

**PENGUKURAN KINERJA MAINTENANCE MESIN CUTTING
MENGUNAKAN METODE *OVERALL MEASURE MAINTENANCE*
PERFORMANCE DI PRODUSEN KACA**

**SKRIPSI
TEKNIK INDUSTRI**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh:

IVO DEWI ANGGRAINI

NIM. 125060701111018

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**



LEMBAR PENGESAHAN

PENGUKURAN KINERJA *MAINTENANCE* MESIN *CUTTING* MENGUNAKAN METODE *OVERALL MEASURE MAINTENANCE* *PERFORMANCE* DI PRODUSEN KACA

SKRIPSI

TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

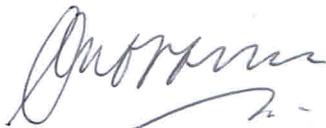


IVO DEWI ANGGRAINI

NIM. 125060701111018

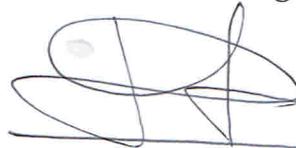
Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 17 Januari 2017

Dosen Pembimbing I



Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741115 200604 1 002

Dosen Pembimbing II



Rakhmat Himawan, ST., M.Sc.
NIP. 2011068203031001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri



Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19730819 199903 1 002



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 17 Januari 2017

Mahasiswa



Ivo Dewi Anggraini

NIM. 125060701111018



BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan rincian tentang gambaran umum permasalahan yang akan dijadikan bahan penelitian meliputi latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

1.1 LATAR BELAKANG

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di dunia industri mampu meningkatkan wawasan pelaku industri dalam mengembangkan dan memajukan industri yang dipimpinnya. Salah satu tolak ukur dalam keberhasilan suatu perusahaan berpedoman pada proses produksi. Proses produksi yang berjalan secara sistematis dan terintegrasi dengan baik dengan pengaturan-pengaturan yang sesuai akan mampu menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan keinginan perusahaan. Akan tetapi, ada beberapa faktor yang dapat menghambat proses produksi baik secara internal maupun eksternal yang mengakibatkan pencapaian target tersebut tidak sesuai. Beberapa faktor yang dapat menghambat kegiatan proses produksi berhubungan erat dengan mesin produksi yang mengalami *downtime*, dan kurang baiknya kinerja manajemen dalam melakukan kegiatan pemeliharaan.

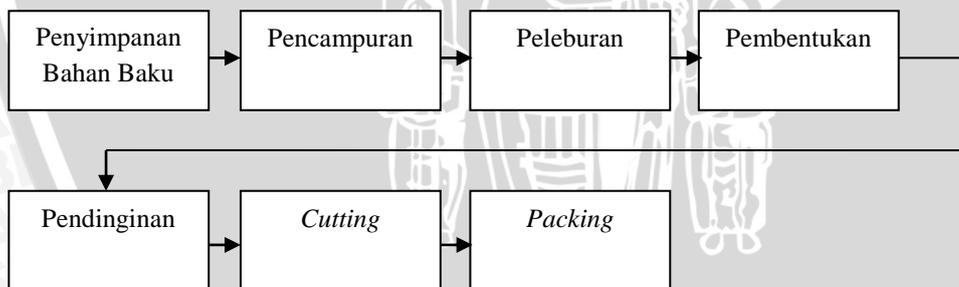
Peranan mesin produksi pada kegiatan produksi perusahaan sangatlah penting, ditinjau dari sistem kerja mesin yang bekerja selama 24 jam sehari dengan waktu setup yang tinggi. Oleh karena itu, suatu perusahaan diharuskan menjaga performansi mesin dengan cara melakukan pemeliharaan mesin. Pemeliharaan merupakan semua aktivitas termasuk menjaga peralatan dan mesin agar selalu dapat melaksanakan pesanan pekerjaan (Tampubolon, 2004).

Selain menjaga performansi mesin, hal yang perlu dilakukan dalam menjaga stabilitas peranan mesin produksi dan seluruh sistem produksi yaitu dengan adanya pengukuran kinerja sistem pemeliharaan dalam suatu perusahaan. Pengukuran kinerja sistem pemeliharaan penting dan perlu dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem pemeliharaan apakah sudah berjalan dengan baik atau belum. Selain itu, pengukuran kinerja juga digunakan untuk menilai pencapaian dan sasaran perusahaan (Vanany, 2009). Tujuan dilakukan pengukuran kinerja pemeliharaan pada perusahaan, yaitu untuk

mengetahui keefektifan dan keefisienan hasil kerja secara menyeluruh yang telah ditetapkan perusahaan sebagai dasar pengambilan keputusan atau tindakan dalam memperbaiki sistem pemeliharaan.

Produsen kaca merupakan perusahaan manufaktur memproduksi kaca lembaran yang memiliki cabang lokasi di daerah Sidoarjo (Jawa Timur), daerah Cikampek (Jawa Barat), dan kantor pusat di daerah Jakarta. Produsen kaca memiliki luas lahan kurang lebih sekitar 52 hektar dan memiliki dua tungku yang mampu memproduksi kaca lembaran dengan kapasitas maksimal 300.000 ton/tahun atau 100 ton/hari dengan jumlah karyawan sebesar 1100 pekerja. Kaca lembaran perusahaan ini dibuat dengan menggunakan bahan baku utama dan bahan baku tambahan yang berfungsi sebagai pewarna. Bahan baku utama yang dimaksud adalah *silica sand*, *soda ash*, *dolomite*, limestone, dan lain-lain. Sedangkan bahan baku tambahan yang dimaksud adalah $Al(OH)_3$, Feldspar, Nepheline, Na_2SO_4 , $NaNO_3$, dan Calumite.

Proses pembuatan kaca lembaran di perusahaan ini dengan menggunakan proses *float* atau pengembangan, yaitu dengan melewati cairan kaca panas diatas cairan timah. Proses produksi pembuatan kaca lembaran di perusahaan ini terdiri dari 7 tahapan, yaitu: proses penyimpanan bahan baku, proses pencampuran, proses peleburan, proses pembentukan, proses pendinginan, proses *cutting*, dan proses *packing* yang diuraikan pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Alur Proses Pembuatan Kaca Lembaran Produsen kaca

Berdasarkan Gambar 1.1 diatas, proses pembuatan kaca lembaran yang sering mengalami *trouble* terletak pada proses *cutting* yang dapat dilihat rinciannya pada Lampiran 6 dan Lampiran 7. Proses *cutting* merupakan proses pemotongan kaca lembaran yang dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan menggunakan mesin *cutting*. Mesin *cutting* ini merupakan salah satu peralatan yang dianggap penting dalam proses produksi kaca lembaran di perusahaan tersebut. Karena dalam prosesnya, mesin ini mampu

melakukan pemotongan sekaligus melakukan sortir inspeksi untuk menyeleksi kaca lembaran yang *defect* sebelum kaca lembaran masuk dalam proses *packing*.

Berdasarkan pengamatan langsung dilapangan dan wawancara dengan staff bagian maintenance Produsen kaca, didapatkan data *waiting time* penanganan perbaikan mesin *cutting* selama tahun 2014 - 2015 yang dijelaskan pada Tabel 1.1. *Waiting time* merupakan salah satu jenis *waste* dalam konsep yang berhubungan dengan *lean* dan *lean maintenance* (Davies dan Greenough, 2004). *Waste* merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan perlu dilakukan eliminasi untuk meningkatkan nilai tambah bagi perusahaan.

