

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan tentang data-data yang telah dikumpulkan sebelumnya dan pengolahan data menggunakan metode yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya serta pembahasan dari hasil penelitian untuk menjawab rumusan masalah penelitian.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Perseroan terbatas Pembangkit Jawa Bali atau disingkat dengan istilah PT. PJB. Untuk Persero terbatas Pembangkit Jawa Bali Unit Pembangkit Brantas disingkat dengan PT.PJB UP Brantas. Tahun 1945 dibentuk perusahaan listrik dan gas. Setelah itu pada tahun 1965 dipecah antara perusahaan listrik dan gas. Kemudian perusahaan listrik tersebut menjadi nama Perusahaan Listrik Negara (PLN) dengan status perusahaan umum. Pada tahun 1982 restrukturisasi dimulai di Jawa – Bali dengan pemisahan unit sesuai fungsinya, yaitu unit PLN pembangkitan dan penyaluran. Berikut merupakan logo dari perusahaan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Logo PT. Pembangkit Jawa Bali (PJB)
Sumber: PT. PJB UP Brantas

Status PLN diubah menjadi Persero pada tahun 1994. Pada tahun 1995 dilakukan restrukturisasi di dalam PT. PLN (Persero) dengan membentuk dua anak perusahaan di bidang pembangkitan yang bertujuan memisahkan misi sosial dan misi komersial yang sesuai.

Tanggal 3 Oktober 1995, PT. Pembangkitan Tenaga listrik Jawa–Bali II atau yang lebih dikenal dengan nama PLN PJB II berdiri. Pada tahun 2000, PLN PJB II berubah nama menjadi PT. Pembangkitan Jawa–Bali. Saat ini PT. PJB memiliki 13 unit pembangkitan dengan kapasitas terpasang 6.536 MW dan aset setara kurang lebih 41,5 Triliyun. Didukung oleh 2.203 karyawan, mutu, kehandalan, dan layanan yang diberikan mampu memenuhi standart internasional.

Unit Pembangkit (UP) Brantas adalah salah satu unit PT. PJB yang mengoperasikan 13 PLTA yang tersebar di 5 kabupaten di Jawa Timur. Kapasitas cukup kecil yaitu hanya 281 MW atau 4,1 persen dari seluruh kapasitas terpasang PT. PJB Kontribusi ke sistem Jawa, Madura, Bali (Jamali) hanya sekitar 2 persen. Keberadaannya lebih berfungsi sebagai *initial charging* yaitu sebagai pembangkit cadangan disaat PLTU mengalami perbaikan saat sistem kehilangan daya (*black out*).

PLTA yang masuk dalam sistem operasi Unit Pembangkit (UP) Brantas adalah PLTA Sengguruh, PLTA Sutami, PLTA Selorejo, PLTA Lodayo, PLTA Ngebel, PLTA Tulungagung, PLTA Wlingi, PLTA Medalan, PLTA Giringin, PLTA Wonorejo dan PLTA Ampelgading. Pada tahun 2008 dan 2009, UP Brantas dinobatkan sebagai unit pembangkit *hydro* terbaik diantara unit pembangkit PT. PJB.

4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

Organisasi atau sebuah perusahaan pasti ada sebuah visi dan misi menjadi tujuan yang hendak dicapai oleh perusahaan tersebut. Adapun visi dan misi yang ingin dicapai PT. PJB sebagai berikut.

Visi PT. PJB

“Menjadi perusahaan pembangkit tenaga listrik Indonesia yang terkemuka dengan standar kelas dunia”.

Misi PT. PJB

1. Memproduksi tenaga listrik yang handal dan berdaya saing.
2. Meningkatkan kinerja secara berkelanjutan melalui implementasi tata kelola pembangkitan dan sinergi bisnis.
3. Mengembangkan kapasitas dan kapabilitas sumber daya manusia (SDM) yang mempunyai kompetensi teknik dan manajerial yang unggul dan berwawasan bisnis.

4.1.2 Gambaran Umum PLTA Sutami

PLTA Sutami adalah pembangkit listrik dibawah pengelola PT. Pembangkitan Jawa Bali (PT. PJB), unit Pembangkitan Brantas Distrik A. PLTA ini merupakan salah satu pembangkit yang memanfaatkan potensi air sungai Brantas yang terletak sekitar 35 km di sebelah selatan Kota Malang kearah Kota Blitar, dengan ketinggian 272 m diatas permukaan air laut, berada di daerah Karangates. Dengan kapasitas 3 x 36000 kW, yang ditransmisikan ke SUTT 154 kV.

Pembangunannya dilaksanakan oleh proyek induk pengembangan wilayah sungai Brantas dengan nama proyek Serbaguna Karangates. Adapun manfaat dan tujuan pembangunan Karangates adalah:

1. Untuk pengendalian banjir.
2. Untuk keperluan irigasi, yaitu dengan cara membendung sungai pada musim hujan dan mengalokasikan kebutuhan air hilir sungai pada musim kemarau, sehingga pengolahan tanah dapat dikerjakan dengan baik sepanjang tahun.
3. Unit pembangkit tenaga listrik, yaitu dengan memanfaatkan air sungai yang dijadikan tegangan listrik melalui saluran pipa dan pipa pesat untuk menggerakkan turbin, sehingga dapat menghasilkan tenaga listrik melalui generator.
4. Sebagai tempat wisata dan perikanan.

4.1.3 Sejarah PLTA Sutami

Sejarah PLTA Sutami dibagi ke dalam 2 tahap, pembangunan tahap pertama dan pembangunan tahap kedua.

1. Pembangunan tahap pertama meliputi:
 - a. Pembangunan bendungan karangates dan bangunan pelengkap lainnya. Perencanaannya ditangani oleh konsulat Nippon Koei Co. Ltd. Dalam bidang survei, investigasi, dan desain pada tahun 1959. Pembangunan dilaksanakan pada tahun 1964 dibawah pengawasan kontraktor Kajima Construction Co. Ltd. Diresmikan oleh Presiden Soeharto pada tanggal 2 Mei 1972.
 - b. Pembangunan Pusat Listrik Tenaga Air (PLTA) unit 1 dan unit 2. Pembangunannya dimulai pada bulan Februari 1970 dan selesai pada bulan Agustus 1973. Pemasangan Metal Work dikerjakan oleh Sakai Iron Work Co. Ltd. Pemasangan Turbin dan Generator dikerjakan oleh Tokyo Shibaura Electric Co. Ltd. Diresmikan oleh Presiden Soeharto pada tanggal 4 September 1973.
2. Pembangunan tahap kedua meliputi:
 - a. Pembangunan Waduk Lahor dan bangunan pelengkap lainnya. Perencanaannya ditangani oleh Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Brantas dibawah pengawasan konsultan Nippon Coei Co. Ltd, dan diresmikan oleh Presiden Soeharto pada tanggal 13 November 1977.
 - b. Pembangunan PLTA Karangates unit 3. Pemasangan Metal Work ditangani oleh Saki Iron Works serta pemasangan turbin dan generator oleh Tokyo Shibaura Electric Co. Ltd. Atas persetujuan dari pihak supplier Michiwan Co. Ltd.

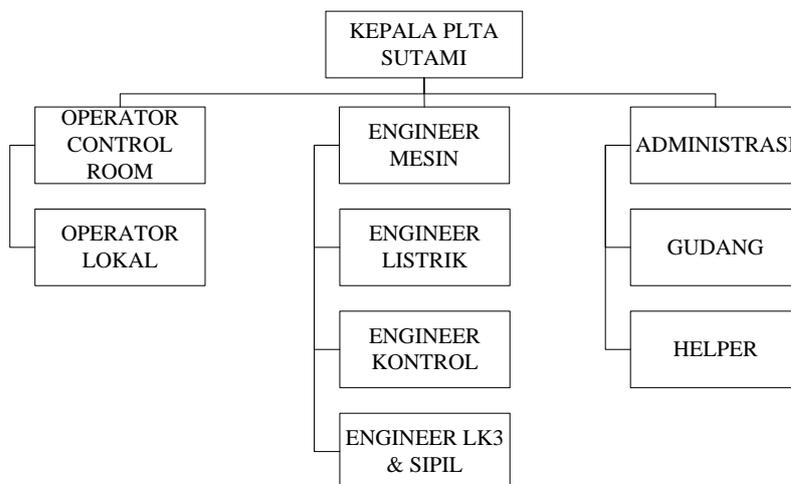
Diresmikan oleh menteri PUTL Prof. Dr. Ir. H. Sutami pada tanggal 23 April 1976.

Pembangunan Waduk Lahor yang terletak kira-kira 32 km disebelah selatan Kota Malang dengan ketinggian RWL 272,70 m diatas permukaan laut, dirasakan perlu untuk menambah kapasitas pengendalian banjir, irigasi, dan air untuk Bendungan Karangates yang dialirkan melalui terowongan penghubung.

Nama “Bendungan dan PLTA Sutami” adalah nama yang telah diresmikan oleh Presiden Soeharto pada tanggal 16 April 1981 untuk mengenang jasa-jasa Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sutami yang menjadi menteri PUTL Republik Indonesia.

4.1.4 Struktur Organisasi

Sebuah perusahaan memiliki struktur organisasi yang menggambarkan interaksi, tugas, dan tanggung jawab masing-masing atau posisi dan memuat alur perintah yang mengidentifikasi jabatan pekerjaan dan tanggung jawab masing-masing karyawan atas semua kegiatan kerja maupun komunikasinya dengan unit lain dalam perusahaan tersebut. Strukur organisasi PLTA Sutami dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur organisasi PLTA Sutami
Sumber: PT. PJB UP Brantas

4.1.5 Proses Produksi PLTA Sutami

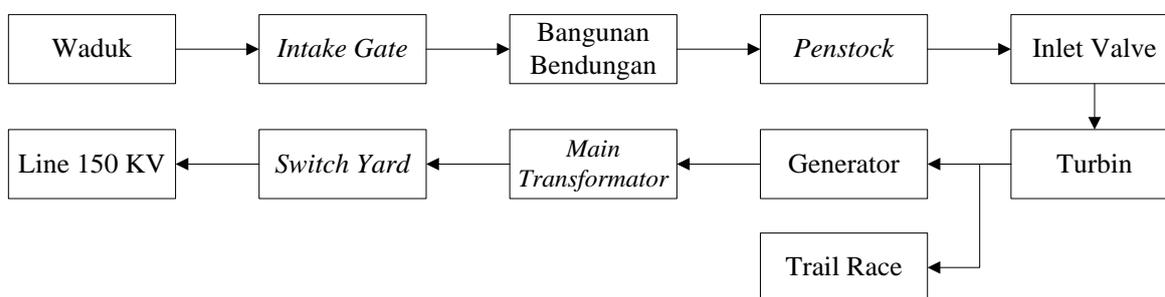
Di PLTA Sutami turbin dan sistem generatornya dioperasikan dengan sistem kontrol yang dijalankan oleh satu orang (*one way control system*) operator berada di ruang pengawas gedung pusat pembangkit listrik (*power house*) yang digunakan sebagai pusat pengatur kegiatan pengoperasian unit pembangkit.

Di ruang turbin juga, operator yang bertugas sebagai pembantu pengawas, khususnya untuk peralatan bantu turbin, dan peralatan meter-meter pada control almari turbin (*turbin*

board). Dalam keadaan tertentu unit pembangkit dapat juga dijalankan dan dihentikan secara manual dari almari governor.

Selama operasi, operator selalu berhubungan dengan unit pengatur beban unit distribusi regional IV, melaporkan keadaan beban, keadaan unit pembangkit, perubahan operasi sehubungan keperluan tertentu (pemeliharaan mesin), laporan keadaan cuaca setempat, dan elevasi air waduk.

Pada prinsipnya pengoprasian unit pembangkit PLTA Sutami secara operasional dikomando oleh unit pengatur beban Unit distribusi regional IV. Hal ini sejalan dengan sistem pengaturan beban *interconnection* se-jawa. Berikut merupakan penjelasan alur produksi pada PLTA Sutami.



Gambar 4.3 Alur produksi PLTA Sutami
Sumber: PT. PJB UP Brantas

4.1.6 Sistem Pemeliharaan Perusahaan

Kegiatan pemeliharaan pada perusahaan pada umumnya dilakukan berdasarkan *manual book* yang dimiliki perusahaan, menggunakan pengalaman pekerja selama melakukan kegiatan pemeliharaan, dan kondisi penggunaan mesin. Sistem pemeliharaan pada PLTA Sutami dilakukan dengan *preventive maintenance*, dan *corrective maintenance*. Pemeliharaan dilakukan berdasarkan ketentuan yang diberikan oleh Departemen Perencanaan dan Pengendalian Pemeliharaan Mesin. Sehingga sistem pemeliharaan pada perusahaan mengikuti sistem yang telah dibuat pada perusahaan.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan untuk menyusun penelitian ini terdapat data primer dan data sekunder.

4.2.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer dilakukan dengan cara melakukan diskusi, observasi proses produksi, dan pemeliharaan di perusahaan. Penyebaran kuesioner yang terdiri dari kuesioner validasi *Key*

Performance Indicator dan kuesioner tingkat kepentingan *Key Performance Indicator*. Kuesioner validasi *Key Performance Indicator* dilakukan untuk menyesuaikan indikator pada OMMP dengan kondisi nyata pada perusahaan. Kuesioner diisi oleh pihak yang sangat memahami kegiatan *maintenance* pada PLTA Sutami. Kuesioner tingkat kepentingan *Key Performance Indicator* digunakan dalam penentuan bobot dimensi dan KPI untuk kebutuhan metode *Overall Measure of Maintenance Performance* tersebut.

4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari data historis perusahaan, data-data historis yang digunakan dalam penelitian ini adalah data *downtime* mesin, data hasil produksi, data biaya perawatan, data jumlah *manhour*, data *runtime* mesin, data frekuensi *breakdown*, dan data biaya *inventory* selama periode Januari 2015 sampai Desember 2016. Pengumpulan data sekunder dimaksudkan untuk mendukung proses perhitungan pengukuran kinerja sistem pemeliharaan pada PLTA Sutami.

