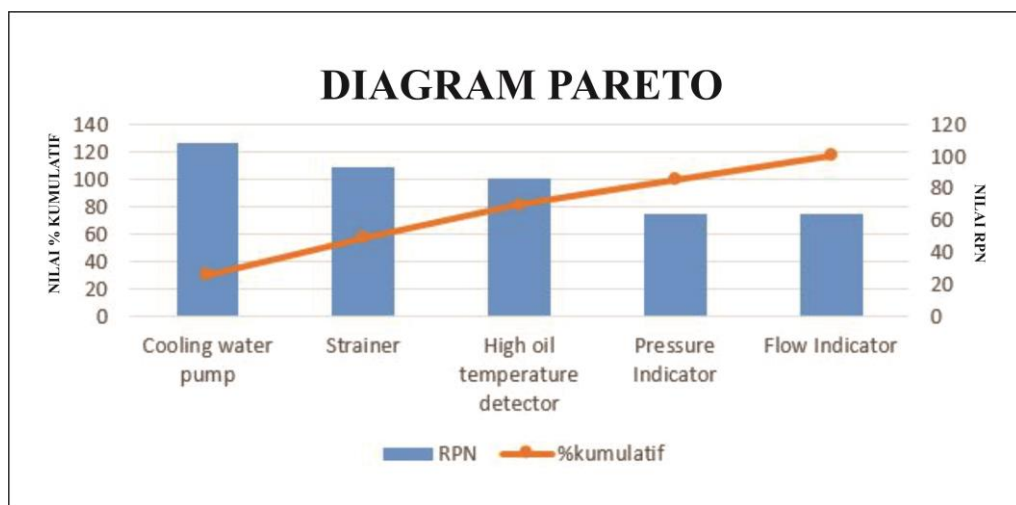
$$: 26,03 \%$$

Selanjutnya dengan perhitungan yang sama maka diperoleh presentase total keseluruhan selanjutnya dapat diolah menjadi nilai presentase kumulatif instrumentasi pada *cooling water system* dapat dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4.7 *Presentase kumulatif instrumentasi pada cooling water system*

No	Instrumentasi	RPN	Presentase total keseluruhan (%)	Presentase kumulatif (%)
1.	<i>Cooling water pump</i>	126	26,03	26,03
2.	<i>Strainer</i>	108	22,31	48,34
3.	<i>High oil temperature detector</i>	100	20,66	69,02
4.	<i>Pressure Indicator</i>	75	15,49	84,49
5.	<i>Flow Indicator</i>	75	15,49	100

Analisa diagram pareto intrumentasi pada *cooling water system* dapat dilihat pada gambar 4.4 :



Gambar 4.4 Grafik diagram pareto instrumentasi pada *cooling water system*

Dari gambar grafik diagram pareto gambar 4.4 dapat diketahui bahwa *cooling water pump* pada *cooling water system* yang terletak pada grafik paling kiri memberikan kontribusi tingkat kekritisannya paling tinggi berdasarkan nilai RPN. Berdasarkan analisa instrumentasi pada *cooling water system* Pembangkit Listrik Tenaga Air PB.Soedirman PT.Indonesia Power Mrica dapat dikatakan masih memenuhi

standar operasi karena masih di bawah nilai standar RPN yaitu 200. Gangguan terbanyak terdapat pada *instrument cooling water pump* dengan nilai RPN 126 dan nilai kumulatif 23,03%, *strainer* dengan nilai RPN 108 dan nilai kumulatif 48,34%, *High Oil Temperature Detector* dengan nilai RPN 100 dan nilai kumulatif 69,02%, *Pressure Indicator* dengan nilai RPN 75 dan nilai kumulatif 84,49%, *Flow Indicator* dengan nilai RPN 75 dan nilai kumulatif 100%. Sehingga instrumentasi / komponen yang harus dilakukan *maintanance* secara serius dan *diminimalisir* bisa dilihat dari grafik pareto mulai dari *Cooling Water Pump, Strainer, High Oil Temperature Detector, Pressure Indicator, Flow Indicator*.