Tabel 1.1
Data *Waiting Time* Penanganan Perbaikan Mesin *Cutting* Selama Tahun 2014-2015

Tahun 2014	Waktu Trouble (jam)	Waktu Penanganan (jam)	Waiting Time (menit)	Tahun 2015	Waktu Trouble (jam)	Waktu Penanganan (jam)	Waiting Time (menit)
06/03/2014	10:30	10:35	5	02/01/2015	5:43	07:06 (*)	83 (*)
20/03/2014	0:30	2:45	135	02/03/2015	22:10	22.:40	30
14/04/2014	10:51	10:55	4	03/03/2015	19:13	20:15	58
03/05/2014	11:53	12:10	17	27/08/2015	20:35	21:46 (*)	71 (*)
02/08/2014	13:04	14:00	56	09/09/2015	9:10	9:37	27
28/08/2014	4:40	09:40 (*)	300 (*)				
15/11/2014	3:09	08:30 (*)	321 (*)				

(*) *waiting time* terbesar

Sumber: Produsen kaca (2016)

Dari Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa data yang memiliki *waiting time* yang jauh antara waktu *trouble* dengan waktu penanganan perbaikan untuk mesin *cutting*. *Waiting time* terbesar selama tahun 2014 terjadi pada tanggal 28/08/2014 yang memiliki waktu tunggu selama 5 jam dengan perbaikan *retightening bolt roll*. Selain itu, *waiting time* terbesar lainnya yang terjadi selama tahun 2014 terjadi pada tanggal 15/11/2014 yang memiliki waktu tunggu selama 5 jam 21 menit dengan perbaikan penggantian *bearing*. Sedangkan pada tahun 2015, *waiting time* terbesar terjadi pada tanggal 02/01/2015 yang memiliki waktu tunggu selama 1 jam 23 menit dengan perbaikan penggantian kabel PG dan menambah *cover* untuk rak kabel. Selain itu, *waiting time* terbesar lainnya pada tahun 2015 terjadi pada tanggal 27/08/2015 yang memiliki waktu tunggu selama 1 jam 11 menit dengan perbaikan penambahan *hole* untuk pengecekan dan penambahan *roll* untuk melindungi kaca .

Waiting time bisa dianggap sebagai *waste*. *Waste waiting* sendiri bisa dijadikan sebagai indikator dalam pengukuran kinerja pemeliharaan, karena semakin lamanya menunggu mengakibatkan proses produksi berjalan tidak lancar, dan besarnya biaya yang ditanggung oleh perusahaan akibat dari proses menunggu tersebut. Selain itu, semakin dekatnya antara jarak waktu *trouble* dengan waktu penanganan maka kinerja pemeliharaan semakin baik. Lamanya waktu menunggu antara waktu *trouble* dengan waktu penanganan yang terjadi dalam perusahaan disebabkan oleh pihak teknisi yang tidak langsung menuju tempat terjadinya *trouble*, pihak teknisi tidak langsung menangani perbaikan, dan menunggu *part* pengganti datang.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, diperlukan pengukuran kinerja menyeluruh pada bagian *maintenance* mesin *cutting* untuk mengetahui sistem pemeliharaan yang berjalan saat ini. Dengan pengukuran kinerja pemeliharaan secara keseluruhan, indikator-indikator yang menjadi penyebab terganggunya sistem pemeliharaan yang baik dapat diketahui dan diperbaiki, sehingga kinerja dari sistem pemeliharaan dapat meningkat.

Dalam permasalahan berkaitan dengan pengukuran kinerja *maintenance*, metode yang biasa digunakan untuk memecahkan permasalahan berupa *Maintenance Scorecard* dan *Overall Measure of Maintenance Performance*. *Maintenance Scorecard* memiliki 6 perspektif dalam pengukurannya yaitu: perspektif *productivity*, *cost effectiveness*, *safety*, *quality*, *learning*, dan *environmental*. Kekurangan dalam metode ini antara lain: manajemen aset yang tidak bisa disamakan, kesulitan survei dan perumusan KPI, sebagian besar hanya dalam lingkup development. Sedangkan *Overall Measure of Maintenance Performance* memiliki 3 perspektif dalam pengukurannya meliputi: perspektif administrasi, efektivitas, dan biaya. Keuntungan dalam metode ini antara lain: kemudahan survei, adanya perumusan KPI, adanya dimensi dalam tiap perspektif untuk memudahkan pemetaan informasi faktor kinerja.

Dalam penelitian skripsi ini, digunakan metode *Overall Measure of Maintenance Performance* (OMMP) untuk mengetahui indikator yang harus diperbaiki atau ditingkatkan agar kinerja pemeliharaan dalam perusahaan berjalan dengan baik. Pemilihan metode ini berdasarkan pada kemudahan dalam pengelompokan faktor kinerja dan memahami hubungan antar faktor kinerja tersebut. Penggunaan OMMP bertujuan untuk mengetahui hubungan performansi antara biaya, administrasi, serta efektivitas aktivitas perawatan yang dilakukan perusahaan (Davies dan Greenough, 2004).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka identifikasi masalah dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pada Produsen kaca terdapat kendala berkaitan dengan *waiting time* penanganan perbaikan mesin *cutting* selama tahun 2014 - 2015.
2. Perusahaan ingin mengetahui kinerja pemeliharaan mesin *cutting* yang dilakukan apakah sudah baik atau belum.
3. Terjadinya *downtime* menyebabkan *time losses* dan *production losses*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi sebelumnya, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat kinerja pemeliharaan mesin *cutting* yang ada di Produsen kaca?
2. Indikator apa yang memiliki kinerja paling rendah dalam sistem pemeliharaan mesin *cutting* sehingga harus segera ditindak lanjuti?
3. Rekomendasi perbaikan apa yang dapat diberikan untuk memperbaiki indikator yang memiliki kinerja paling rendah?

1.4 Batasan Masalah

Agar lebih fokus dalam melakukan penelitian dan memudahkan dalam proses pengambilan data, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data penelitian yang diperoleh berdasarkan data pada tahun 2014 – 2015.
2. Pengukuran kinerja sistem pemeliharaan dibatasi pada mesin *cutting*.

1.5 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah tidak terjadi perubahan peraturan dan kebijakan dari perusahaan selama pelaksanaan kegiatan penelitian.

1.6 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

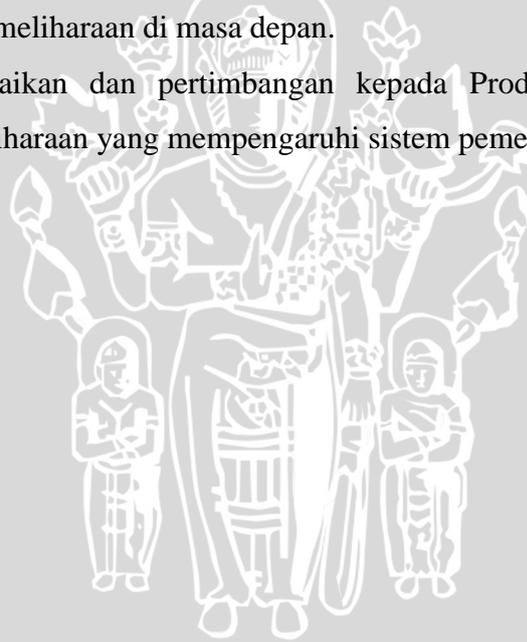
1. Untuk menilai kinerja pemeliharaan mesin *cutting* yang ada di Produsen kaca menggunakan metode *Overall Measure of Maintenance Performance*.

2. Untuk mengetahui indikator yang memiliki kinerja paling rendah dalam sistem pemeliharaan mesin *cutting* menggunakan *Key Performance Indicator* (KPI).
3. Untuk melakukan perbaikan terhadap indikator yang memiliki kinerja paling rendah terhadap sistem pemeliharaan.