1. Data *Downtime* Mesin

Downtime mesin pada penelitian ini terbagi menjadi 2, yaitu: *downtime* mesin karena *preventive maintenance* yang merupakan pemeliharaan rutin untuk mencegah kerusakan mesin dan *downtime* mesin karena *corrective maintenance* yaitu perawatan mesin tidak terencana yang terjadi akibat adanya kerusakan mesin baik yang bersifat *emergency* maupun tidak. Data *downtime* mesin dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1
Data *Downtime* Mesin

| Periode | Jenis Perawatan | Jumlah Kegiatan | Waktu <i>Downtime</i> (Jam) |
|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|
| Januari - Desember 2015 | <i>Preventive</i> | 12 | 4312 |
| | <i>Corrective</i> | 20 | 4114 |
| | <i>Emergency</i> | 10 | 568 |
| Total | | 42 | 8994 |
| Januari - Desember 2016 | <i>Preventive</i> | 10 | 1221 |
| | <i>Corrective</i> | 17 | 2369 |
| | <i>Emergency</i> | 7 | 841 |
| Total | | 34 | 4431 |

Sumber: PT. PJB UP Brantas

2. Data *Manhour*

Manhour pada kegiatan pemeliharaan terdiri dari *manhour planned* dan *manhour actual*. Pada pemeliharaan terdapat 3 orang operator yang bertugas setiap *shift*nya, dan bekerja selama 7 hari. Berikut merupakan data *Manhour* yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2
Data *Manhour*

| Periode | <i>Hours</i> (Jam) | <i>Manhour</i> (Jam Pekerja) | | | Total |
|---------|-----------------------|------------------------------|-------------------|--|-------|
| | | <i>Planned</i> | <i>Preventive</i> | <i>Corrective</i> & <i>Emergency</i> | |
| 2015 | 1502 | 7048 | 1153 | 1795 | 2948 |
| 2016 | 1794 | 6059 | 1579 | 2213 | 3792 |

Sumber: PT. PJB UP Brantas

3. Data Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan pada perusahaan meliputi biaya pemeliharaan *preventive* dan biaya pemeliharaan *corrective* untuk perawatan mesin rusak. Berikut merupakan data biaya pemeliharaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3
Data Biaya Pemeliharaan

| Periode | Biaya Pemeliharaan | | Total |
|-------------------------|--------------------|------------------|----------------|
| | <i>Preventive</i> | <i>Corective</i> | |
| Januari - Desember 2015 | Rp 93.803.457 | Rp 87.410.659 | Rp 181.214.116 |
| Januari - Desember 2016 | Rp 76.024.369 | Rp 93.429.490 | Rp 169.453.859 |

Sumber: PT. PJB UP Brantas

4. Data *Equipment Runtime*

Equipment Runtime merupakan data yang menyajikan berapa lama mesin beroperasi untuk produksi. Berikut merupakan data *Equipment Runtime* yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4
Data *Equipment Runtime*

| Periode | <i>Equipment Runtime</i> (Jam) |
|-------------------------|--------------------------------|
| Januari - Desember 2015 | 13.788 |
| Januari - Desember 2016 | 14.189 |

Sumber: PT. PJB UP Brantas

5. Data Biaya *Inventory*

Biaya *inventory* didapatkan berdasarkan akumulasi media penyimpanan *dan* upah operator yang bertanggung jawab memelihara *inventory*. Berikut merupakan data biaya *inventory* yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Data Biaya *Inventory*

| Periode | Biaya <i>Inventory</i> (2015) | Biaya <i>Inventory</i> (2016) |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| Januari | Rp12.508.880 | Rp11.541.133 |
| Februari | Rp13.281.263 | Rp11.265.950 |
| Maret | Rp11.303.833 | Rp8.437.691 |
| April | Rp11.052.123 | Rp10.424.300 |

| Periode | Biaya <i>Inventory</i> (2015) | Biaya <i>Inventory</i> (2016) |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|
| Mei | Rp14.427.326 | Rp12.067.884 |
| Juni | Rp14.403.809 | Rp9.476.514 |
| Juli | Rp12.579.709 | Rp10.187.745 |
| Agustus | Rp.13.947.696 | Rp11.833.082 |
| September | Rp15.963.201 | Rp15.358.561 |
| Oktober | Rp11.245.419 | Rp11.261.101 |
| November | Rp10.965.174 | Rp10.669.377 |
| Desember | Rp10.192.039 | Rp11.110.825 |
| Total | Rp151.870.472 | Rp133.634.163 |

Sumber: PT. PJB UP Brantas

6. Data Hasil Produksi

Data hasil produksi selama bulan Januari hingga Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Data hasil produksi

| Periode | Hasil Produksi (kwh) | Biaya Produksi |
|-------------------------|----------------------|-----------------|
| Januari - Desember 2015 | 144997578 | Rp97.484.257.65 |
| Januari - Desember 2016 | 158086906.33 | Rp102.756.489.1 |

Sumber: PT. PJB UP Brantas

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa langkah meliputi validasi *Key Performance Indicator*, konstruksi model AHP, pembuatan matriks perbandingan berpasangan, penentuan bobot akhir, perhitungan nilai kinerja aktual *Key Performance Indicator*, penilaian kinerja *key performance*, analisis dan pembahasan, serta memberikan rekomendasi perbaikan sesuai dengan kondisi perusahaan.

4.3.1 Validasi *Key Performance Indicator* (KPI)

Tahap validasi *Key Performance Indicator* (KPI) ini digunakan untuk menentukan KPI pada metode *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) sesuai dengan kondisi nyata pemeliharaan pada perusahaan yang diteliti yakni PLTA Sutami. Pada tahap ini diberikan kuesioner untuk diisi kepada pihak yang sudah sangat mengerti sistem pemeliharaan pada PLTA Sutami. Responden mengisi kuesioner tersebut dengan jawaban ya atau tidak pada kolom validasi yang sudah disediakan saat pengisian kuesioner. Pengisian kuesioner dengan jawaban “ya” menunjukkan bahwa KPI pada metode *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) dapat digunakan dalam pengukuran

kinerja perusahaan, sedangkan dengan jawaban “tidak” menunjukkan bahwa KPI pada metode *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) tidak dapat digunakan sebagai indikator pengukuran kinerja sistem pemeliharaan pada perusahaan.

Hasil dari pengisian kuesioner yakni terdapat 18 dari 23 KPI yang tervalidasi. Diantara KPI yang tervalidasi terdapat 6 KPI *Maintenance Administration*, 7 KPI *Maintenance Effectiveness*, dan 5 KPI *Maintenance Cost*. Selain itu terdapat 5 KPI yang tidak tervalidasi diantaranya adalah:

1. *Utilization*

KPI ini tidak digunakan dalam indikator sistem pemeliharaan perusahaan karena pekerja lebih banyak bekerja ketika adanya *work order*.

2. *Overdue Tasks*

KPI ini tidak digunakan dalam indikator sistem pemeliharaan perusahaan karena perusahaan tidak dapat menilai pekerjaan dalam setiap minggu.

3. *Work Order, Planned, and Sheduled*

KPI ini tidak digunakan dalam pemeliharaan perusahaan karena setiap *work order* yang dilakukan selalu dilaksanakan.

4. *Work Order Turnover*

KPI ini tidak digunakan karena perusahaan tidak mempertimbangkan informasi jumlah pekerjaan yang dilakukan pada di saat ini.

5. *Inventory Turnover Rate*

KPI ini tidak digunakan dalam indikator sistem pemeliharaan perusahaan karena tidak terdapat informasi tentang rata-rata biaya persediaan.

Rekapan *Key Performance Indicator* (KPI) yang tervalidasi maupun tidak tervalidasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7
Validasi *Key Performance Indicator*

| Perspektif | Dimensi | Kode | <i>Key Performance Indicator</i> | Valid |
|-----------------------------------|------------------------------|------|---|-------|
| <i>Maintenance Administration</i> | <i>Manpower</i> | A11 | <i>Manpower Efficiency</i> | Ya |
| | | A12 | <i>Overtime</i> | Ya |
| | | A13 | <i>Utilization</i> | Tidak |
| | | A14 | <i>Predictive and Preventive Maintenance Coverage</i> | Ya |
| | <i>Work order</i> | A21 | <i>Overdue Task</i> | Tidak |
| | | A22 | <i>Work order, Planned and scheduled</i> | Tidak |
| | | A23 | <i>Work order turnover</i> | Tidak |
| | <i>Service operation</i> | A31 | <i>Degree of scheduling</i> | Ya |
| | | A32 | <i>Breakdown repair hours</i> | Ya |
| | <i>Maintenance intensity</i> | A41 | <i>Maintenance hours applied</i> | Ya |

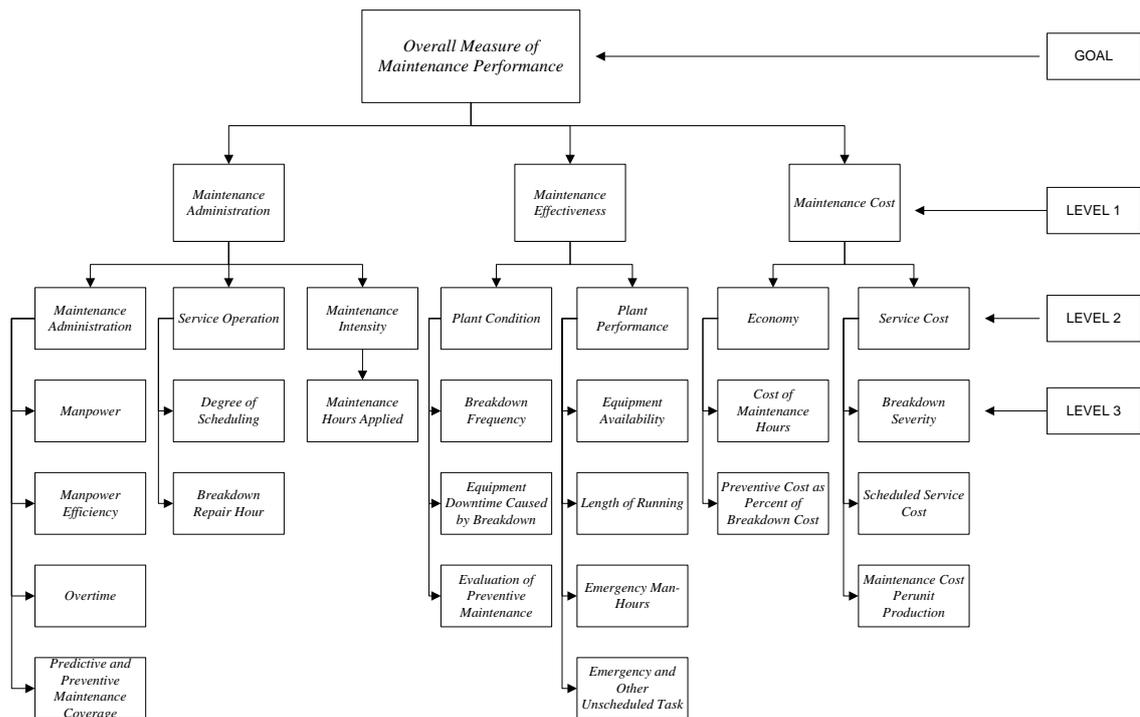
| Perspektif | Dimensi | Kode | Key Performance Indicator | Valid |
|---------------------------|-------------------|------|--|-------|
| Maintenance Effectiveness | Plant condition | B11 | Breakdown frequency | Ya |
| | | B12 | Equipment downtime caused by breakdown | Ya |
| | | B13 | Evaluation of preventive maintenance | Ya |
| | Plant performance | B21 | Equipment availability | Ya |
| | | B22 | Length of running | Ya |
| | | B23 | Emergency man-hours | Ya |
| | | B24 | Emergency and other unscheduled task | Ya |
| Maintenance cost | Economy | C11 | Cost of maintenance hours | Ya |
| | | C12 | Preventive cost as percent of breakdown cost | Ya |
| | | C13 | Inventory turnover rate | Tidak |
| | Service cost | C21 | Breakdown severity | Ya |
| | | C22 | Scheduled service cost | Ya |
| | | C23 | Maintenance cost perunit production | Ya |

Sumber: Kuesioner Validasi

4.3.2 Konstruksi Model AHP

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu model pendukung untuk mengambil suatu keputusan dengan menguraikan masalah yang kompleks menjadi suatu hirarki. Konstruksi penyelesaian masalah menggunakan AHP ini dapat dilakukan untuk mempermudah proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan kriteria keputusan yang terdapat pada dalam sebuah sistem pokok yang kemudian disusun lagi ke dalam bagian-bagian lainnya hingga membentuk suatu hirarki yang berisikan informasi secara sistematis.

Berdasarkan hasil validasi pada proses sebelumnya diketahui bahwa *Key Performance Indicator* (KPI) pada konsep *Overall Measure Maintenance of Performance* (OMMP) dapat mempengaruhi sistem pemeliharaan pada perusahaan yakni PLTA Sutami. Struktur hirarki Sistem Pemeliharaan PLTA Sutami dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Konstruksi model *Analytical Hierarchy Process* sistem pemeliharaan PLTA Sutami

Pada struktur hirarki diatas dapat diketahui bahwa *Overall Measure of Maintenance Performance* berada tingkat paling atas (*goal*) yang menunjukkan tujuan akhir pengukuran kinerja sistem pemeliharaan. Untuk hirarki level 1 menunjukkan perspektif dari OMMP, level 2 menunjukkan dimensi yang menjelaskan perspektif pada level sebelumnya, level 3 menunjukkan indikator penilaian yang mendukung pada dimensi sebelumnya. Pada konstruksi AHP diatas dapat diketahui bahwa tujuan utama dari penelitian ini merupakan pengukuran kinerja sistem pemeliharaan pada PLTA Sutami.

4.3.3 Matriks Perbandingan Berpasangan

Pembuatan matriks perbandingan berpasangan adalah untuk mengetahui bobot dari tiap *Key Performance Indicator* (KPI), dimensi dan perspektif dari konsep *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) yang sudah tervalidasi pada tahap sebelumnya. Sehingga nantinya dapat diketahui tingkat pengaruh antar tiap-tiap indikatornya berdasarkan kuesioner perbandingan berpasangan. Kuesioner perbandingan menjabarkan deskripsi dari rumus-rumus perhitungan konsep OMMP yang telah tervalidasi. Kuesioner tersebut ditujukan untuk responden yang sudah dianggap sangat mengerti.

Untuk mengisi kuesioner perbandingan berpasangan, responden diminta untuk melakukan perbandingan antar KPI dengan skala 1 sampai 9. Contoh skala perbandingan yang digunakan dalam matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Gambar 4.5.

| Perspektif | Skala Penilaian | | | | | | | | | | | | | | | | Perspektif | |
|-----------------------------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|------------|----------------------------------|
| <i>Maintenance Administration</i> | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | <i>Maintenance Effectiveness</i> |

Gambar 4.5 Kuesioner perbandingan berpasangan

Gambar 4.5 diatas memperlihatkan bahwa perbandingan antara perspektif *Maintenance Administration* dengan *Maintenance Effectiveness*. Berdasarkan pengisian responden perspektif *Maintenance Administration* lebih penting dibandingkan dengan perspektif *Maintenance Effectiveness* yang ditandai dengan nilai 5. Dalam pengisian kuesioner terdapat beberapa aturan untuk menentukan nilai perbandingan tiap indikatornya. Berikut merupakan aturan pengisian kuesioner.