1.7 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah sebelumnya, maka manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi penulis dapat digunakan sebagai pengalaman dalam pengembangan dan penerapan ilmu tentang *maintenance* dan pengukuran kinerja pemeliharaan yang diaplikasikan dalam dunia kerja.
2. Memberikan informasi kepada Produsen kaca mengenai indikator yang berpengaruh terhadap kinerja sistem pemeliharaan, sehingga perusahaan dapat mengambil tindakan yang tepat untuk sistem pemeliharaan di masa depan.
3. Memberikan usulan perbaikan dan pertimbangan kepada Produsen kaca menangani aktivitas pemeliharaan yang mempengaruhi sistem pemeliharaan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan tentang argumentasi ilmiah yang berisi landasan teori sesuai dengan konsep permasalahan dalam penelitian yang dapat digunakan dalam menganalisis permasalahan yang dihadapi perusahaan.

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian terdahulu berkaitan dengan manajemen *maintenance* mesin dan pengendalian persediaan spare part. Berikut ini merupakan penelitian terdahulu yang akan dijadikan pedoman dalam penyusunan penelitian ini, yaitu:

1. Rosie Andarnis (2011), melakukan penelitian tentang Pengukuran Dan Peningkatan Sistem Pemeliharaan Pada PT. Maspion Dengan Menggunakan Konsep *Lean Maintenance* Dengan Tool RCA (*Root Cause Analysis*). Didapatkan hasil mampu mengurangi *Maintenance Lead time* sebesar 22950 detik, sehingga dapat meningkatkan efektifitas peralatan / *Equipment Effectiveness* (E) sebesar 0,14%.
2. Erni Junita (2014), melakukan penelitian tentang Pengukuran Kinerja Terhadap Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode *Overall Measure Of Maintenance Performance*, menggunakan perspektif *maintenance administration*, perspektif *maintenance effectiveness*, dan perspektif *maintenance cost*. Menggunakan tool KPI (*Key Performance Indicator*), *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dan OMAX (*Objective Matrix*). Didapatkan hasil penilaian kinerja pemeliharaan memiliki nilai index total sebesar 4,441. Dari ketiga perspektif, perspektif *maintenance effectiveness* berada pada kategori merah, dan terdapat 3 rekomendasi perbaikan yaitu dengan cara memperbaiki penjadwalan dalam pengurutan pekerjaan, menggunakan model *Always Better Control* (ABC) *Inventory*, melakukan penambahan tugas kepada *machine owner* atau penambahan jumlah teknisi pada departemen *engineering*.
3. Taufik Afrizal (2014), melakukan penelitian tentang Evaluasi Kinerja Pemeliharaan PLTA Dengan Pendekatan *Maintenance Scorecard* Dan *Objective Matrix* (OMAX). Penentuan KPI diambil dari 6 perspektif: perspektif produktivitas, perspektif efektifitas biaya, perspektif keselamatan kerja, perspektif lingkungan, perspektif kualitas, dan perspektif pembelajaran. Didapatkan hasil 20 KPI yang terdiri atas 9 KPI

untuk perspektif produktivitas, 4 KPI untuk perspektif kualitas, 2 KPI perspektif untuk keselamatan kerja, 2 KPI untuk perspektif lingkungan, dan 3 KPI untuk perspektif pembelajaran. Terdapat 5 KPI untuk level korporat, 8 KPI untuk level strategis dan 7 KPI untuk level fungsional. Dari hasil penilaian didapatkan bahwa jumlah KWH yang diproduksi, faktor kapasitas dan *Equivalent Outage Force Factor* berada pada zona kuning.

Penelitian terdahulu tersebut menjadi dasar perbedaan serta masukan antara penelitian ini dengan penelitian terdahulu yang ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Objek, Metode, dan *Tools* Penelitian Terdahulu

Karakter Penelitian	Nama Peneliti			
	Rosie Andarnis (2011)	Erni Junita (2014)	Taufik Afrizal (2014)	Penelitian ini (2016)
Obyek Penelitian	Bagian <i>Engineering</i> , Mesin <i>Extruder</i> PT. Maspion PVC	Mesin KM05 PT. Essentra Surabaya	Unit PLTA Maninjau	Produsen kaca
Metode Penelitian	<i>Lean Maintenance</i>	<i>Overall Measure Of Maintenance Performance</i>	<i>Maintenance Scorecard, Objective Matrix</i>	<i>Lean Maintenance, Overall Measure Of Maintenance Performance</i>
Tools yang digunakan	<i>Root Cause Analysis (RCA), Diagram Pareto, Value Stream Mapping (VSMM)</i>	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP), Objective Matrix (OMAX), Key Performance Indicator (KPI)</i>	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP), Objective Matrix (OMAX), Key Performance Indicator (KPI)</i>	<i>Root Cause Analysis (RCA), Analytic Hierarchy Process (AHP), Objective Matrix (OMAX), Key Performance Indicator (KPI)</i>

Tabel 2.2 Hasil Penelitian Terdahulu

Karakter Penelitian	Nama Peneliti			
	Rosie Andarnis (2011)	Erni Junita (2014)	Taufik (2014)	Afrizal Penelitian ini (2016)
Hasil Penelitian	Mengurangi <i>Maintenance Lead Time</i> sebesar 22.950 detik. Sehingga dapat meningkatkan efektifitas peralatan / <i>Equipment Effectiveness (E)</i> sebesar 0,14 %	Penilaian kinerja pemeliharaan memiliki nilai <i>index</i> total sebesar 4,441. Perspektif <i>maintenance effectiveness</i> berada pada kategori merah.	Penentuan KPI berdasarkan perspektif. 9 KPI untuk produktivitas, 4 KPI untuk perspektif kualitas, 2 KPI untuk perspektif keselamatan kerja, 2 KPI untuk perspektif lingkungan, 3 KPI untuk perspektif pembelajaran.	

Berdasarkan Tabel 2.1 diatas, penelitian ini dilakukan di Produsen kaca dengan menggunakan metode penelitian *Lean Maintenance* sebagai konsep dasar dan *Overall Measure Of Maintenance Performance. Tools* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Root Cause Analysis (RCA)*, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Objective Matrix (OMAX)*, dan *Key Performance Indicator (KPI)*. Diharapkan dari penelitian ini mampu memberikan hasil dan informasi mengenai optimasi pengukuran kinerja pemeliharaan di Produsen kaca

2.2 Maintenance (Pemeliharaan)

Maintenance merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan tujuan agar peralatan selalu memiliki kondisi yang sama dengan keadaan awalnya (Higgis & Mobley, 2002). Selain itu, *maintenance* dilakukan untuk menjaga peralatan tetap berada dalam kondisi yang dapat diterima oleh penggunaannya.

Sedangkan menurut (Assauri, 2004) menjelaskan bahwa *maintenance* merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/perawatan pabrik dan mengadakan

perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat kesesuaian keadaan operasi produksi yang memuaskan.

Sedangkan menurut (Tampubolon, 2004), menjelaskan *maintenance* merupakan semua aktivitas termasuk menjaga peralatan dan mesin agar dapat selalu melaksanakan pesanan pekerjaan.

2.3 Jenis Tindakan *Maintenance* (Pemeliharaan)

Dalam melakukan tindakan *maintenance* mesin, terdapat pembagian-pembagian tindakan *maintenance* yang disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan dan disesuaikan dengan kondisi mesinnya. Menurut (Corder, 1992) secara garis besar kegiatan *maintenance* dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. *Planned Maintenance* (perawatan terencana), merupakan suatu tindakan atau kegiatan perawatan yang pelaksanaannya telah direncanakan terlebih dahulu. Dengan perawatan terencana ini diharapkan akan merubah sistem perawatan dari reaktif menjadi proaktif dan memberdayakan bagian perawatan untuk dapat membantu operator agar melakukan perawatan yang lebih baik terhadap peralatan/mesin yang menjadi tanggung jawabnya.
2. *Unplanned Maintenance* (perawatan tidak terencana), merupakan suatu tindakan atau kegiatan perawatan dimana perlu segera dilaksanakan tindakan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya: hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk alasan keselamatan.

Sedangkan menurut (Assauri,1980) tindakan *maintenance* yang biasa dilakukan oleh suatu perusahaan dibagi menjadi tiga macam, yaitu: *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, dan *predictive maintenance*.

1. *Preventive maintenance*, merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan dalam proses produksi (Assauri, 1980). *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif didalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan *critical unit*.
2. *Corrective maintenance*, merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada fasilitas atau peralatan yang mengakibatkan fasilitas atau peralatan tidak dapat berfungsi seperti yang diharapkan

atas dasar prioritas atau keadaan darurat. Tindakan yang bisa dilakukan meliputi penggantian komponen, perbaikan komponen, serta overhaul (Assauri, 1980).

3. *Predictive maintenance*, merupakan pemeliharaan yang dilakukan demi mempertimbangkan kondisi komponen dengan mendeteksi indikasi terjadinya kegagalan. Proses mendeteksi indikasi kegagalan dengan memonitor perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem atau peralatan dari waktu ke waktu.

2.4 *Lean*

Lean merupakan suatu upaya yang dilakukan secara terus-menerus (*continous improvement effort*) untuk menghilangkan *waste*, dan untuk meningkatkan *value added* produk agar memberikan nilai kepada pelanggan (Gaspersz dan Fontana, 2011). Tujuan dari *Lean* yaitu, meningkatkan *customer value* secara terus menerus melalui peningkatan rasio secara terus-menerus antara nilai tambah terhadap pemborosan yang dikenal sebagai *the value-to-waste-ratio*.

Menurut Pusporini dan Andesta (2009) *Lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan *value added* produk agar memberikan nilai kepada pelanggan.

Jadi dapat disimpulkan bahwa *lean* adalah suatu metode yang meliputi sumber daya baik manusia, dan aktivitas yang dilihat berdasarkan aktivitas *non-value added*. Aktivitas *non-value added* dianggap sebagai *waste* dan perlu dilakukan evaluasi serta dieliminasi agar meningkatkan *value added* yang berujung pada kepuasan pelanggan dan efektifitas kegiatan produksi perusahaan.

2.5 *Lean Maintenance*

Lean Maintenance merupakan sebuah proses atau perjalanan dalam mencapai *continuous improvement*. *Lean Maintenance* adalah operasi perawatan proaktif dengan melakukan aktivitas perawatan yang terencana dan terjadwal dengan baik melalui *Total Productive Maintenance* dengan menggunakan strategi perawatan yang dikembangkan dari aplikasi logika keputusan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Sherif Mostafa, Jantane Dumrak, dan Hassan Soltan, 2015).

2.6 Waste (Pemborosan)

Waste (pemborosan) sering didefinisikan sebagai segala aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses mengubah *input* menjadi *output* sepanjang *value stream* proses produksi dalam suatu perusahaan (Gaspersz, 2011).

Menurut Ohno (1988) *waste* memiliki sifat *obvious* (jelas) dan *hidden* (tersembunyi). *Waste* yang bersifat *obvious* (jelas) merupakan *waste* yang mudah dikenali dan dapat dihilangkan dengan segera dengan menggunakan biaya yang kecil atau tanpa menggunakan biaya sama sekali. Sedangkan *waste* yang bersifat *hidden* (tersembunyi) merupakan *waste* yang hanya dihilangkan dengan metode kerja baru, bantuan teknologi, ataupun kebijakan baru.

2.7 Jenis Waste

Setiap *waste* yang terjadi mampu memberikan dampak bagi perusahaan. Menurut Ohno (1988) *waste* memiliki tujuh jenis, yaitu:

1. *Over production*

Over production merupakan kelebihan produksi, dimana produk dibuat dalam jumlah yang melebihi kebutuhan pelanggan. Selain itu, *over production* juga dapat diartikan sebagai suatu produk yang dibuat terlalu cepat dibandingkan dengan kebutuhan pelanggan.

2. *Transportation*

Transportation merupakan suatu aktivitas pergerakan (pemindahan) yang tidak menyebabkan perubahan bentuk benda dan tidak menambah nilai benda yang dipindahkannya. Pemindahan material, barang setengah jadi, barang jadi, dan manusia yang dilakukan di dalam perusahaan atau dari distributor merupakan suatu pemborosan. Setiap pemindahan yang dilakukan mampu menambah terjadinya kerusakan barang, hilang, atau terlambat pengiriman.

3. *Unnecessary inventories*

Dalam beberapa perusahaan, *Unnecessary inventories* merupakan salah satu pemborosan terbesar. Hal ini dikarenakan *inventory* menyembunyikan masalah dalam menimbulkan aktivitas penanganan tambahan yang seharusnya tidak diperlukan dan membutuhkan modal besar.

4. *Inappropriate processes*

Inappropriate processes merupakan proses berlebihan yang bisa terjadi apabila proses pengerjaan suatu produk melebihi keinginan dan kebutuhan pelanggan. Selain

itu, *inappropriate processes* juga termasuk dalam penggunaan peralatan yang lebih presisi atau lebih canggih dari yang dibutuhkan untuk menghasilkan suatu produk.

5. *Delay / waiting time*

Delay / waiting time merupakan aktivitas menunggu yang berkaitan dengan keterlambatan mesin, peralatan, bahan baku, *supplies*, dan perawatan / pemeliharaan.

6. *Excess motion*

Excess motion merupakan setiap gerakan dari mesin atau orang yang tidak menambah nilai produk akhir yang akan diberikan kepada pelanggan, tetapi hanya menambah biaya dan waktu.

7. *Defect*

Defect merupakan barang rusak yang pemborosannya paling mudah dikenali. *Defect* mengacu pada *defective products and informations*. *Defective products* yang disebabkan oleh perpindahan barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan disertai defective information awalnya menyebabkan *rework* dan *inventory*, kemudian akan menyebabkan tambahan dan varian *waste* yang lebih beragam.

2.8 Pengukuran Kinerja

Penilaian performansi merupakan salah satu prinsip organisasi yang penting dalam menjaga keseimbangan seluruh sistem perusahaan agar berjalan dengan baik. Pengukuran kinerja merupakan suatu alat manajemen yang digunakan untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dan akuntabilitas. Pengukuran kinerja juga digunakan untuk menilai pencapaian dan sasaran perusahaan (Vanany, 2009).

Pada persaingan antar manufaktur yang kompetitif saat ini, pentingnya peningkatan tugas pemeliharaan di dalam organisasi yang berusaha untuk memuaskan pelanggan mereka dengan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan, ketersediaan peralatan, keselamatan dan kualitas produk (Al Najjar dan Alsyouf, 2003). Oleh karena itu, perlu dilakukan kontrol performansi dari aktivitas pemeliharaan tersebut.

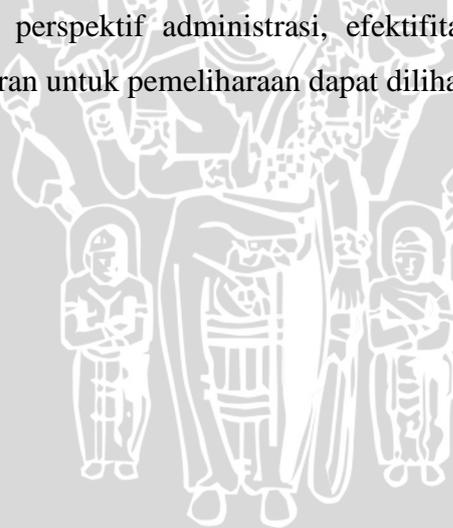
Dengan menilai aktivitas pemeliharaan mampu mengurangi *non value added* terhadap waktu dan efektivitas dalam memanfaatkan sumber daya (Dekker, 1996). Dalam pengukuran kinerja terdapat penentuan indikator performansi. Indikator performansi yang tepat memiliki peran kunci yang penting dalam menunjukkan secara tepat akar penyebab permasalahan atau kegagalan sehingga meningkatkan kinerja mesin produksi. Indikator performansi yang digunakan untuk mengukur aktivitas pemeliharaan adalah model *Overall Measure of Maintenance Performance* (Davies dan Greenough, 2004).