Tabel 4.8

Aturan Pengisian Kuesioner

| Intensitas Kepentingan | Ketrangan | Penjelasan |
|------------------------|---|---|
| 1 | Kedua elemen sama penting | Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan |
| 3 | Elemen yang satu sedikit lebih penting | pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya |
| 5 | Elemen yang satu lebih penting | Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen lainnya |
| 7 | Elemen yang satu jelas lebih mutlak penting | Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek |
| 9 | Elemen yang satu lebih mutlak penting | Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen yang lainnya memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan |
| 2, 4, 6, 8 | Nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan | Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan |

Setelah hasil kuesioner didapatkan maka langkah selanjutnya yakni dengan membuat matriks perbandingan berpasangan antar perspektif yang dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9

Matriks Perbandingan Berpasangan Perspektif

| Perspektif | MA | MC | ME |
|------------|----|------|----|
| MA | 1 | 0.2 | 1 |
| MC | 5 | 1 | 3 |
| ME | 1 | 0.3 | 1 |
| Total | 7 | 1.54 | 5 |

Pada Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa perspektif *Maintenance Administration* (MA) sama lebih penting dibanding dengan *Maintenance Effectiveness* (ME). Perspektif *Maintenance Cost* (MC) memiliki nilai 5 kali lebih penting dibandingkan perspektif *Maintenance Administration* (MA). Sehingga perspektif *Maintenance Administration* (MA) memiliki nilai 0.2 kali lebih penting dibandingkan perspektif *Maintenance Cost*.

Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing perspektif. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap perspektif yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.10

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan Perspektif

| Perspektif | MA | ME | MC | Kumulatif | Bobot |
|------------|----------|-----|----------|-------------|-------|
| MA | 0.142857 | 0.2 | 0.130435 | 0.473291925 | 0.158 |
| ME | 0.142857 | 0.2 | 0.217391 | 0.560248447 | 0.187 |
| MC | 0.714286 | 0.6 | 0.652174 | 1.966459627 | 0.655 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing perspektif. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing perspektif, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot perspektif (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.2 & 1 \\ 5 & 1 & 3 \\ 1 & 0.3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.473 \\ 0.560 \\ 1.966 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.475 \\ 0.563 \\ 2.004 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks). Perhitungan nilai maksimum ditunjukkan sebagai berikut.

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{w_i}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 0.475 \\ 0.563 \\ 2.004 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.158 \\ 0.187 \\ 0.655 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 3.014 \\ 3.014 \\ 3.058 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{9.0875}{3} = 3.0291$$

Nilai maksimum *eigen* tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{3.0291 - 3}{3 - 1} = 0.0146$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0,58. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0683}{0.58} = 0.0251$$

Berdasarkan hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0.0251 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

Setelah diketahui matriks perbandingan antar perspektif, berikut dilanjutkan pada penyusunan matriks perbandingan antar dimensi dari tiap-tiap perspektif.

1. Perspektif *Maintenance Administration*

Pada terspektif *Maintenance Administration* terdapat *manpower*, *service operation*, dan *maintenance intensity*. Nilai matriks perbandingan berpasangan antar dimensi perspektif *maintenance administration* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Matriks Perbandingan Berpasangan Dimensi Perspektif *Maintenance Administration*

| Dimensi | <i>Manpower</i> | <i>Service operation</i> | <i>Maintenance intensity</i> |
|------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|
| <i>Manpower</i> | 1 | 0.33 | 0.5 |
| <i>Service operation</i> | 3 | 1 | 3 |
| <i>Maintenance intensity</i> | 2 | 0.33 | 1 |
| Total | 6 | 1.66 | 4.5 |

Pada Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa dimensi *manpower* bernilai 0,33 kali lebih penting dibandingkan dimensi *service operation*. Sehingga dimensi *service operation* bernilai 3 kali lebih penting dibandingkan *manpower*. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing dimensi. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap dimensi yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.12

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan Dimensi

| Dimensi | <i>manpower</i> | <i>service operation</i> | <i>maintenance intensity</i> | Kumulaif | Bobot |
|------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|----------|-------|
| <i>Manpower</i> | 0.1666 | 0.2 | 0.111 | 0.477 | 0.159 |
| <i>Service operation</i> | 0.5 | 0.6 | 0.666 | 1.766 | 0.589 |
| <i>Maintenance intensity</i> | 0.3333 | 0.2 | 0.222 | 0.755 | 0.252 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing perspektif. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing dimensi, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot dimensi (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.33 & 0.5 \\ 3 & 1 & 3 \\ 2 & 0.33 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.159 \\ 0.589 \\ 0.252 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.481 \\ 1.823 \\ 0.766 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{n}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 0.481 \\ 1.823 \\ 0.766 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.159 \\ 0.589 \\ 0.252 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 3.023 \\ 3.094 \\ 3.044 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{9.16171}{3} = 3.0539$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{3.0539 - 3}{3 - 1} = 0.0269$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0.58. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0269}{0.58} = 0.0464$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0.0464 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$

Setelah perhitungan tiap dimensi lalu dihitung juga matriks perbandingan untuk setiap indikator berdasarkan setiap dimensinya sebagai berikut.

a. *Manpower*

Pada dimensi *manpower* terdapat tiga indikator yang dibandingkan yakni *manpower efficiency* (A11), *overtime* (A12), dan *predictive and preventive maintenance coverage* (A14). Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Manpower*

| KPI | A11 | A12 | A14 |
|-----|-----|-----|-----|
| A11 | 1 | 2 | 1 |

| KPI | A11 | A12 | A14 |
|-------|-----|-----|-----|
| A12 | 0.5 | 1 | 1 |
| A14 | 1 | 1 | 1 |
| Total | 2.5 | 4 | 3 |

Pada Tabel 4.11 matriks perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa indikator *manpower efficiency* (A11) bernilai 2 kali lebih penting dibandingkan indikator *overtime* (A12) dengan nilai 0.5. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing KPI. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap KPI yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.14

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan KPI Dimensi *Manpower*

| KPI | A11 | A12 | A13 | Kumulatif | Bobot |
|-------|-----|------|----------|-----------|-------|
| A11 | 0.4 | 0.5 | 0.333333 | 1.233333 | 0.411 |
| A12 | 0.2 | 0.25 | 0.333333 | 0.783333 | 0.261 |
| A14 | 0.4 | 0.25 | 0.333333 | 0.983333 | 0.328 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing perspektif. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing KPI, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot KPI (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0.5 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.411 \\ 0.261 \\ 0.328 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.261 \\ 0.794 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A_{.wi}}{w_i}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 1.261 \\ 0.794 \\ 1 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.411 \\ 0.261 \\ 0.328 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 3.067 \\ 3.042 \\ 3.050 \end{bmatrix} \frac{9.1609}{3} = 3.0536$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n-1} = \frac{3.0536 - 3}{3-1} = 0.0268$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0.58. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0268}{0.58} = 0.04625$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0.04625 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

b. *Service operation*

Pada dimensi *service operation* terdapat dua indikator yang dibandingkan yakni *Degree of Scheduling* (A31) dan *Breakdown Repair Hours* (A32). Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Service operation*

| KPI | A31 | A32 |
|-------|-----|-----|
| A31 | 1 | 1 |
| A32 | 1 | 1 |
| Total | 2 | 2 |

Pada Tabel 4.15 matriks perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa indikator *Degree of Scheduling* (A31) dan *Breakdown repair hour* (A32) memiliki nilai yang sama pentingnya. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing KPI. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap KPI yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.16

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan KPI Dimensi *Service operation*

| KPI | A31 | A32 | Kumulatif | Bobot |
|-----|-----|-----|-----------|-------|
| A31 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| A32 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |

| KPI | A31 | A32 | Kumulatif | Bobot |
|-------|-----|-----|-----------|-------|
| Total | 1 | 1 | 2 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing KPI. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing KPI, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot KPI (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{n}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{4}{2} = 2$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{2 - 2}{2 - 1} = 0$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0} = 0$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

c. *Maintenance Intensity*

Dimensi *Maintenance Intensity* hanya memiliki satu indikator yaitu *Maintenance Hours Applied* sehingga nilai indikator tersebut adalah 1.

2. Perspektif *Maintenance Effectiveness*

Pada perspektif *Maintenance Effectiveness* terdapat dua dimensi yang dibandingkan yakni dimensi *plant condition* dengan dimensi *plant performance*. Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan Dimensi Perspektif *Maintenance Effectiveness*

| Dimensi | <i>plant condition</i> | <i>plant performance</i> |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| <i>plant condition</i> | 1 | 1 |
| <i>plant performance</i> | 1 | 1 |
| Total | 2 | 2 |

Pada Tabel 4.17 matriks perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa dimensi perspektif *Maintenance Effectiveness* yakni dimensi *plant condition* dan *plant performance* memiliki nilai sama pentingnya. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing dimensi. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap dimensi yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.18

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan Dimensi Perspektif *Maintenance Effectiveness*

| Dimensi | <i>plant condition</i> | <i>plant performance</i> | Kumulatif | Bobot |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|-----------|-------|
| <i>plant condition</i> | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| <i>plant performance</i> | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| Total | 1 | 1 | 2 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing dimensi. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing dimensi, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot dimensi (*wi*). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A_{ij} \cdot w_j}{w_i}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{4}{2} = 2$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{2 - 2}{2 - 1} = 0$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0} = 0$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

a. *Plant Condition*

Pada dimensi *plant condition* terdapat tiga indikator yang dibandingkan yakni *breakdown frequency* (B11), *equipment downtime caused by breakdown* (B12), dan *evaluation of preventive maintenance* (B13). Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Plant Condition*

| KPI | B11 | B12 | B13 |
|-------|-----|-----|------|
| B11 | 1 | 1 | 0.25 |
| B12 | 1 | 1 | 0.33 |
| B13 | 4 | 3 | 1 |
| Total | 6 | 5 | 1.58 |

Pada Tabel 4.14 matriks perbandingan perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa indikator *breakdown frequency* (B11) bernilai 0.25 kali lebih penting dibandingkan indikator *evaluation of preventive maintenance* (B13) yang bernilai 4. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing–masing KPI. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap KPI yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.20

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan KPI Dimensi *Plant Condition*

| KPI | B11 | B12 | B13 | Kumulatif | Bobot |
|-------|----------|-----|----------|-----------|-------|
| B11 | 0.166667 | 0.2 | 0.157895 | 0.5245614 | 0.175 |
| B12 | 0.166667 | 0.2 | 0.210526 | 0.577193 | 0.192 |
| B13 | 0.666667 | 0.6 | 0.631579 | 1.8982456 | 0.633 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing KPI. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing KPI, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot KPI (wi). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0.25 \\ 1 & 1 & 0.33 \\ 4 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.175 \\ 0.192 \\ 0.636 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.525 \\ 0.578 \\ 1.909 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{n}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 0.525 \\ 0.578 \\ 1.909 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.175 \\ 0.192 \\ 0.636 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 3.005 \\ 3.005 \\ 3.017 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{9.0276}{3} = 3.0092$$

Nilai maksimum *eigen* tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{3.0092 - 3}{3 - 1} = 0.0046$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0046}{0.58} = 0.00794$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0.00794 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$

b. *Plant Performance*

Pada dimensi *plant performance* terdapat empat indikator yang dibandingkan yakni *equipment availability* (B21), *length of running* (B22), *emergency man-hours* (B23), dan *emergency and other unscheduled task* (B24). Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Plant Performance*

| KPI | B21 | B22 | B23 | B24 |
|-----|------|------|-----|------|
| B21 | 1 | 1 | 5 | 3 |
| B22 | 1 | 1 | 5 | 7 |
| B23 | 0.2 | 0.2 | 1 | 0.33 |
| B24 | 0.33 | 0.14 | 3 | 1 |

| KPI | B21 | B22 | B23 | B24 |
|-------|------|------|-----|-------|
| Total | 2.53 | 2.34 | 14 | 11.33 |

Pada Tabel 4.21 matriks perbandingan perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa indikator *Equipment Availability* (B21) bernilai 5 kali lebih penting dibandingkan indikator *emergency man-hours* (B23) yang bernilai 0.2. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing–masing KPI. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap KPI yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.22

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan KPI Dimensi *Plant Performance*

| KPI | B21 | B22 | B23 | B24 | Kumulatif | Bobot |
|-------|----------|----------|----------|-------------|-----------|-------|
| B21 | 0.394737 | 0.426829 | 0.357143 | 0.264705882 | 1.4434148 | 0.350 |
| B22 | 0.394737 | 0.426829 | 0.357143 | 0.617647059 | 1.796356 | 0.467 |
| B23 | 0.078947 | 0.085366 | 0.071429 | 0.029411765 | 0.2651536 | 0.062 |
| B24 | 0.131579 | 0.060976 | 0.214286 | 0.088235294 | 0.4950756 | 0.121 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1.00 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing KPI. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing KPI, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot KPI (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 5 & 3 \\ 1 & 1 & 5 & 7 \\ 0.2 & 0.2 & 1 & 0.33 \\ 0.33 & 0.14 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.350 \\ 0.467 \\ 0.062 \\ 0.121 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.490 \\ 1.975 \\ 0.265 \\ 0.490 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A_{wi}}{n}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 1.490 \\ 1.975 \\ 0.265 \\ 0.490 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.350 \\ 0.467 \\ 0.062 \\ 0.121 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 4.264 \\ 4.227 \\ 4.282 \\ 4.049 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{16.8238}{4} = 4.2059$$

Nilai maksimum *eigen* tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{4.2059 - 4}{4 - 1} = 0.0686$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0686}{0.9} = 0.07628$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0.07628 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

3. Perspektif *Maintenance Cost*

Pada perspektif *Maintenance Cost* terdapat dua dimensi yang dibandingkan yakni dimensi *economy* dengan dimensi *service cost*. Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan Dimensi Perspektif *Maintenance Cost*

| Dimensi | <i>Economy</i> | <i>service cost</i> |
|---------------------|----------------|---------------------|
| <i>Economy</i> | 1 | 1 |
| <i>service cost</i> | 1 | 1 |
| Total | 2 | 2 |

Pada Tabel 4.23 matriks perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa dimensi perspektif *Maintenance Cost* yakni dimensi *economy* dan *plant service cost* memiliki nilai sama pentingnya. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing dimensi. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap dimensi yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.24