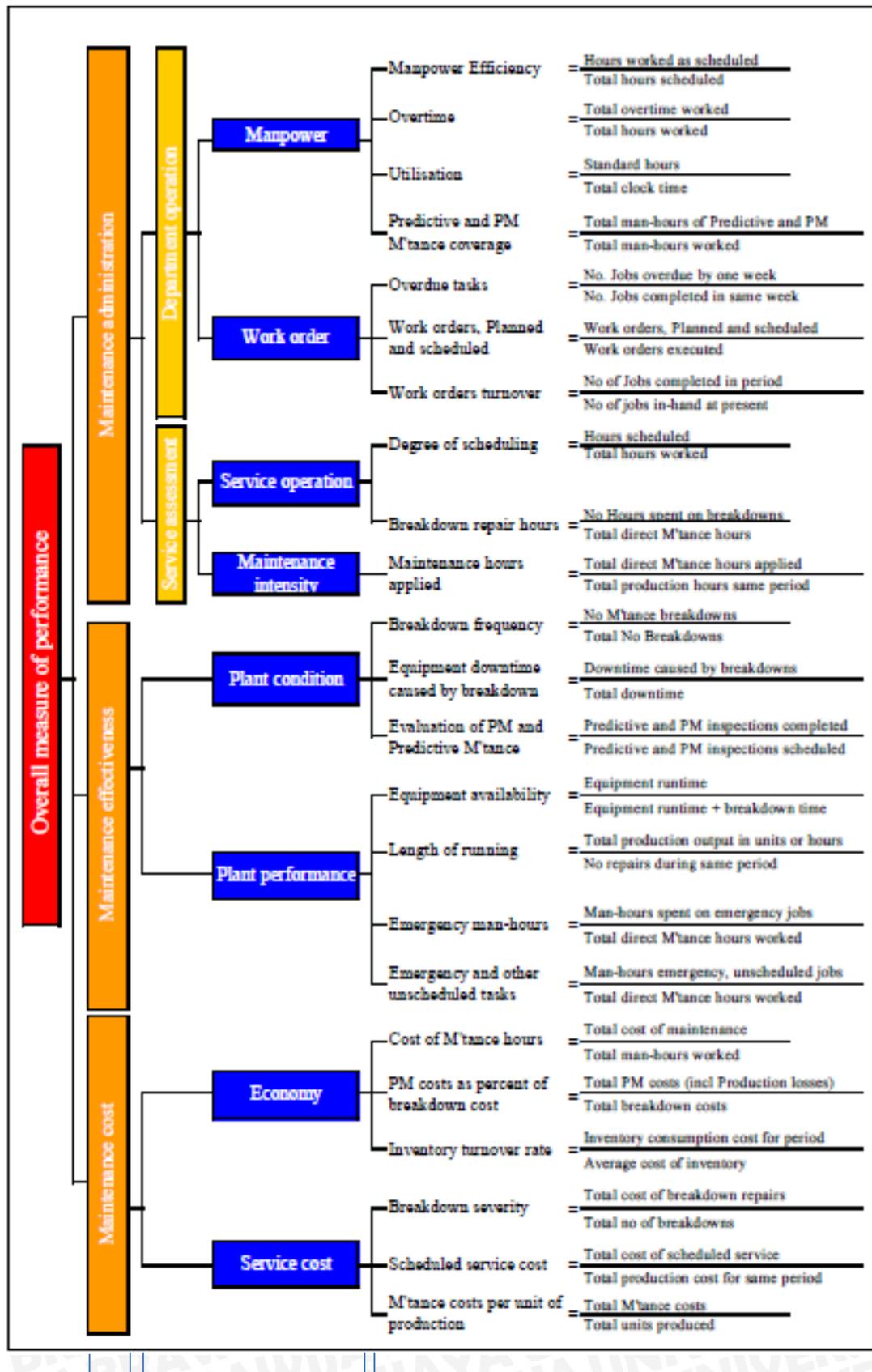
2.9 Overall Measure Of Maintenance Performance (OMMP)

Pemeliharaan merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/mesin pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat kesesuaian keadaan operasi produksi yang memuaskan (Sofyan Assauri, 2004). Oleh karena itu, pemeliharaan turut memberikan kontribusi pada pendapatan, keuntungan, dan pengeluaran perusahaan.

Dalam pengukuran efisiensi dan efektivitas serta fungsi performansi pemeliharaan, harus mencerminkan semua faktor relevan yang mempengaruhi pengukuran tersebut (Niebel, 1994). Metode pengukuran yang dibutuhkan harus dikembangkan untuk tetap bisa berhubungan dengan organisasi atau perusahaan dalam pengambilan keputusan.

Overall Measure Of Maintenance Performance (OMMP) (Davies dan Greenough, 2004) merupakan hasil rangkuman terhadap dua metode pengukuran fungsi variabel pemeliharaan (Priel, 1962) dan kriteria fundamental dari pengukuran performansi pemeliharaan (Niebel, 1994). Dalam OMMP terdapat tiga perspektif yang memberikan informasi mengenai bagaimana cara mendapatkan data dan kemudahan pemahamannya. Tiga perspektif tersebut yaitu: perspektif administrasi, efektifitas, dan biaya. Konsep pengembangan metode pengukuran untuk pemeliharaan dapat dilihat pada gambar 2.1.





Gambar 2.1 Konsep Overall Measure Of Maintenance Performance.
 Sumber: Davies and Greenough (2004).

Dari Gambar 2.1 tersebut, konsep pengembangan metode untuk pengukuran pemeliharaan sudah dipisah menjadi beberapa bagian dalam bentuk hierarki untuk memudahkan dalam kegiatan analisisnya. Dari tiga perspektif yang telah dijelaskan sebelumnya, kemudian dibagi menjadi beberapa dimensi, yaitu: *manpower*, *work order*, *service operation*, *maintenance intensity*, *plan condition*, *plant performance*, *economy*, dan *service cost*. Sebagai contoh, untuk dimensi *service operation* yang menunjukkan tingkat pelayanan operasi pada kegiatan pemeliharaan memiliki indikator-indikator KPI yang perlu diperhatikan. Indikator tersebut adalah *degree of scheduling* dan *breakdown repair hour*. *Degree of scheduling* merupakan indikator yang menunjukkan tingkat dari aktivitas perawatan yang terjadwal berdasarkan pada *manhour* yang terencana dan *manhour* aktual. *Breakdown repair hours* merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan kerusakan mesin berdasarkan *manhour* aktual untuk jenis perawatan korektif dibandingkan dengan *manhour* aktual untuk jenis perawatan keseluruhan (Hapsari, 2015). Dalam indikator KPI yang tertera pada Gambar 2.1 juga menampilkan rumus perhitungan yang nantinya akan digunakan pada pengolahan data di Bab 4.

2.10 Indikator Performansi Metode Overall Measure Of Maintenance Performance

Performansi pemeliharaan dapat diukur berdasarkan indikator performansi metode *Overall Measure of Maintenance Performance*. Indikator performansi metode *Overall Measure Of Maintenance Performance* ini dapat mengukur performansi biaya, administrasi dan efektivitas dari aktivitas pemeliharaan. Keunggulan lain dari penggunaan metode ini adalah mudah mendapatkan data untuk mengukur kinerja dari aktivitas pemeliharaan dan memahami hasil dari pengukuran yang dilakukan.

Pada metode ini terdapat tiga perspektif, yaitu: perspektif *Maintenance Administration*, *Maintenance Effectiveness*, dan *Maintenance Cost*. Setiap perspektif memiliki dimensi, dan dimensi tersebut memiliki *Key Performance Indicator* (KPI) yang digunakan sebagai indikator dalam penilaian kinerja maintenance. Berikut ini adalah definisi dari masing-masing perspektif dan *Key Performance Indicator* (KPI) (Thiruvengadam, 2009).