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan Dimensi Perspektif *Maintenance Cost*

| Dimensi | <i>Economy</i> | <i>Service Cost</i> | Kumulatif | Bobot |
|---------------------|----------------|---------------------|-----------|-------|
| <i>Economy</i> | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| <i>service cost</i> | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| Total | 1 | 1 | 2 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing dimensi. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing dimensi, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot dimensi (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{n}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} \quad \rightarrow \quad \frac{4}{2} = 2$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{2 - 2}{2 - 1} = 0$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan index nilai (n) matriks adalah 0. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0} = 0$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

a. *Economy*

Pada dimensi *economy* terdapat dua indikator yang dibandingkan yakni *cost of maintenance hours* (C11) dan *preventive cost as percent of breakdown cost* (C12). Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Economy*

| KPI | C11 | C12 |
|-------|-----|-----|
| C11 | 1 | 1 |
| C12 | 1 | 1 |
| Total | 2 | 2 |

Pada Tabel 4.25 matriks perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa indikator dimensi *economy* yakni indikator *cost of maintenance hours* (C11) dan

preventive cost as percent of breakdown cost (C12) memiliki nilai sama pentingnya. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing-masing KPI. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap KPI yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.26

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan KPI Dimensi *Economy*

| KPI | C11 | C12 | Kumulatif | Bobot |
|-------|-----|-----|-----------|-------|
| C11 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| C12 | 0.5 | 0.5 | 1 | 0.5 |
| Total | 1 | 1 | 2 | 1 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing KPI. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing KPI, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot KPI (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{w_i}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.5 \\ 0.5 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \end{bmatrix} \quad \rightarrow \quad \frac{4}{2} = 2$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{2 - 2}{2 - 1} = 0$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan *index* nilai (n) matriks adalah 0. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0}{0} = 0$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

b. *Service Cost*

Pada dimensi *service cost* terdapat tiga indikator yang dibandingkan yakni *breakdown severity* (C21), *scheduled service cost* (C22), dan *maintenance cost perunit production* (C23). Nilai matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27

Nilai Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Service Cost*

| KPI | C21 | C22 | C23 |
|-------|-----|-----|------|
| C21 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| C22 | 2 | 1 | 0.33 |
| C23 | 2 | 3.0 | 1 |
| Total | 5 | 4.5 | 1.83 |

Pada Tabel 4.27 matriks perbandingan berpasangan diatas menunjukkan bahwa indikator dimensi *service cost* yakni indikator *breakdown severity* (C21) memiliki nilai 0.5 kali lebih penting dibandingkan indikator *scheduled service cost* (C22) memiliki nilai 2. Lalu setelah diketahui penilaian hasil dari kuesioner yang telah disebar, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai bobot (*weight*) dengan perhitungan normalisasi AHP matriks dengan membagi setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan dengan nilai total setiap kolom. Normalisasi matriks ini menghasilkan bobot yang merepresentasikan tingkat kepentingan dari masing–masing KPI. Berikut merupakan normalisasi matriks perbandingan berpasangan tiap KPI yang digunakan untuk menghitung bobot kuesioner.

Tabel 4.28

Perhitungan Bobot Tingkat Kepentingan KPI Dimensi *Service Cost*

| KPI | C21 | C22 | C23 | Kumulatif | Bobot |
|-------|-----|----------|----------|-----------|-------|
| C21 | 0.2 | 0.111111 | 0.272727 | 0.583838 | 0.195 |
| C22 | 0.4 | 0.222222 | 0.181818 | 0.80404 | 0.268 |
| C23 | 0.4 | 0.666667 | 0.545455 | 1.612121 | 0.537 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 3 | 1.000 |

Perhitungan rasio konsistensi dilakukan setelah perhitungan bobot masing-masing perspektif. Pada perhitungan uji konsistensi, rasio konsistensi harus lebih kecil atau sama dengan 0.1 (10%) untuk menghindari bias dalam penelitian. Perhitungan *eigen value* dilakukan setelah mendapatkan nilai bobot tingkat kepentingan masing-masing KPI, dimana perhitungan *eigen value* dilakukan dengan mengalikan matriks

perbandingan berpasangan awal (A) dengan matriks bobot KPI (w_i). Berikut merupakan perhitungan *eigen value*.

Perhitungan *Eigen Value*

$$\begin{bmatrix} 1 & 0.2 & 1 \\ 5 & 1 & 3 \\ 1 & 0.3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.195 \\ 0.268 \\ 0.547 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.597 \\ 0.836 \\ 1.730 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah perhitungan nilai maksimum *eigen* (λ maks)

$$\lambda \text{ maks} = \frac{\sum \frac{A \cdot w_i}{w_i}}{n} = \sum \begin{bmatrix} 0.597 \\ 0.836 \\ 1.730 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0.195 \\ 0.268 \\ 0.547 \end{bmatrix} = \sum \begin{bmatrix} 3.069 \\ 3.120 \\ 3.220 \end{bmatrix} \rightarrow \frac{9.4103}{3} = 3.1367$$

Nilai maksimum eigen tersebut kemudian digunakan dalam perhitungan nilai *consistency index*

$$CI = \frac{\lambda_{\text{maks}} - n}{n - 1} = \frac{3.1367 - 3}{3 - 1} = 0.048393$$

Nilai CI digunakan dalam perhitungan *consistency ratio* dengan membagi nilai tersebut dengan index nilai (n) matriks adalah 0.58. Dari nilai CR dapat diketahui konsistensi penilaian pada kuesioner oleh responden.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.0483}{0.58} = 0.083$$

Dari hasil pembobotan diatas, dapat diketahui bahwa pembobotan pada parameter ini memiliki nilai *consistency ratio* sebesar 0.083 yang berarti bahwa angka tersebut menunjukkan bahwa pembobotan sudah konsisten karena nilai $CR \leq 0.1$.

4.3.4 Penentuan Bobot *Key Performance Indicator* (KPI)

Pembobotan KPI dilakukan untuk menentukan tingkat kepentingan dari seluruh *Key Performance Indicator* (KPI) yang ada. Pembobotan KPI dilakukan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Pada proses pembobotan, data yang dikumpulkan berupa hasil penilaian kuesioner. Hasil pembobotan dari kuesioner terdiri dari tiga level sesuai pada Gambar 4.4. Berikut merupakan level yang dimaksud:

1. Level 1, merupakan pembobotan untuk masing-masing perspektif yaitu antara perspektif *maintenance administration*, *maintenance effectiveness*, dan *maintenance cost*.
2. Level 2, merupakan pembobotan untuk masing-masing dimensi dari masing-masing perspektif. Dimensi-dimensi tersebut yaitu pada perspektif *maintenance administration* dibagi menjadi empat dimensi antara lain: *manpower*, *work order*, *service operation*, dan *maintenance intensity*. Pada perspektif *maintenance*

effectiveness dibagi menjadi dua dimensi antara lain: *plant condition* dan *plant performance*. Dan yang terakhir pada perspektif *maintenance cost* dibagi menjadi dua dimensi antara lain: *economy* dan *service cost*.

- Level 3, merupakan pembobotan untuk masing-masing KPI yang terbagi dalam masing-masing dimensi dari masing-masing perspektif.

Pada perhitungan bobot total yang mencakup nilai bobot dari setiap KPI, setiap dimensi dan setiap perspektif. Maka dilakukan perhitungan untuk perkalian bobot dari ketiga level tersebut. Contoh perhitungan pembobotan total KPI A11 (*manpower efficiency*) dapat dilihat dari rumus 4-1.

$$\text{Bobot total KPI A11} = \text{Bobot perspektif } \textit{maintenance administration} \times \text{ bobot dimensi } \textit{manpower} \times \text{ bobot KPI A11} \quad (4-1)$$

$$\begin{aligned} \text{Bobot total KPI A11} &= 0.158 \times 0.159 \times 0.411 \\ &= 0.010 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan pembobotan maka hasil pembobotan KPI dari semua indikator dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29
Pembobotan Total KPI

| Perspektif | Dimensi | Kode | Key Performance Indicator | Bobot Perspektif | Bobot Dimensi | Bobot KPI | Bobot Total |
|-----------------------------------|------------------------------|------|---|------------------|---------------|-----------|-------------|
| <i>Maintenance Administration</i> | <i>Manpower</i> | A11 | <i>Manpower Efficiency</i> | 0.158 | 0.159 | 0.411 | 0.010 |
| | | A12 | <i>Overtime</i> | | | 0.261 | 0.007 |
| | | A14 | <i>Predictive and Preventive Maintenance Coverage</i> | | | 0.328 | 0.008 |
| | <i>Service operation</i> | A31 | <i>Degree of scheduling</i> | | 0.589 | 0.5 | 0.047 |
| | | A32 | <i>Breakdown repair hours</i> | | | 0.5 | 0.047 |
| | <i>Maintenance intensity</i> | A41 | <i>Maintenance hours applied</i> | | 0.252 | 1 | 0.040 |
| <i>Maintenance Effectiveness</i> | <i>Plant condition</i> | B11 | <i>Breakdown frequency</i> | 0.187 | 0.5 | 0.175 | 0.057 |
| | | B12 | <i>Equipment downtime caused by breakdown</i> | | | 0.192 | 0.063 |
| | | B13 | <i>Evaluation of preventive maintenance</i> | | | 0.633 | 0.207 |
| | <i>Plant performance</i> | B21 | <i>Equipment availability</i> | | 0.5 | 0.350 | 0.115 |
| | | B22 | <i>Length of running</i> | | | 0.467 | 0.153 |
| | | B23 | <i>Emergency man-hours</i> | | | 0.062 | 0.020 |

| Perspektif | Dimensi | Kode | Key Performance Indicator | Bobot Perspektif | Bobot Dimensi | Bobot KPI | Bobot Total |
|-------------------------|---------------------|------|---|------------------|---------------|-----------|-------------|
| | | B24 | <i>Emergency and other unscheduled task</i> | | | 0.121 | 0.040 |
| <i>Maintenance cost</i> | <i>Economy</i> | C11 | <i>Cost of maintenance hours</i> | 0.655 | 0.5 | 0.500 | 0.047 |
| | | C12 | <i>Preventive cost as percent of breakdown cost</i> | | | 0.500 | 0.047 |
| | <i>Service cost</i> | C21 | <i>Breakdown severity</i> | | 0.5 | 0.195 | 0.018 |
| | | C22 | <i>Scheduled service cost</i> | | | 0.268 | 0.025 |
| | | C23 | <i>Maintenance cost per unit production</i> | | | 0.537 | 0.050 |
| Total | | | | | | | 1 |

4.3.5 Perhitungan Penilaian Kinerja Aktual *Key Performance Indicator* (KPI)

Dalam evaluasi kinerja sistem pemeliharaan perlu dilakukan perhitungan kinerja dari setiap *Key Performance Indicator* (KPI) berdasarkan konsep *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP). Data yang digunakan dalam perhitungan ini adalah pada tahun Januari 2015 hingga Desember 2016. Berikut merupakan perhitungan penilaian kinerja aktual KPI PLTA Sutami.

4.3.5.1 Pencapaian Nilai Target Performansi pada Perspektif *Maintenance Administration*

a. *Manpower Efficiency*

Indikator ini mengukur tingkat efisiensi operator untuk aktivitas pemeliharaan. Tingkat efisiensi dapat diukur dengan membandingkan aktivitas pekerjaan sesuai waktu pemeliharaan berdasarkan jadwalnya dengan keseluruhan jumlah waktu yang dijadwalkan. Data jam kerja aktual dan jam kerja yang terencana dapat dilihat pada tabel 4.2. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai *manpower efficiency* nilai sebesar 62.5% pada tahun 2016 dari >85% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator belum tercapai.

$$\text{Manpower Efficiency} = \frac{\text{hours worked as scheduled}}{\text{total hours scheduled}} \quad (4-1)$$

$$\text{Manpower Efficiency} = \frac{3792}{6059} = 0.625$$

b. *Overtime*

Indikator *overtime* digunakan dalam mengukur kejadian waktu aktual yang dibutuhkan untuk kegiatan *maintenance* lebih tinggi dibandingkan dengan waktu yang direncanakan. Apabila aktivitas pemeliharaan direncanakan atau dijadwalkan dengan baik, maka dipastikan tidak ada pekerjaan yang melewati dari batas yang ditentukan. Pengukuran *overtime* diperoleh dari kegiatan pemeliharaan saat terdapat unit trip yang harus segera di tangani dan terjadi lembur untuk menyelesaikannya. Data total jam lembur dan total jam kerja dapat dilihat pada tabel 4.2. Berdasarkan perhitungan *overtime* didapatkan nilai sebesar 0% pada 2016 dari <5% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai kinerja sudah tercapai.

$$Overtime = \frac{total\ overtime\ worked}{total\ hours\ worked} \quad (4-2)$$

$$Overtime = \frac{0}{1794} = 0$$

c. *Utilization*

Indikator ini mengetahui seberapa besar pemanfaatan dan penggunaan dari manpower untuk aktivitas pemeliharaan. Utilitas operator dihitung dengan membandingkan standar jam kerja operator dengan total jam selama satu tahun. Standar jam kerja operator diperoleh dari jam kerja actual selama satu tahun dan jam lembur selama satu tahun dengan total jam diperoleh dari total jam kerja selama satu tahun. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *utilization* sebesar 48.1% pada tahun 2016 dari >80% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator sudah tercapai.

$$Utilization = \frac{standard\ hours}{total\ clock\ time} \quad (4-3)$$

$$Utilization = \frac{2920}{6059} = 0.481$$

d. *Predictive and Preventive Coverage*

Indikator ini membandingkan jumlah waktu pekerjaan *preventive* dan *predictive* dengan total keseluruhan waktu pekerjaan pemeliharaan. Indikator perhitungan ini bertujuan untuk menilai seberapa efektif *manpower* terhadap aktivitas pemeliharaan terencana. Selain itu juga bisa menggambarkan seberapa efektif perencanaan dan penjadwalan aktivitas pemeliharaan di perusahaan. Data dari *Predictive and Preventive Coverage* diperoleh dari data pemeliharaan pada tabel 4.1. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Predictive and Preventive Coverage* sebesar 41.6% pada tahun 2016 dari >60% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator belum tercapai.