1. *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. Perhitungan *manpower efficiency* dapat dilihat pada rumus 2-1.

$$\text{Manpower Efficiency} = \frac{\text{hours worked as scheduled}}{\text{total hours scheduled}} \quad (2-1)$$

b. *Overtime*

Indikator ini merefleksikan kemampuan dari perencanaan atau penjadwalan aktivitas pemeliharaan. Apabila aktivitas pemeliharaan direncanakan atau dijadwalkan dengan baik, maka dipastikan tidak ada pekerjaan yang melewati dari batas yang ditentukan. Namun karena setiap perusahaan memberikan sanksi atau pinalti terhadap jumlah *overtime* yang terjadi, ada indikasi bahwa pekerjaan tersebut menggunakan sumber daya yang besar dari yang direncanakan. Perhitungan *overtime* dapat dilihat pada rumus 2-2.

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

c. *Utilization*

Indikator ini mengetahui seberapa besar pemanfaatan dan penggunaan dari manpower untuk aktivitas pemeliharaan. Perhitungan *utilization* dapat dilihat pada rumus 2-3.

$$\text{Utilization} = \frac{\text{standard hours}}{\text{total clock time}} \quad (2-3)$$

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. Perhitungan *predictive and preventive coverage* dapat dilihat pada rumus 2-4.

$$\text{Predictive and preventive maintenance coverage} = \frac{\text{total manhours of Predictive \& PM}}{\text{total manhours worked}} \quad (2-4)$$

e. *Overdue Tasks*

Indikator ini bertujuan untuk melihat tingkat pekerjaan yang menyimpang dari target jadwal yang ditentukan. Perhitungan *overdue tasks* dapat dilihat pada rumus 2-5.

$$\text{Overdue Task} = \frac{\text{no job overdue by one week}}{\text{no jobs completed in same week}} \quad (2-5)$$

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. Perhitungan *work orders, planned and scheduled* dapat dilihat pada rumus 2-6.

$$\text{work order, planned, and scheduled} = \frac{\text{work order, planned, and scheduled}}{\text{work order executed}} \quad (2-6)$$

g. *Work orders turnover*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui perputaran work orders yang didistribusikan. Rendahnya work orders turnover akan memperbesar *equipment downtime*. *Work orders turnover* ini menggambarkan seberapa baik penyelesaian dari setiap pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan oleh perusahaan. Perhitungan *work orders turnover* dapat dilihat pada rumus 2-7.

$$\text{work order turnover} = \frac{\text{No of jobs completed n period}}{\text{No of job in-hand at present}} \quad (2-7)$$

h. *Degree of Scheduling*

Indikator ini mengukur seberapa tepat waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya. Perhitungan *degree of scheduling* dapat dilihat pada rumus 2-8.

$$\text{degree of scheduling} = \frac{\text{hours scheduled}}{\text{total hours worked}} \quad (2-8)$$

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. Perhitungan *breakdown repair hours* dapat dilihat pada rumus 2-9.

$$\text{breakdown repair hours} = \frac{\text{No hours spent on breakdown}}{\text{total direct maintenance hours}} \quad (2-9)$$

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. Perhitungan *maintenance hours applied* dapat dilihat pada rumus 2-10.

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

2. Maintenance Effectiveness

a. 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. Perhitungan *breakdown frequency* dapat dilihat pada rumus 2-11.

$$\text{breakdown frequency} = \frac{\text{No maintenance breakdown}}{\text{Total No breakdown}} \quad (2-11)$$

b. 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. Karena pemeliharaan pada komponen tertentu dilakukan, operasi dari mesin produksi tidak maksimal atau tidak berjalan sama sekali. Nilai indeks indikator ini harus diminimalkan karena berhubungan dengan tingkat ketersediaan mesin produksi dan output yang dikeluarkan. Perhitungan *equipment downtime caused by breakdown* dapat dilihat pada rumus 2-12.

$$\text{equipment downtime caused by breakdown} = \frac{\text{downtime caused by breakdown}}{\text{Total downtime}} \quad (2-12)$$

c. 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 akan berpengaruh terhadap munculnya pekerjaan yang tidak terjadwalkan. Perhitungan *evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance* dapat dilihat pada rumus 2-13.

$$\text{evaluation of PM \& predictive maintenance} = \frac{\text{Predictive \& PM inspection completed}}{\text{Predictive \& PM inspection scheduled}} \quad (2-13)$$

d. 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. Perhitungan *equipment availability* dapat dilihat pada rumus 2-14.

$$\text{equipment availability} = \frac{\text{equipment runtime}}{\text{equipment runtime} + \text{breakdown time}} \quad (2-14)$$

e. *Length of running*

Indikator ini menggambarkan tingkat efektivitas pemeliharaan. Sehingga semakin besar efektivitas dari pemeliharaan yang dilakukan maka produktivitas dan ketersediaan mesin produksi akan meningkat. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya output yang dihasilkan dari mesin produksi. Perhitungan *length of running* dapat dilihat pada rumus 2-15.

$$\text{length of running} = \frac{\text{Total production output in unit or hours}}{\text{No repairs during same period}} \quad (2-15)$$

f. *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. Hal ini berhubungan dengan target produksi atau kerusakan yang terjadi dimana hal ini dapat mempengaruhi secara langsung ketersediaan mesin produksi. Perhitungan *emergency man-hours* dapat dilihat pada rumus 2-16.

$$\text{emergency man - hours} = \frac{\text{Man-hours spent on emergency jobs}}{\text{Total direct maintenance hours worked}} \quad (2-16)$$

g. *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 akan berdampak besar terhadap aktivitas produksi bila perencanaan pemeliharaan tidak dilakukan perbaikan. Karena pemeliharaan yang tidak terencana maka tidak dapat dilakukan persiapan secara cepat dan ini akan mempengaruhi ketersediaan mesin produksi. Perhitungan *emergency and other unscheduled tasks* dapat dilihat pada rumus 2-17.

$$\text{emergency \& other unscheduled tasks} = \frac{\text{Man-hours emergency, unscheduled jobs}}{\text{Total direct maintenance hours worked}} \quad (2-17)$$

3. *Maintenance Cost*

a. *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 dan lain sebagainya. 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.

b. *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. Bila pemeliharaan terencana dilakukan secara tepat maka pemeliharaan yang tidak terencana akan berkurang. Sehingga ketersediaan mesin produksi meningkat. Faktor indikator perhitungan ini mengukur perbandingan biaya pemeliharaan, khususnya *preventive* yang termasuk didalamnya ada biaya kehilangan produksi dibanding dengan keseluruhan biaya *breakdown*. Nilai perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4.

Tabel 2.3

Nilai Target Performansi *Maintenance Administration* dan *Maintenance Effectiveness*

<i>Key Performance Indicator</i>	<i>Unit of Measure</i>	<i>Trend</i>	<i>Benchmark</i>
<i>Maintenance Administration</i>			
<i>Manpower Efficiency</i>	<i>Percentage</i>	↑	85%
<i>Overtime</i>	<i>Percentage</i>	↓	< 5%
<i>Utilization</i>	<i>Percentage</i>	↑	> 80%
<i>Predictive and Preventive Maintenance Coverage</i>	<i>Percentage</i>	↓	60%
<i>Overdue Tasks</i>	<i>Percentage</i>	↑	3-5%
<i>Work Orders, Planned and Scheduled</i>	<i>Percentage</i>	↑	> 85%
<i>Work Orders Turnover</i>	<i>Percentage</i>	↑	> 95%
<i>Degree of Scheduling</i>	<i>Percentage</i>	↑	80%
<i>Breakdown repair hours</i>	<i>Percentage</i>	↑	-
<i>Maintenance Hour Applied</i>	<i>Index</i>	↑	Industry specific
<i>Maintenance Effectiveness</i>			
<i>Breakdown Frequency</i>	<i>Percentage</i>		Industry specific
<i>Equipment Downtime Caused by Breakdown</i>		↓	-
<i>Evaluation of Preventive Maintenance and Predictive Maintenance</i>			-
<i>Equipment Availability</i>	<i>Percentage</i>	↑	> 97%
<i>Length of Running</i>			-