$$\text{Predictive and Preventive Coverage} = \frac{\text{total man hours of predictive \& PM}}{\text{total manhours worked}} \quad (4-4)$$

$$\text{Predictive and Preventive Coverage} = \frac{1579}{3792} = 0.416$$

e. *Overdue Tasks*

Indikator ini bertujuan untuk melihat tingkat pekerjaan yang menyimpang dari target jadwal yang ditentukan. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan jumlah pekerjaan yang terlambat selama satu minggu dengan total jumlah pekerjaan yang telah selesai selama satu minggu. Untuk rata-rata tiap minggunya dilakukan 8 kali pekerjaan. Berdasarkan perhitungan *overdue tasks* didapatkan nilai sebesar 0% dari nilai <5% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator sudah tercapai.

$$\text{Overdue Tasks} = \frac{\text{no job overdue by one week}}{\text{no job completed in same week}} \quad (4-5)$$

$$\text{Overdue Tasks} = \frac{0}{3} = 0$$

f. *Work Orders, planned and scheduled*

Indikator ini menggambarkan seberapa efektif perencanaan dan penjadwalan aktivitas pemeliharaan. Perencanaan dan penjadwalan yang berlangsung dengan efektif mampu meminimalkan penyimpangan jumlah aktivitas pemeliharaan diluar perencanaan dan terjadwal. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai pencapaian indikator sebesar 29.4% dari >85% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator belum tercapai

$$\text{Work Orders, planned and scheduled} = \frac{\text{work order,planned and scheduled}}{\text{work order executed}} \quad (4-6)$$

$$\text{Work Orders, planned and scheduled} = \frac{10}{34} = 0.294$$

g. *Work orders turnover*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui perputaran work orders yang didistribusikan. Rendahnya work orders turnover memperbesar *equipment downtime*. *Work orders turnover* ini menggambarkan seberapa baik penyelesaian dari setiap pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Work orders turnover* sebesar 100% pada tahun 2016.

$$\text{Work orders turnover} = \frac{\text{no of job completed in period}}{\text{no of job in-hand at present}} \quad (4-7)$$

$$\text{Work orders turnover} = \frac{34}{34} = 1$$

h. *Degree of Scheduling*

Indikator ini mengukur seberapa tepat waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya. Dengan membandingkan antara *actual manhour* dengan *planned manhour* pada aktivitas pemeliharaan. Data *manhour* pemeliharaan dapat dilihat pada tabel 4.2. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Degree of Scheduling* sebesar 62% pada tahun 2016 dari >80% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator belum tercapai.

$$\text{Degree of Scheduling} = \frac{\text{hours scheduled}}{\text{total hours worked}} \quad (4-8)$$

$$\text{Degree of Scheduling} = \frac{3792}{6059} = 0.625$$

i. *Breakdown repair hours*

Indikator ini digunakan sebagai ukuran seberapa besar waktu yang digunakan dalam melakukan aktivitas *breakdown maintenance*. Nilai indeks *breakdown repair hours* didapat dari jumlah waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas *breakdown maintenance* dengan jumlah waktu pemeliharaan secara keseluruhan. Nilai *breakdown repair hours* harus diminimalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi dan meningkatkan ketersediaan mesin produksi. Indikator *breakdown repair hours* juga dapat digunakan sebagai gambaran keefektifan dari proses perencanaan atau penjadwalan pemeliharaan yang ada di perusahaan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Breakdown repair hours* sebesar 72% pada tahun 2016 dari <50% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator belum tercapai.

$$\text{Breakdown repair hour} = \frac{\text{no hours spent on breakdown}}{\text{total direct maintenance hours}} \quad (4-9)$$

$$\text{Breakdown repair hour} = \frac{3210}{4431} = 0.72$$

j. *Maintenance hours applied*

Indikator ini bertujuan mengetahui seberapa besar dampak pemeliharaan yang dilakukan terhadap jumlah *output* produksi. Membandingkan antara jumlah waktu yang digunakan untuk pemeliharaan dengan jumlah total produksi pada periode yang sama sebagai dampak yang ditimbulkan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Maintenance hours applied* sebesar 31% pada tahun 2016 dari >40% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator belum tercapai.

$$\text{Maintenance hours applied} = \frac{\text{total direct maintenance hours applied}}{\text{total production hours same period}} \quad (2-10)$$

$$\text{Maintenance hours applied} = \frac{4431}{14189} = 0.312$$

4.3.5.2 Pencapaian Nilai Target Performansi pada Perspektif *Maintenance Effectiveness*

1. *Breakdown frequency*

Indikator ini mengukur seberapa besar frekuensi *breakdown* terjadi. *Breakdown frequency* menentukan seberapa besar kualitas dari proses pemeliharaan. Kualitas pemeliharaan dilihat dari dimulainya perencanaan, penjadwalan eksekusi sampai pencatatan atau *record* aktivitas data pemeliharaan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Breakdown frequency* sebesar 70.5% pada tahun 2016 dari <65% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator belum tercapai.

$$\text{Breakdown frequency} = \frac{\text{no maintenance breakdown}}{\text{total no breakdown}} \quad (4-11)$$

$$\text{Breakdown frequency} = \frac{24}{34} = 0.705$$

2. *Equipment downtime caused by breakdown*

Indikator ini menggambarkan seberapa besar kejadian downtime mesin produksi dikarenakan kegagalan yang disebabkan oleh kerusakan sehingga tidak tersedia untuk digunakan. Nilai indeks indikator ini harus diminimalkan karena berhubungan dengan tingkat ketersediaan mesin produksi dan output yang dikeluarkan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Equipment downtime caused by breakdown* sebesar 72% pada tahun 2016 dari <60% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator belum tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Equipment downtime caused by breakdown} = \frac{\text{downtime caused by breakdown}}{\text{total downtime}} \quad (4-12)$$

$$\text{Equipment downtime caused by breakdown} = \frac{3201}{4431} = 0.722$$

3. *Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance*

Indikator ini menjelaskan seberapa besar penyelesaian pekerjaan pemeliharaan yang terjadwal. Dalam hal ini adalah pekerjaan pemeliharaan *preventive* dan *predictive*. Tingkat penyelesaian ini berpengaruh terhadap munculnya pekerjaan yang tidak terjadwalkan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Evaluation of PM & PM* sebesar 100% pada tahun 2016 dari >90% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator telah tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Evaluation of PM \& PM} = \frac{\text{Predictive \& PM inspection completed}}{\text{Predictive \& PM inspection scheduled}} \quad (4-13)$$

$$\text{Evaluation of PM \& PM} = \frac{10}{10} = 1$$

4. *Equipment availability*

Indikator ini mengukur setiap komponen pada mesin produksi dapat beroperasi normal. Bila komponen penyusun mesin produksi beroperasi normal, diharapkan menghasilkan produksi output sesuai kapasitasnya. Semakin sering mesin produksi beroperasi normal, maka komponen tersebut jarang mengalami kerusakan atau proses perbaikannya dilakukan dalam waktu yang relatif singkat. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Equipment availability* sebesar 81.5% pada tahun 2016 dari >97% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator belum tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Equipment availability} = \frac{\text{equipment runtime}}{\text{equipment runtime} + \text{breakdown time}} \quad (4-14)$$

$$\text{Equipment availability} = \frac{14189}{14189 + (2369 + 841)} = 0.815$$

5. *Length of running*

Indikator ini menggambarkan tingkat efektivitas pemeliharaan. Sehingga semakin besar efektivitas dari pemeliharaan yang dilakukan maka produktivitas dan ketersediaan mesin produksi meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya output yang dihasilkan dari mesin produksi. Dalam satu tahun terdapat 8760 jam maka perhitungan jumlah produkis tiap jamnya adalah sebesar $158086906.33/8760 = 16552.23493$ per jamnya. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016

$$\text{Length of running} = \frac{\text{total productive output in unit or hours}}{\text{no repairs during same period}} \quad (4-15)$$

$$\text{Length of running} = \frac{16552.23493}{24} = 689.67$$

6. *Emergency man-hours*

Indikator ini mengukur perbandingan aktivitas pemeliharaan yang bersifat *emergency* dengan keseluruhan aktivitas pemeliharaan terutama jumlah *man-hours* dari masing-masing aktivitas pemeliharaan tersebut. Faktor indikator perhitungan ini menggambarkan seberapa baik perencanaan, manajemen dan eksekusi pemeliharaan. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Emergency man-hours* sebesar 35% pada tahun 2016 dari <20% yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator belum tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Emergency man - hours} = \frac{\text{man-hours spent on emergency jobs}}{\text{total direct maintenance hours worked}} \quad (4-16)$$

$$\text{Emergency man - hours} = \frac{2213}{4431} = 0.499$$

7. *Emergency and other unscheduled tasks*

Indikator ini hampir sama dengan faktor indikator perhitungan *Emergency man-hours*. Namun indikator ini lebih difokuskan untuk pekerjaan yang tidak terjadwal. Karena hal ini berdampak besar terhadap aktivitas produksi bila perencanaan pemeliharaan tidak dilakukan perbaikan. Data dari perhitungan indikator ini dapat dilihat pada tabel 4.1. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Emergency & other unscheduled tasks* sebesar 35% pada tahun 2016 dari <20% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator belum tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016

$$\text{Emergency \& other unscheduled tasks} = \frac{\text{man-hours emergency unscheduled jobs}}{\text{total direct maintenance hours worked}} \quad (4-17)$$

$$\text{Emergency \& other unscheduled tasks} = \frac{1579}{4431} = 0.35$$

4.3.5.3 Pencapaian Nilai Target Performansi pada Perspektif *Maintenance Cost*

1. *Cost of maintenance hours*

Indikator ini menggambarkan seberapa efektif tenaga kerja dalam melakukan aktivitas pemeliharaan dengan besar jumlah biaya pemeliharaan yang dikeluarkan. Karena tenaga kerja termasuk dalam biaya pemeliharaan selain suku cadang pengganti, alat perkakas. Faktor indikator perhitungan ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja tenaga kerja agar melakukan proses pemeliharaan lebih efisien namun tetap menjaga kualitas dari pemeliharaan yang dilakukan, sehingga biaya yang dikeluarkan tidak semakin membesar. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Cost of maintenance hours* Rp 44687.199 pada tahun 2016 dari <Rp 35.000 yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator belum tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Cost of maintenance hours} = \frac{\text{total cost of maintenance}}{\text{total man-hours worked}} \quad (4-18)$$

$$\text{Cost of maintenance hours} = \frac{\text{Rp}169.453.859}{3792} = \text{Rp } 44687.199$$

2. *Preventive maintenance as percent of breakdown cost*

Indikator ini menggambarkan berapa besar perbandingan antara biaya pemeliharaan *preventive* dengan biaya *breakdown*. Pemeliharaan *preventive* termasuk pemeliharaan terencana. Sehingga ketersediaan mesin produksi meningkat. Faktor indikator

perhitungan ini mengukur perbandingan biaya pemeliharaan, khususnya *preventive* yang termasuk di dalamnya ada biaya kehilangan produksi dibanding dengan keseluruhan biaya *breakdown*. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Cost of maintenance hours* 44% pada tahun 2016 dari <50% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator telah tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$PM \text{ cost as percent of breakdown cost} = \frac{\text{total PM cost}}{\text{total breakdown cost}} \quad (4-19)$$

$$PM \text{ cost as percent of breakdown cost} = \frac{Rp76.024.369}{Rp169.453.859} = 0.4486$$

3. *Inventory turnover rate*

Indikator ini menggambarkan seberapa besar perputaran suku cadang di gudang, sehingga dapat digunakan untuk mengetahui tingkat keseringan penggunaan pada pemeliharaan agar menjaga mesin produksi tetap tersedia. Namun karena suku cadang juga berhubungan dengan nilai investasi, maka perlu suatu pertimbangan lagi agar tidak membebankan keuangan organisasi. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Inventory turnover rate* 12 *turns* pada tahun 2016 dari >5 *turns* yang merupakan nilai target dari konsep OMMP sehingga nilai indikator telah tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$Inventory \text{ turnover rate} = \frac{\text{inventory consumption cost for period}}{\text{average cost of inventory}} \quad (4-20)$$

$$Inventory \text{ turnover rate} = \frac{Rp133.634.163}{Rp \ 11136180,25} = 12 \text{ turns}$$

4. *Breakdown severity*

Indikator ini mengetahui seberapa besar biaya *breakdown* yang terjadi akibat rendahnya kualitas yang dihasilkan dari aktivitas pemeliharaan. *Breakdown severity* didapat dari membandingkan besar biaya komponen yang mengalami *breakdown* dengan jumlah kejadiannya. Perbandingan ini bisa menggambarkan jumlah biaya yang dikeluarkan per aktivitas. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Breakdown severity* Rp 1835737.25 pada tahun 2016 dari <Rp 3000000 yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator telah tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$Breakdown \text{ severity} = \frac{\text{total cost of breakdown repairs}}{\text{total no of breakdown}} \quad (4-21)$$

$$Breakdown \text{ severity} = \frac{Rp93.429.490}{34} = 2747926.17$$

5. *Scheduled service cost*

Indikator ini bertujuan untuk mengukur jumlah biaya pemeliharaan yang direncanakan per biaya unit produksi pada periode yang sama. Data biaya pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Scheduled service cost* 73 % pada tahun 2016 dari <65% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator telah tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Scheduled service cost} = \frac{\text{total cost of preventive maintenance}}{\text{total production cost for same period}} \quad (4-22)$$

$$\text{Scheduled service cost} = \frac{\text{Rp}76.024.369}{\text{Rp}102,756,489,1} = 0.739$$

6. *Maintenance Cost Per Unit of Production*

Indikator ini membandingkan biaya pemeliharaan dengan jumlah produksi yang dihasilkan pada periode yang sama. Biaya pemeliharaan dapat mempengaruhi jumlah *output* produksi yang dihasilkan. Karena jumlah biaya pemeliharaan berbanding lurus dengan banyaknya aktivitas pemeliharaan terhadap mesin produksi. Dan semakin banyak aktivitas pemeliharaan berarti mesin produksi tidak beroperasi dengan normal. Data total biaya pemeliharaan dapat dilihat pada tabel 4.3 dan data total produksi dapat diketahui pada Tabel 4.6. Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai indikator *Maintenance costs per unit of production* Rp 1.071 pada tahun 2016 dari <Rp 1.500% yang merupakan nilai target dari perusahaan sehingga nilai indikator telah tercapai. Berikut merupakan perhitungan dari nilai indikator tahun 2016.

$$\text{Maintenance costs per unit of production} = \frac{\text{total maintenance cost}}{\text{total units produced}} \quad (4-23)$$

$$\text{Maintenance costs per unit of production} = \frac{\text{Rp}169.453.859}{158086906.33} = \text{Rp } 1.071$$

4.3.6 Penilaian Kinerja Key Performance Indicator (KPI)

Penilaian kinerja *Key Performance Indicator* (KPI) berdasarkan dengan data historis yang dimiliki perusahaan selama tahun 2015 hingga 2016. Penilaian kinerja ini dilakukan karena untuk mengetahui pencapaian nilai kinerja sistem pemeliharaan pada PLTA Sutami.