Tabel 2.4 Nilai Target Performansi *Maintenance Effectiveness* dan *Maintenance Cost*

<i>Key Performance Indicator</i>	<i>Unit of Measure</i>	<i>Trend</i>	<i>Benchmark</i>
<i>Maintenance Effectiveness</i>			
<i>Emergency man-hours</i>	<i>Percentage</i>	↓	< 20%
<i>Emergency and other Unscheduled task</i>			-
<i>Maintenance Cost</i>			
<i>Cost of Maintenance Hours</i>			-
<i>PM Cost as Percent of Breakdown Cost</i>	<i>Dollars</i>	↓	Industry specific
<i>Inventory Turnover Rate</i>	<i>Turns/Percentage</i>	↑	> 2-3 (200-300)%
<i>Breakdown Severity</i>	<i>Dollars</i>	↓	Industry specific
<i>Schedules Service Cost</i>	<i>Dollars</i>	↓	Industry specific
<i>Maintenance Costs per Unit of Production</i>	<i>Dollars</i>	↓	Industry specific

Sumber: Thiruvengadam (2009)

c. *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. Perhitungan *inventory turnover rate* dapat dilihat pada rumus 2-18.

$$\text{inventory turnover rate} = \frac{\text{Inventory consumption cost for period}}{\text{Average cost of inventory}} \quad (2-18)$$

d. *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. Penurunan indeks nilai indikator ini dapat dilakukan dengan cara mengevaluasi perencanaan dan eksekusi pemeliharaan sehingga beban biaya yang ditanggung tidak lebih besar. Perhitungan *breakdown severity* dapat dilihat pada rumus 2-19.

$$\text{breakdown severity} = \frac{\text{Total cost of breakdown repairs}}{\text{Total no of breakdown}} \quad (2-19)$$

e. *Scheduled service cost*

Indikator ini bertujuan untuk mengukur jumlah biaya *service* yang direncanakan per biaya unit produksi. Perhitungan *scheduled service cost* dapat dilihat pada rumus 2-20.

$$\text{scheduled service cost} = \frac{\text{Total cost of scheduled service}}{\text{Total production cost for same period}} \quad (2-20)$$

f. *Maintenance costs 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. Sementara *output* yang dihasilkan tergantung dari beroperasinya mesin produksi. Biaya pemeliharaan terdiri dari komponen pengganti, tenaga kerja, alat-alat perkakas. Perhitungan *maintenance costs per unit of production* dapat dilihat pada rumus 2-21.

$$\text{maintenance costs per unit of production} = \frac{\text{Total maintenance costs}}{\text{Total units produced}} \quad (2-21)$$

2.11 Key Performance Indicator (KPI)

Key Performance Indicator (KPI) menyajikan serangkaian ukuran yang berfokus pada aspek-aspek kinerja organisasi yang paling penting untuk keberhasilan organisasi saat ini dan waktu yang akan datang (Parmenter,2010). KPI pada dasarnya adalah bagian dari *performance indicators* atau indikator kinerja organisasi. Keunggulan KPI dibandingkan dengan indikator-indikator kinerja lainnya adalah, bahwa KPI merupakan indikator kunci yang benar-benar mampu mempresentasikan kinerja organisasi secara keseluruhan. Jumlah indikator kinerja yang dipilih sebagai KPI biasanya tidak banyak, namun demikian hasil pengukuran melalui indikator tersebut dapat digunakan untuk menilai tingkat keberhasilan organisasi dalam mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan.

KPI dapat berbentuk ukuran kuantitatif maupun kualitatif. Namun demikian, dalam praktek penyusunan KPI oleh berbagai organisasi *public* dan *private*, sebagian besar KPI berupa ukuran kuantitatif. Hal ini dikarenakan, ukuran kuantitatif relatif lebih mudah digunakan dalam proses penggalan data maupun pada saat pengukuran dan evaluasi. Sedangkan untuk ukuran kualitatif, biasanya memerlukan kegiatan penelitian sebagai

upaya untuk memperoleh data kinerja yang diperlukan. Proses penggalian data untuk ukuran kualitatif ini sering kali memerlukan waktu dan biaya yang tidak sedikit.

Pemilihan terhadap bentuk KPI, apakah kuantitatif atau kualitatif, tergantung pada kebutuhan dan karakter organisasi. Tidak dapat dipaksakan bahwa semua KPI harus kuantitatif atau harus kualitatif. Adapun pertimbangan utama yang harus menjadi dasar dalam pemilihan KPI adalah bahwa indikator tersebut dapat diukur. Hal ini berarti bahwa untuk setiap KPI baik ukuran kuantitatif atau kualitatif sudah tersedia informasi tentang jenis data-data yang akan digali, sumber data dan cara mendapatkan data tersebut.

Selain kriteria dapat diukur tersebut, KPI juga harus memiliki sejumlah kriteria lain. kriteria tersebut meliputi:

1. *Clear*: KPI terdefiniskan secara jelas dan tidak memiliki makna ganda.
2. *Relevant*: mencukupi untuk pencapaian tujuan, atau menangani aspek-aspek objektif yang relevan.
3. *Economic*: data atau informasi yang diperlukan akan dapat dikumpulkan, diolah dan dianalisis dengan biaya yang tersedia.
4. *Adequate*: oleh dirinya sendiri atau melalui kombinasi dengan yang lain, pengukuran harus menyediakan dasar yang mencukupi untuk menaksir kinerja
5. *Monitorable*: dalam rangka kejelasan dan ketersediaan informasi, indikator harus dapat diterima bagi penilai atau evaluator kinerja yang independen.

Kriteria-kriteria tersebut diatas adalah alat bantu yang efektif untuk memilih KPI. Indikator kinerja yang memenuhi kriteria tersebut, akan menjadi alat ukur yang memadai untuk mengukur perkembangan pencapaian tujuan organisasi. Adapun indikator kinerja tidak memenuhi keseluruhan kriteria tersebut, lebih baik tidak dijadikan KPI bahkan tidak perlu digunakan sebagai indikator kinerja.

2.12 *Analytical Hierarchy Process (AHP)*

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki. Hierarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hierarki suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur

menjadi sebuah bentuk hierarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis (Vanany, 2009).

2.12.1 Prinsip-prinsip Dasar Metode AHP

Prinsip-prinsip dasar metode AHP adalah berpikir analitis dalam pengambilan keputusan dengan berdasarkan pada tiga prinsip pokok sebagaimana dijelaskan di bawah ini (Vanany, 2009):

1. Penyusunan hierarki

Penyusunan hierarki dari masalah yang ada adalah langkah awal untuk mendefinisikan permasalahan yang kompleks ke dalam sub sistem, elemen, sub elemen dan seterusnya. Konsekuensi dari langkah ini adalah semakin banyak level yang digunakan akan semakin jelas dan detail masalah yang hendak dipecahkan. Hierarki keputusan disusun berdasarkan pandangan pihak-pihak yang memiliki keahlian dan pengetahuan di bidang yang bersangkutan. Keputusan yang akan diambil dijadikan sebagai tujuan yang dijabarkan menjadi elemen-elemen yang lebih rinci sehingga mencapai suatu tahapan yang paling operasional atau terukur. Hierarki permasalahan yang terstruktur akan mempermudah pengambilan keputusan untuk menganalisa dan mengambil keputusan terhadap *problem* tersebut.

2. Penentuan prioritas

Penentuan prioritas terdiri dari elemen-elemen kriteria dapat dipandang sebagai bobot atau kontribusi elemen tersebut terhadap tujuan pengambilan keputusan. Metode AHP melakukan analisis prioritas elemen dengan cara perbandingan berpasangan antar dua elemen hingga semua elemen yang ada tercakup.