Tabel 4.30

Data Hasil Pencapaian Kinerja Sistem Pemeliharaan

| Kode | KPI | Data Pencapaian Perusahaan | | Target Pencapaian | Trend | Benchmark |
|-----------------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|-------------------|-------|----------------|
| | | 2015 | 2016 | | | |
| <i>Maintenance Administration</i> | | | | | | |
| A11 | <i>Manpower efficiency</i> | 41% | 62.5% | >85% | ↑ | Belum Tercapai |
| A12 | <i>Overtime</i> | 0% | 0% | <5% | ↓ | Tercapai |

| | | | | | | |
|----------------------------------|--|---------------|---------------|-------------|---|----------------|
| A13 | <i>Utilization</i> | 41.4% | 48.1% | >80% | ↑ | Belum Tercapai |
| A14 | <i>Predictive and preventive maintenance coverage</i> | 39.1% | 41.6% | >60% | ↓ | Belum Tercapai |
| A21 | <i>Overdue tasks</i> | 0 | 0 | <5% | ↑ | Tercapai |
| A22 | <i>Work orders, planned and scheduled</i> | 28% | 29.4% | >85% | ↑ | Belum Tercapai |
| A23 | <i>Work order turnover</i> | 100% | 100% | >95% | ↑ | Tercapai |
| A31 | <i>Degree of scheduling</i> | 41% | 62% | >80% | ↑ | Belum Tercapai |
| A32 | <i>Breakdown repair hours</i> | 52% | 72% | <50% | ↓ | Belum Tercapai |
| A41 | <i>Maintenance hour applied</i> | 65% | 31% | >40% | ↑ | Belum Tercapai |
| <i>Maintenance Effectiveness</i> | | | | | | |
| B11 | <i>Breakdown Frequency</i> | 71% | 70.5% | <65% | ↓ | Belum Tercapai |
| B12 | <i>Equipment downtime caused by breakdown</i> | 52% | 72.2% | <60% | ↓ | Belum Tercapai |
| B13 | <i>Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance</i> | 100% | 100% | >90% | ↑ | Tercapai |
| B21 | <i>Equipment availability</i> | 74% | 81.5% | >97% | ↑ | Belum Tercapai |
| B22 | <i>Length of running</i> | 601.54 | 689.67 | >500 | ↑ | Tercapai |
| B23 | <i>Emergency man-hours</i> | 20% | 49% | <20% | ↓ | Belum Tercapai |
| B24 | <i>Emergency and other unscheduling task</i> | 12% | 35% | <20% | ↓ | Belum Tercapai |
| <i>Maintenance Cost</i> | | | | | | |
| C11 | <i>Cost of maintenance hours</i> | Rp 61470.18 | Rp 44687.19 | <Rp 35000 | ↓ | Belum Tercapai |
| C12 | <i>PM cost of breakdown hours</i> | 51% | 44% | <50% | ↓ | Tercapai |
| C13 | <i>Inventory turnover rate</i> | 12 | 12 | >5 turns | ↑ | Tercapai |
| C21 | <i>Breakdown severity</i> | Rp 2081206.11 | Rp 2747926.17 | <Rp 3000000 | ↓ | Tercapai |
| C22 | <i>Scheduled service cost</i> | 96% | 73.9% | 65<% | ↓ | Belum Tercapai |
| C23 | <i>Maintenance cost per unit of production</i> | Rp 1,247 | Rp 1,071 | <Rp 1,500 | ↓ | Tercapai |

Setelah menghitung dan merekap pencapaian nilai kinerja *Key Performance Indicator* (KPI) yang dimasukkan ke dalam Tabel 4.30. Langkah berikutnya adalah melakukan penilaian kinerja sistem pemeliharaan menggunakan *Objective Matrix* (OMAX). Sehingga nilai pada setiap level menentukan ranking pencapaian kinerja sistem pemeliharaan yang telah dicapai oleh perusahaan. Dalam metode OMAX ini memiliki *score* 0 hingga 10, dan pada metode ini memiliki 3 jenis target yang perlu dipertimbangkan dalam sistem penentuan skornya. Tiga jenis target tersebut antara lain:

1. Target ideal: merupakan target maksimal pencapaian kinerja perusahaan yang mungkin dicapai dalam kurun waktu tertentu. Target ini memiliki *score* 10.

2. Target baik (*achievable*): merupakan target yang dapat dicapai perusahaan dalam kondisi normal. Target ini memiliki *score* 8.
3. Target peringatan (*warning*): merupakan target pencapaian minimum yang dicapai perusahaan atau nilai kinerja yang dicapai pada periode sebelumnya. Target ini memiliki *score* 4.
4. Nilai terendah: merupakan nilai yang mungkin dicapai perusahaan pada kondisi terburuk. Nilai ini diletakan pada *score* 0.

Untuk *score* yang tidak termasuk dalam kategori target (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9) dapat ditentukan dengan cara menghitung interpolasi dari nilai setiap indikator kinerja terdekat. Adapun contoh perhitungan nilai interval antar *score* tertinggi, *score* menengah, *score* terendah dari KPI *Manpower Efficiency* (A11).

Target ideal = 80%

Target baik = 70%

Target peringatan = 60%

Nilai terendah = 50%

Maka pencapaian nilai kinerja *Manpower Efficiency* pada setiap *score* yang tidak termasuk dalam kategori (1, 2, 3, 5, 6, 7, 9) sebagai berikut.

- a. Interval antara *score* 0-4

$$\text{Score 4} = 60\%$$

$$\text{Score 3} = (60\% - (60\% - 50\%)/(4 - 0)) = 57.5\%$$

$$\text{Score 2} = (57.5\% - (57.5\% - 60\%)/(3 - 0)) = 55\%$$

$$\text{Score 1} = (55\% - (55\% - 60\%)/(2 - 0)) = 52.5\%$$

- b. Interval antara *score* 5-8

$$\text{Score 8} = 70\%$$

$$\text{Score 7} = (70\% - (70\% - 60\%)/(8 - 4)) = 67.5\%$$

$$\text{Score 6} = (67.5\% - (67.5\% - 60\%)/(8 - 3)) = 65\%$$

$$\text{Score 5} = (65\% - (65\% - 60\%)/(8 - 2)) = 62.5\%$$

- c. Interval antara *score* 9-10

$$\text{Score 10} = 80\%$$

$$\text{Score 9} = (80\% - (80\% - 70\%)/(10 - 8)) = 75\%$$

Perhitungan KPI lainnya, dapat menggunakan cara yang sama seperti pada contoh perhitungan KPI *Manpower Efficiency* (A11). Setelah melakukan perhitungan KPI langkah berikutnya adalah menghitung bagian kolom *monitoring* yang berisikan *value*, *weight*, dan *score*. Pada tahap ini dapat dilakukan dengan cara menginterpolasi *score* yang mendekati

nilai kinerja dari setiap KPI untuk menentukan *score*. Berikut merupakan contoh perhitungan interpolasi untuk KPI *Manpower Efficiency* (A11).

$$\text{Score 5} = 65\%$$

$$\text{Kinerja tahun 2015-2016} = 62.5\%$$

$$\text{Score 4} = 60\%$$

Maka *score monitoring Manpower Efficiency* adalah:

$$\frac{65 - 62.5}{62.5 - 60} = \frac{6 - x}{x - 4}$$

$$2.5(x - 4) = 2.5(6 - x)$$

$$2.5x - 10 = 15 - 2.5x$$

$$2.5x + 2.5x = 10 + 15$$

$$x = 5$$

Nilai x yang didapatkan kemudian dikategorikan berdasarkan *Traffic Light System*. *Weight* diisi sesuai dengan nilai bobot KPI *Manpower Efficiency* sebesar 0.411, sedangkan *value* diperoleh dari hasil perkalian antara nilai *score monitoring Manpower Efficiency* sebesar 5 dengan *weight* sebesar 0.411 dan dihasilkan *value* sebesar 2.055.

Dalam OMAX pengelompokan *score* yang terbagi tiga zona sesuai dengan *Traffic Light System*. Tiga zona tersebut adalah: zona merah untuk *score* 0 hingga 3 yang menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja berada dibawah target yang telah ditetapkan dan memerlukan perbaikan, zona kuning untuk *score* 4 hingga 7 yang menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja belum tercapai walaupun sudah mendekati target sehingga pihak perusahaan harus lebih berhati-hati dengan segala resiko yang terjadi, zona hijau *score* 8 hingga 10 menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja telah tercapai.

4.3.6.1 Pencapaian Nilai Kinerja KPI Perspektif *Maintenance Administration*

Hasil perhitungan pencapaian nilai kinerja KPI perspektif *Maintenance Administration* dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) dan *Traffic Light System* dapat dilihat pada Tabel 4.31. Pada baris KPI menunjukkan kode indikator yang dihitung kerjanya. Pada baris *performance* merupakan hasil perhitungan indikator berdasarkan pencapaian nilai KPI yang diperoleh perusahaan. Pada kolom *monitoring* dapat dilihat *score* yang menunjukkan hasil pengukuran kinerja berdasar data aktual yang dibandingkan dengan *ranking* yang mendekati, *weight* menunjukkan bobot dari KPI sesuai dengan tabel 4.29, dan *value* merupakan hasil perkalian dari *score* dan *weight* yang menunjukkan hasil antara kinerja KPI dengan bobot KPI. Nilai *performance* dari tiap-tiap KPI menggunakan

nilai pada tahun 2016. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat terdapat 1 KPI yang berada pada zona hijau, 2 KPI yang berada pada zona kuning, dan 3 KPI yang berada pada zona merah sehingga diperlukan rekomendasi perbaikan.

Tabel 4.31

OMAX Perspektif *Maintenance Administration*

| KPI | A11 | A12 | A14 | A31 | A32 | A41 | |
|--------------------|-------|-------|---------|------|-------|------|-------|
| <i>Performance</i> | 62.5 | 0 | 41.6 | 62.5 | 72 | 31 | |
| <i>Score</i> | 10 | 80 | 0 | 70 | 75 | 45 | 65 |
| | 9 | 75 | 2.5 | 65 | 72.5 | 47.5 | 52.5 |
| | 8 | 70 | 5 | 60 | 70 | 50 | 40 |
| | 7 | 67.5 | 6.25 | 57.5 | 68.75 | 55 | 37.5 |
| | 6 | 65 | 7.5 | 55 | 67.5 | 60 | 35 |
| | 5 | 62.5 | 8.75 | 52.5 | 66.25 | 65 | 32.5 |
| | 4 | 60 | 10 | 50 | 65 | 70 | 30 |
| | 3 | 57.5 | 11.25 | 47.5 | 63.75 | 72.5 | 28.75 |
| | 2 | 55 | 12.5 | 45 | 62.5 | 75 | 27.5 |
| | 1 | 52.5 | 13.75 | 42.5 | 61.25 | 77.5 | 26.25 |
| 0 | 50 | 15 | 40 | 60 | 80 | 25 | |
| <i>Score</i> | 5 | 10 | 0.36 | 2 | 3.2 | 4.4 | |
| <i>Weight</i> | 0.411 | 0.261 | 0.328 | 0.5 | 0.5 | 1 | |
| <i>Value</i> | 2.055 | 2.61 | 0.11808 | 1 | 0.2 | 4.8 | |

4.3.6.2 Pencapaian Nilai Kinerja KPI Perspektif *Maintenance Effectiveness*

Hasil perhitungan pencapaian nilai kinerja KPI perspektif *Maintenance Administration* dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) dan *Traffic Light System* dapat dilihat pada Tabel 4.32. Pada baris KPI menunjukkan kode indikator yang dihitung kinerjanya. Pada baris *performance* merupakan hasil perhitungan indikator berdasarkan pencapaian nilai KPI yang diperoleh perusahaan. Pada kolom *monitoring* dapat dilihat *score* yang menunjukkan hasil pengukuran kinerja berdasar data aktual yang dibandingkan dengan *ranking* yang mendekati, *weight* menunjukkan bobot dari KPI sesuai dengan tabel 4.29, dan *value* merupakan hasil perkalian dari *score* dan *weight* yang menunjukkan hasil antara kinerja KPI dengan bobot KPI. Nilai *performance* dari tiap-tiap KPI menggunakan nilai pada tahun 2016. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat terdapat 1 KPI yang berada pada zona hijau, 4 KPI yang berada pada zona kuning, dan 2 KPI yang berada pada zona merah yang berarti diperlukan rekomendasi perbaikan.

Tabel 4.32
OMAX Perspektif *Maintenance Effectiveness*

| KPI | | B11 | B12 | B13 | B21 | B22 | B23 | B24 |
|--------------------|----|-------|--------|-------|-------|----------|---------|---------|
| <i>Performance</i> | | 70.5 | 72.2 | 100 | 81.5 | 689.67 | 49 | 35 |
| <i>Score</i> | 10 | 60 | 50 | 100 | 95 | 750 | 15 | 10 |
| | 9 | 62.5 | 55 | 95 | 90 | 725 | 17.5 | 11 |
| | 8 | 65 | 60 | 90 | 85 | 700 | 20 | 12 |
| | 7 | 66.25 | 63.75 | 88.75 | 83.75 | 675 | 27.5 | 16.5 |
| | 6 | 67.5 | 67.5 | 87.5 | 82.5 | 650 | 35 | 21 |
| | 5 | 68.75 | 71.25 | 86.25 | 81.25 | 625 | 42.5 | 25.5 |
| | 4 | 70 | 75 | 85 | 80 | 600 | 50 | 30 |
| | 3 | 71.25 | 76.25 | 83.75 | 76.25 | 587.5 | 51.25 | 32.5 |
| | 2 | 72.5 | 77.5 | 82.5 | 72.5 | 575 | 52.5 | 35 |
| | 1 | 73.75 | 78.75 | 81.25 | 68.75 | 562.5 | 53.75 | 37.5 |
| 0 | 75 | 80 | 80 | 65 | 550 | 55 | 40 | |
| <i>Score</i> | | 3.6 | 4.8 | 10 | 5.2 | 7.87 | 4.12 | 2 |
| <i>Weight</i> | | 0.175 | 0.192 | 0.633 | 0.35 | 0.467 | 0.062 | 0.121 |
| <i>Value</i> | | 0.63 | 0.9216 | 6.33 | 1.82 | 2.609036 | 0.45136 | 0.12584 |

4.3.6.3 Pencapaian Nilai Kinerja KPI Perspektif *Maintenance Cost*

Hasil perhitungan pencapaian nilai kinerja KPI perspektif *Maintenance Administration* dengan menggunakan metode *Objective Matrix* (OMAX) dan *Traffic Light System* dapat dilihat pada Tabel 4.33. Pada baris KPI menunjukkan kode indikator yang dihitung kinerjanya. Pada baris *performance* merupakan hasil perhitungan indikator berdasarkan pencapaian nilai KPI yang diperoleh perusahaan. Pada kolom *monitoring* dapat dilihat *score* yang menunjukkan hasil pengukuran kinerja berdasar data aktual yang dibandingkan dengan *ranking* yang mendekati, *weight* menunjukkan bobot dari KPI sesuai dengan tabel 4.29, dan *value* merupakan hasil perkalian dari *score* dan *weight* yang menunjukkan hasil antara kinerja KPI dengan bobot KPI. Nilai *performance* dari tiap-tiap KPI menggunakan nilai pada tahun 2016. Dari perhitungan tersebut dapat dilihat terdapat 2 KPI yang berada pada zona hijau, dan 3 KPI yang berada pada zona kuning yang berarti KPI belum mencapai target namun sudah mendekati target yang ditetapkan.

Tabel 4.33
OMAX Perspektif *Maintenance Effectiveness*

| KPI | | C11 | C12 | C21 | C22 | C23 |
|--------------------|----|-------|-------|---------|------|------|
| <i>Performance</i> | | 44687 | 44.86 | 2747926 | 73.9 | 1071 |
| <i>Score</i> | 10 | 30000 | 30 | 1500000 | 75 | 1500 |
| | 9 | 32500 | 35 | 1750000 | 70 | 1250 |
| | 8 | 35000 | 40 | 2000000 | 65 | 1000 |

| KPI | C11 | C12 | C21 | C22 | C23 | |
|--------------------|--------|-------|----------|---------|--------|-----|
| <i>Performance</i> | 44687 | 44.86 | 2747926 | 73.9 | 1071 | |
| | 7 | 37500 | 42.5 | 2250000 | 63.75 | 875 |
| | 6 | 40000 | 45 | 2500000 | 62.5 | 750 |
| | 5 | 42500 | 47.5 | 2750000 | 61.25 | 625 |
| | 4 | 45000 | 50 | 3000000 | 60 | 500 |
| | 3 | 48750 | 52.5 | 3125000 | 57.5 | 425 |
| | 2 | 52500 | 55 | 3250000 | 55 | 350 |
| | 1 | 56250 | 57.5 | 3375000 | 52.5 | 275 |
| | 0 | 60000 | 60 | 3500000 | 50 | 200 |
| <i>Score</i> | 4.1252 | 6.056 | 5.008296 | 9.78 | 8.6 | |
| <i>Weight</i> | 0.5 | 0.5 | 0.195 | 0.268 | 0.537 | |
| <i>Value</i> | 2.0626 | 3.028 | 0.976618 | 2.62104 | 4.6182 | |

4.3.6.4 Nilai Indeks Total Performansi

Setelah melakukan perhitungan nilai kinerja setiap KPI, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai indeks total performansi yang dicantumkan pada kolom *monitoring*. Nilai indeks total performansi didapatkan dari perkalian antara nilai bobot total dengan nilai *score* pada tiap-tiap KPI. Pada Tabel 4.34 merupakan tabel perhitungan nilai indeks total performansi.

Tabel 4.34
Perhitungan Nilai Indeks Total Performansi

| Kode KPI | Score KPI | Weight KPI | Value KPI | Total Value KPI | Bobot dimensi | Value Dimensi | Total Value Dimensi | Bobot Perspektif | Value Perspektif |
|----------|-----------|------------|-----------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|------------------|------------------|
| A11 | 5 | 0.411 | 2.055 | 4.78308 | 0.159 | 0.7605 | 3.4007 | 0.158 | 0.5373 |
| A12 | 10 | 0.261 | 2.61 | | | | | | |
| A14 | 0.36 | 0.328 | 0.11808 | | | | | | |
| A31 | 2 | 0.5 | 1 | 2.6 | 0.589 | 1.5314 | | | |
| A32 | 3.2 | 0.5 | 1.6 | 4.4 | 0.252 | 1.1088 | | | |
| A41 | 4.4 | 1 | 4.4 | | | | | | |
| B11 | 3.6 | 0.175 | 0.63 | | | | 7.8816 | 0.5 | 3.9408 |
| B12 | 4.8 | 0.192 | 0.9216 | 5.99273 | 0.5 | 2.9964 | 6.9372 | 0.655 | 4.5438 |
| B13 | 10 | 0.633 | 6.33 | | | | | | |
| B21 | 5.2 | 0.35 | 1.82 | | | | | | |
| B22 | 7.87 | 0.467 | 3.67529 | | | | | | |
| B23 | 4.12 | 0.062 | 0.25544 | | | | | | |
| B24 | 2 | 0.121 | 0.242 | | | | | | |
| C11 | 4.1252 | 0.5 | 2.0626 | 5.0906 | 0.5 | 2.5453 | 6.6532 | 0.187 | 1.2441 |
| C12 | 6.056 | 0.5 | 3.028 | | | | | | |
| C21 | 5.008 | 0.195 | 0.97656 | 8.2158 | 0.5 | 4.1079 | | | |

| Kode KPI | Score KPI | Weight KPI | Value KPI | Total Value KPI | Bobot dimensi | Value Dimensi | Total Value Dimensi | Bobot Perspektif | Value Perspektif |
|--------------------------|-----------|------------|-----------|-----------------|---------------|---------------|---------------------|------------------|------------------|
| C22 | 9.78 | 0.268 | 2.62104 | | | | | | |
| C23 | 8.6 | 0.537 | 4.6182 | | | | | | |
| Total Indeks Performansi | | | | | | | | | 6.3253 |

Perhitungan contoh nilai total *value* KPI pada Tabel 4.34 diatas dari dimensi *Manpower* terdiri dari 3 KPI yang sudah tervalidasi sebelumnya, yaitu *Manpower Efficiency* (A11), *Overtime* (A12), dan *Predictive and Preventive Maintenance Coverage* (A14). Berikut merupakan contoh perhitungan dari dimensi *Manpower*.

$$\begin{aligned}
 \text{Total value KPI} &= \sum (\text{Score KPI} \times \text{Weight KPI}) \\
 &= (5 \times 0.411) + (10 \times 0.261) + (0.36 \times 0.328) \\
 &= 4.78308
 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.24 terdapat 18 KPI yang digunakan dalam pengukuran kinerja sistem pemeliharaan perusahaan. Terdapat 5 KPI yang berada pada zona hijau yang berarti zona tersebut aman dan sudah mencapai target perusahaan, antara lain: *Overtime* (A12), *Evaluation of Preventive Maintenance* (B13), *Breakdown Severity* (C21), *Scheduled Service Cost* (C22), dan *Maintenance Cost Perunit Production* (C23). Lalu pada zona kuning terdapat 8 KPI yang menunjukkan bahwa indikator tersebut belum tercapai namun sudah mendekati target yang sudah ditetapkan, antara lain: *Manpoer Efficiency* (A11), *Manitenance Intensity* (A41), *Equipment Downtime Caused by Breakdown* (B12), *Equipment Availibility* (B21), *Length of Running* (B22), *Emergency Manhours* (B23), *Cost of Maintenance Hours* (C11), dan *Preventive Cost as Percent of Breakdown Cost* (C12). Dan pada zona merah terdapat 5 KPI yang menunjukkan bahwa indikator tersebut masih jauh berada dibawah target yang sudah ditetapkan sehingga memerlukan perbaikan sesegera mungkin, antara lain: *Predictive and Preventive Maintenance Coverage* (A14), *Degree of Scheduling* (A31), *Breakdown Repair Hours* (A32), *Breakdown Frequency* (B11), dan *Emergency and Other Unscheduled Tasks* (B24).

Setelah menghitung seluruh indikator kinerja, maka didapatkan nilai indeks total kinerja pemeliharaan adalah sebesar 6.3253 yang dapat dilihat pada tabel 4.34 diatas. Berdasarkan *Traffic Light System*, Nilai indeks total kinerja pemeliharaan pada perusahaan berada pada zona kuning yang menunjukkan bahwa penilaiiana kinerja pemeliharaan belum mencapai target yang ditentukan, namun sudah mendekati target yang ditetapkan, sehingga perlu dilakukan perbaikan pada setiap indikator kinerja yang masih jauh dibawah target.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Pada penelitian pengukuran kinerja pemeliharaan PLTA Sutami terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahap awal adalah menganalisis masalah yang terdapat pada pemeliharaan perusahaan dengan pendekatan *Overall Measure Maintenance Performance* (OMMP) kemudian melakukan validasi *Key Performance Indicator* (KPI) terhadap kondisi sesungguhnya pada perusahaan. Dari 23 KPI, terdapat 18 KPI yang tervalidasi oleh pihak perusahaan yang nantinya digunakan untuk mengukur kinerja pemeliharaan perusahaan. 18 KPI tersebut antara lain terdapat 6 KPI pada perspektif *Maintenance Administration*, 7 KPI pada perspektif *Maintenance Effectiveness*, dan 5 KPI pada perspektif *Maintenance Cost*.

Pada tahap kedua penelitian ini adalah melakukan pembobotan setiap *Key Performance Indicator* (KPI) menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Langkah pertama untuk pembuatan AHP dengan cara membandingkan tingkat kepentingan antara tiap-tiap perspektif, dimensi dan setiap KPI melalui matriks perbandingan berpasangan. Berdasarkan hal tersebut didapatkan bobot terbesar yaitu *Evaluation of Preventive Maintenance and Predictive Maintenance* sebesar 0.207 dan yang terendah adalah KPI yaitu *Overtime* sebesar 0.007.

Pada tahap ketiga penelitian ini adalah melakukan pengukuran pencapaian nilai kinerja dari setiap indikator OMMP berdasarkan data historis perusahaan pada tahun 2015 dan tahun 2016. Perhitungan penilaian kinerja dilakukan dengan menghitung sesuai rumus metode OMMP untuk setiap indikatornya dan menggunakan *Objective Matrix* (OMAX). Setelah melakukan perhitungan didapatkan 5 KPI yang berada pada zona hijau yang berarti zona tersebut aman dan sudah mencapai target perusahaan, pada zona kuning terdapat 8 KPI yang menunjukkan bahwa indikator tersebut belum tercapai namun sudah mendekati target yang sudah ditetapkan, dan pada zona merah terdapat 5 KPI yang menunjukkan bahwa indikator tersebut masih jauh berada dibawah target yang sudah ditetapkan sehingga memerlukan perbaikan sesegera mungkin.

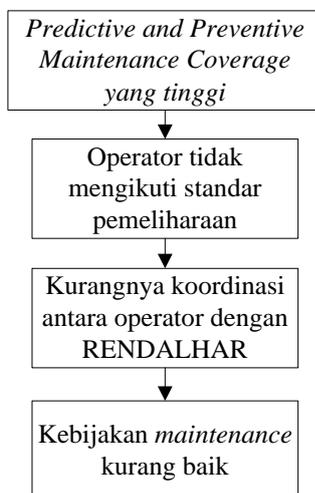
Pada tahap ke empat atau tahapan yang terakhir pada penelitian ini adalah penilaian kinerja pemeliharaan secara menyeluruh dengan menggunakan *Objective Matrix* (OMAX) dan *Traffic Light System* (TLS). Setelah melakukan perhitungan didapatkan nilai indeks total performansi sebesar 6.3253 yang berada pada zona kuning berarti pencapaian nilai kinerja pemeliharaan pada perusahaan belum tercapai namun mendekati target yang sudah ditetapkan namun perlu diadakannya perbaikan sesegera mungkin pada setiap indikator yang berada pada zona merah.

4.5 Rekomendasi Perbaikan

Setelah perhitungan dan penilaian kinerja pemeliharaan dilakukan tahapan selanjutnya adalah memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengevaluasi dari setiap *Key Performance Indicator* (KPI) yang berada pada zona merah karena memiliki nilai yang jauh di bawah target yang sudah ditetapkan oleh perusahaan. Evaluasi dan rekomendasi perbaikan dilakukan untuk lebih mengoptimalkan lagi kinerja dari setiap indikator yang masih jauh di bawah target. Berikut merupakan evaluasi dan rekomendasi perbaikan dari setiap KPI yang berada pada zona merah.

1. *Predictive and Preventive Maintenance Coverage* (A14)

Indikator ini membandingkan jumlah waktu pekerjaan *preventive* dan *predictive* dengan total keseluruhan waktu pekerjaan pemeliharaan. Indikator perhitungan ini bertujuan untuk menilai seberapa efektif *manpower* terhadap aktivitas pemeliharaan terencana. Selain itu juga bisa menggambarkan seberapa efektif perencanaan dan penjadwalan aktivitas pemeliharaan di perusahaan. Berdasarkan tabel 4.30 KPI *Predictive and Preventive Maintenance* mencapai nilai 41.6% dimana masih belum mencapai target yaitu sebesar lebih besar 60%. Rendahnya nilai KPI *Predictive and Preventive Maintenance* disebabkan oleh beberapa penyebab, berikut ini merupakan *Root Cause Analysis* pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Root Cause Analysis pada KPI *Predictive and Preventive Coverage*

Root cause analysis pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa KPI *Predictive and Preventive Maintenance Coverage* mempunyai nilai yang rendah. Rendahnya nilai KPI *Predictive and Preventive Maintenance Coverage* ini dikarenakan operator tidak mengikuti standar perusahaan dalam melakukan pekerjaannya, seperti kurang spesifiknya dan konsisten untuk melakukan *work order*. Sehingga mempengaruhi koordinasi antara operator dengan RENDALHAR yang kurang baik juga serta mengakibatkan kebijakan

maintenance pada perusahaan yang kurang baik. Untuk mengatasi hal-hal tersebut diperlukan rekomendasi perbaikan, berikut merupakan rekomendasi perbaikan.

a. Perbaikan kebijakan *maintenance*

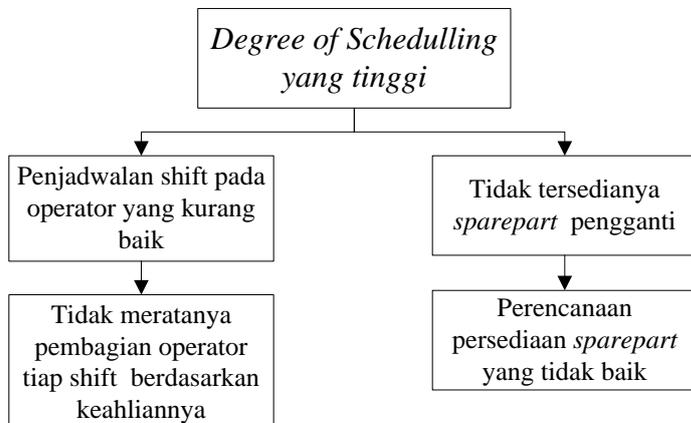
Perbaikan kebijakan *maintenance* ini dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan *manpower*. Hal ini ditujukan kepada para operator yang bertugas turun pertama untuk menangani mesin yang rusak dan yang melakukan pemeliharaan secara regular.

b. Peningkatan koordinasi

Peningkatan koordinasi antara RENDALHAR dengan operator ini direkomendasikan untuk meningkatkan komunikasi yang terjalin. Sehingga mampu meminimalisir terjadinya kesalahan komunikasi. Peningkatan koordinasi ini bisa dilakukan dengan cara melakukan *meeting* antara RENDALHAR dengan para operator.

2. *Degree of Scheduling* (A31)

Indikator ini mengukur seberapa tepat waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya. Berdasarkan Tabel 4.30 KPI *Degree of Scheduling* mencapai nilai 62% dimana masih belum mencapai target yaitu sebesar lebih besar 80%. Rendahnya nilai KPI *Degree of Scheduling* disebabkan oleh beberapa penyebab, berikut ini merupakan *Root Cause Analysis* pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Root Cause Analysis* pada KPI *Degree of Scheduling*

Root cause analysis pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa KPI *Degree of Scheduling* memiliki nilai yang tinggi. Tingginya nilai KPI *Degree of Scheduling* ini dikarenakan jumlah pembagian operator tiap shiftnya hanya berdasar kuantitas saja seperti pada setiap shiftnya hanya terdapat 3 orang operator saja tanpa memperhatikan keahlian masing-masing operator, sehingga keahlian operator tidak menyeluruh untuk melakukan pemeliharaan secara rutin maupun pemeliharaan ketika terdapat mesin yang rusak. Selain itu tingginya KPI *Degree of Scheduling* ini diakibatkan oleh tidak tersedianya *sparepart*

pengganti dikarenakan perencanaan persediaan *sparepart* yang tidak berjalan dengan baik. Rekomendasi perbaikan yang dapat direkomendasikan adalah.

a. Pemerataan pembagian operator sesuai dengan keahlian

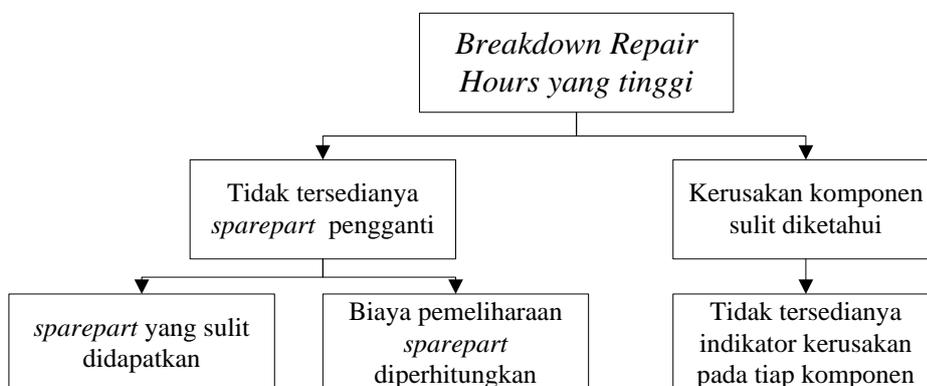
Pemerataan pembagian operator sesuai dengan keahlian ini ditujukan agar nantinya ketika pemeliharaan secara rutin maupun ketika terdapat mesin yang rusak operator dapat segera menyelesaikan pekerjaannya secara efisien dan efektif. Hal ini juga bias dilakukan dengan menambahkan jumlah operator yang bertugas pada setiap shiftnya.

b. Memaksimalkan perencanaan persediaan *sparepart*

Perencanaan persediaan *sparepart* perlu dioptimalisasikan dengan berdasar kepada riwayat pemeliharaan mesin yang baik sehingga menghasilkan perencanaan persediaan yang lebih efektif. Pada kasus ketika *sparepart* yang sering mengalami kerusakan dan pengadaannya memerlukan waktu yang lama perusahaan direkomendasikan membuat *buffer stock* dengan jumlah disesuaikan secara ekonomis.

3. *Breakdown Repair Hours* (A32)

Indikator ini digunakan sebagai ukuran seberapa besar waktu yang digunakan dalam melakukan aktivitas *breakdown maintenance*. Nilai indeks *breakdown repair hours* didapat dari jumlah waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas *breakdown maintenance* dengan jumlah waktu pemeliharaan secara keseluruhan. Nilai *breakdown repair hours* harus diminimalkan agar tidak mengganggu kegiatan produksi dan meningkatkan ketersediaan mesin produksi. Indikator *breakdown repair hours* juga dapat digunakan sebagai gambaran keefektifan dari proses perencanaan atau penjadwalan pemeliharaan yang ada di perusahaan. Berdasarkan tabel 4.30 KPI *Breakdown Repair Hours* mencapai nilai 73% dimana masih belum mencapai target yaitu sebesar kurang dari 50%. Tingginya nilai KPI *Breakdown Repair Hours* disebabkan oleh beberapa penyebab, berikut ini merupakan *Root Cause Analysis* pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Root Cause Analysis pada KPI *Breakdown Repair Hours*

Root cause analysis pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa *KPI Breakdown Repair Hours* mempunyai nilai yang tinggi. Tingginya nilai *KPI Breakdown Repair Hours* ini tidak tersedianya *sparepart* pengganti karena *sparepart* yang sulit didapatkan dan perusahaan menghitung biaya pemeliharaan *sparepart* apabila *sparepart* sudah masuk *inventory*. Selain itu tingginya *KPI Breakdown Repair Hours* ini diakibatkan oleh sulitnya mendeteksi kerusakan komponen mesin dikarenakan operator tidak memiliki keahlian yang cukup. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, diberikan rekomendasi perbaikan adalah.

a. Melakukan perencanaan persediaan *sparepart*

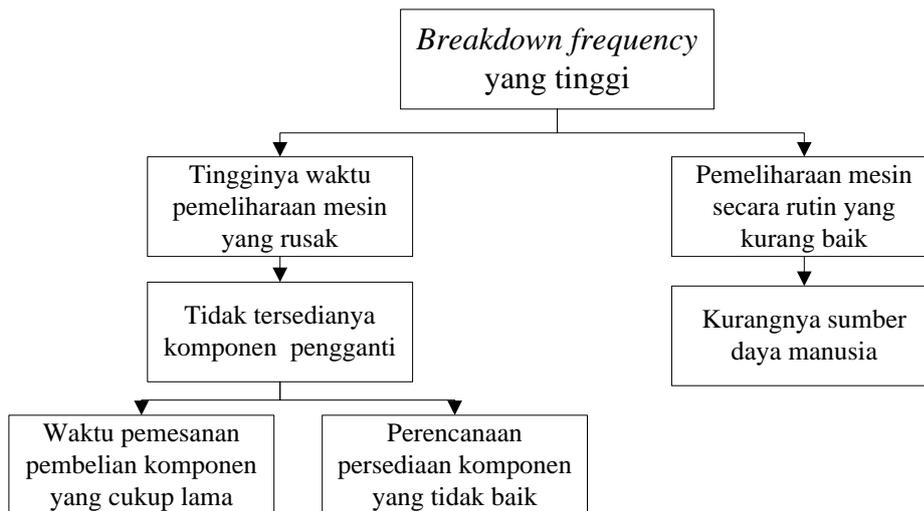
Perencanaan persediaan *sparepart* perlu dioptimalisasikan dengan berdasar kepada riwayat pemeliharaan mesin yang baik sehingga menghasilkan perencanaan persediaan yang lebih efektif. Pada kasus ketika *sparepart* yang sering mengalami kerusakan dan pengadaannya memerlukan waktu yang lama perusahaan direkomendasikan membuat persediaan komponen secara ekonomis.

b. Memberikan Indikator Kerusakan

Memberikan indikator kerusakan ini sangat perlu agar mempermudah kinerja operator untuk melakukan pemeliharaan terhadap mesin. Serta dapat mempercepat pendeteksian kerusakan pada setiap komponen.

4. *Breakdown Frequency* (B11)

Indikator ini mengukur seberapa besar frekuensi *breakdown* terjadi. *Breakdown frequency* menentukan seberapa besar kualitas dari proses pemeliharaan. Kualitas pemeliharaan dilihat dari dimulainya perencanaan, penjadwalan eksekusi sampai pencatatan atau *record* aktivitas data pemeliharaan. Berdasarkan tabel 4.30 *KPI Equipment Availability* mencapai nilai 70.5% dimana masih belum mencapai target yaitu sebesar sebesar dari 65%. Rendahnya nilai *KPI Breakdown Frequency* disebabkan oleh beberapa penyebab, berikut ini merupakan *Root Cause Analysis* pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Root Cause Analysis pada KPI Breakdown Frequency

Root Cause Analysis pada KPI Breakdown Frequency menunjukkan bahwa KPI Breakdown Frequency memiliki nilai yang tinggi. Tingginya nilai KPI Breakdown Frequency ini dikarenakan tingginya waktu pemeliharaan pada mesin yang rusak yang diakibatkan tidak tersedianya komponen pengganti dan dikarenakan perencanaan persediaan *sparepart* yang tidak berjalan dengan baik, waktu pemesanan pembelian komponen yang cukup lama. Selain itu tingginya nilai KPI ini diakibatkan karena tidak baiknya pemeliharaan mesin secara rutin yang kurang baik. Rekomendasi perbaikan yang dapat direkomendasikan adalah.

a. Penggantian komponen sesuai dengan *lifetime*

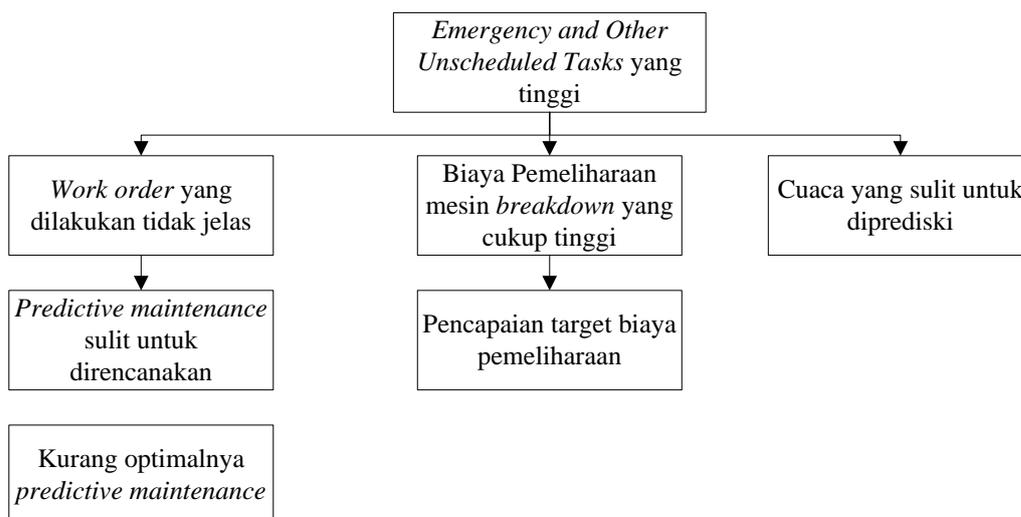
Penggantian komponen sesuai dengan *lifetime* ini dilakukan agar menghindari mesin untuk mengalami kerusakan dan membutuhkan waktu yang lama untuk memperbaikinya. Selain itu penggantian komponen yang sesuai *lifetime* diharapkan mampu untuk meningkatkan ketersediaan mesin dan kestabilan mesin. Apabila terdapat komponen yang habis *lifespannya* maka segera dikordinasikan antara pihak pemeliharaan dan pihak gudang untuk segera dilakukan pergantian komponen.

b. Memberikan pelatihan tentang Breakdown Frequency pada operator

Pelatihan ini ditujukan untuk operator agar pada saat mesin mengalami kerusakan, operator bisa segera melakukan pemeliharaan, serta operator mengetahui pentingnya pemeliharaan rutin dan seberapa sering mesin mengalami kerusakan. Selain itu pelatihan ini juga untuk meningkatkan kemampuan operator dalam pengetahuan tentang melakukan pemeliharaan.

5. *Emergency and Other Unscheduled Tasks* (B24)

Indikator ini hampir sama dengan faktor indikator perhitungan *Emergency man-hours*. Namun indikator ini lebih difokuskan untuk pekerjaan yang tidak terjadwal. Karena hal ini berdampak besar terhadap aktivitas produksi bila perencanaan pemeliharaan tidak dilakukan perbaikan. Berdasarkan tabel 4.30 KPI *Breakdown Repair Hours* mencapai nilai 35% dimana masih belum mencapai target yaitu sebesar kurang dari 20%. Tingginya nilai KPI *Emergency and Other Unscheduled Tasks* disebabkan oleh beberapa penyebab, berikut ini merupakan *Root Cause Analysis* pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Root Cause Analysis* pada *Emergency and Other Unscheduled Tasks*

Root cause analysis pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa KPI *Emergency and Other Unscheduled Tasks* memiliki nilai yang tinggi. Tingginya nilai KPI *Emergency and Other Unscheduled Tasks* ini dikarenakan *work order* yang dilakukan tidak jelas yang mengakibatkan pemeliharaan secara prediktif sulit untuk direncanakan dan menjadi kurang optimalnya *predictive maintenance*. Selain itu tingginya nilai KPI ini diakibatkan biaya setiap mesin yang rusak sangat tinggi dikarenakan waktu pemeliharaan mesin rusak yang cukup panjang. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan yang diperbaiki adalah.

a. Membuat *workorder* secara detail

Membuat *workorder* secara detail merupakan hal yang sangat penting dikarenakan terdapat banyak informasi yang diperlukan untuk membantu kinerja sistem pemeliharaan dalam perusahaan. Apabila *workorder* dilaksanakan dengan tidak baik maka mempengaruhi hasil pemeliharaan dalam perusahaan.

b. Melakukan pelatihan kepada setiap operator

Pelatihan operator perlu dilakukan karena untuk meningkatkan kompetensi setiap operator sesuai dengan keahliannya, juga mengurangi perbedaan dalam kompetensi

operator karena pelatihan memberikan keseluruhan pemeliharaan, dan juga untuk mengingatkan dan menambahkan pengetahuan yang sudah didapatkan setiap operator.