3. Konsistensi logis

Konsistensi jawaban para responden dalam menentukan prioritas elemen merupakan prinsip pokok yang akan menentukan validitas data dan hasil pengambilan keputusan. Secara umum, responden harus memiliki konsistensi dalam perbandingan elemen. Hasil penelitian yang didapat diterima adalah yang mempunyai rasio konsistensi lebih kecil atau sama dengan 10%. Jika lebih besar dari itu, berarti penilaian yang telah dilakukan ada yang random, dengan demikian perlu diperbaiki

2.12.2 Langkah-langkah dalam Metode AHP

Langkah-langkah AHP dimulai dengan menata elemen masalah dalam membentuk hierarki kemudian membuat perbandingan berpasangan antar elemen. Langkah-langkah dasar AHP dapat dijelaskan sebagai berikut (Saaty, 1988):

1. Menentukan tujuan AHP secara keseluruhan.
2. Mendefinisikan persoalan dan merincikan pemecahan yang diinginkan.
3. Menentukan orang yang memberikan kontribusi dalam pengambilan keputusan.
4. Menentukan kriteria-kriteria yang perlu dipertimbangkan untuk mencapai tujuan AHP.
5. Menentukan sub kriteria yang berada di bawah tingkat bawah kriteria.
6. Menentukan alternatif-alternatif yang digunakan untuk mencapai tujuan
7. Membuat suatu matriks perbandingan berpasangan antar elemen.
8. Setelah mengumpulkan semua data perbandingan berpasangan kemudian memasukkan nilai-nilai kebalikan beserta entri bilangan 1 sepanjang diagonal utama.
9. Menentukan bobot masing-masing elemen berdasarkan matriks berpasangan dan melakukan uji konsistensi. Rasio konsistensi hierarki yang digunakan harus 10%. Apabila rasio konsistensinya $> 0,1$ maka diperlukan pengumpulan data ulang.

2.12.3 Skala Penilaian Perbandingan

Perbandingan berpasangan memiliki skala relatif yang dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan Tabel 2.6. Pada tabel tersebut ditunjukkan beberapa skala tingkat kepentingan dengan memperhatikan kemampuan manusia dalam membedakan jumlah skala penilaian perbandingan. Semakin banyak skala penilaian perbandingan, maka akan semakin sukar pihak manajer menentukan pilihannya. Jumlah skala penilaian perbandingan ada lima buah. Jumlah ini dianggap jumlah yang proporsional bagi manajer/responden untuk membedakan antara kriteria yang ada.

Tabel 2.5 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan Intensitas Kepentingan 1 - 3

Intensitas Kepentingan	Keterangan	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

Tabel 2.6 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan Intensitas Kepentingan 5 - 9

Intensitas Kepentingan	Keterangan	Penjelasan
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
Kebalikan (1/3, 1/5, ...)	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibandingkan dengan aktivitas j, maka aktivitas j mempunyai nilai kebalikan	

Sumber: Vanany (2009)

2.12.4 Perhitungan Konsistensi AHP

Pengukuran konsistensi AHP dilakukan dalam dua tahap yaitu: tahap pengukuran konsistensi setiap matriks perbandingan. Pengukuran ini didasarkan pada *eigenvalue* maksimum yang dihitung dalam *Consistency Index* (CI) seperti pada rumus 2-22.

$$Consistency Index (CI) = \left(\frac{\tau_{max} - n}{n-1} \right) \quad (2-22)$$

Keterangan:

n = ukuran matriks

τ = nilai *eigen* terbesar dari matriks ordo n

Makin dekat *eigenvalue* dengan besarnya matriks, makin konsisten matriks tersebut yang dihitung dalam *Consistency Ratio* (CR) seperti pada rumus (2-23).

$$Consistency Ratio (CR) = \frac{CI}{RI} \quad (2-23)$$

Keterangan:

RI = *Random Index*

Berikut ini indeks random untuk beberapa ukuran matriks disajikan pada Tabel 2.7:

Tabel 2.7 Nilai Index Random (RI)

N	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber: Vanany (2009)

Batasan diterima tidaknya konsistensi suatu matriks sebenarnya tidak ada yang baku, hanya menurut beberapa eksperimen dan pengalaman inkonsistensi sebesar 10% atau 0,1 ke bawah adalah ingkat inkonsistensi yang masih bisa diterima.

2.13 *Objective Matrix (OMAX)*

Menurut (Riggs, 1986) metode *Objective Matrix* adalah suatu metode sistem skor yang memperhatikan metrik-metrik pengukuran dari KPI yang ada dengan melakukan konsolidasi metrik tersebut menjadi ukuran tunggal yang sering disebut dengan current performance.

Metode OMAX menggabungkan kriteria-kriteria produktivitas ke dalam suatu bentuk yang terpadu dengan berhubungan satu sama lain. Pada Gambar 2.2 diberikan gambaran kerangka kerja metode OMAX.

Kriteria							
<i>Performance</i>							
<i>Score</i>	10						
	9						
	8						
	7						
	6						
	5						
	4						
	3						
	2						
	1						
	0						
<i>Score</i>							
<i>Weight</i>							
<i>Value</i>							

Gambar 2.2 Kerangka *Objective Matrix (OMAX)*.
Sumber: Vanany (2009).

Pertimbangan menggunakan metode OMAX ini dalam sistem pengukuran kinerja organisasi diantaranya adalah karena:

1. Relatif sederhana dalam aplikasinya dan mudah dipahami konsepnya karena menggunakan konsep interpolasi.

2. Mudah dilaksanakan dan tidak memerlukan keahlian dan software khusus.
3. Datanya mudah diperoleh karena hanya berupa data aktual, data masa lalu, dan target yang hendak diraih.
4. Lebih fleksibel, tergantung pada masalah yang dihadapi.

Dalam model OMAX, penyusunan matriks OMAX terdiri dari tiga tahapan sistematis yang perlu dilakukan. Tiga tahap tersebut yaitu *Defining*, *Quantifying*, dan *Monitoring* (Faridz, 2011).

1. *Defining*

Pada tahap ini, dilakukan identifikasi dari kriteria yang ingin diamati. Identifikasi yang dilakukan berkaitan dengan kriteria dan *performance*.

a. Kriteria

Merupakan KPI yang akan diukur kinerjanya, dan dinyatakan sesuai dengan metrik yang digunakan.

b. *Performance*

Merupakan hasil dari perhitungan terhadap KPI yang dihitung berdasarkan pengukuran selama periode yang ditetapkan. Hasil tersebut menunjukkan nilai dari tiap kriteria yang diukur.

2. *Quantifying*

Pada tahap ini, *Quantifying* adalah badan dari matriks yang berisi butir-butir matriks yang memuat tingkat pencapaian dari kriteria yang diamati.

a. Butir-butir matriks

Terdapat dalam badan matriks yang disusun oleh besaran-besaran pencapaian dari kriteria yang diukur. Butir-butir matriks ini mempunyai beberapa skala penilaian, yaitu:

- 1) Tingkat 0, merupakan tingkat pencapaian terburuk yang mungkin terjadi.

Rumus yang digunakan adalah:

$$BKB = \mu + k. \sigma \quad (2-24)$$

Keterangan:

BKB = Batas Kendali Bawah

μ = Rata-rata rasio tiap kriteria

n = Jumlah data

- 2) Tingkat 3, merupakan tingkat pencapaian pada waktu awal pengukuran. Pada level ini, menunjukkan nilai rata-rata nilai performansi perusahaan selama periode tertentu.

- 3) Tingkat 10, merupakan tingkat pencapaian optimal yang mungkin dicapai.

Rumus yang digunakan adalah:

$$BKA = \mu + k \cdot \sigma \quad (2-25)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(xi-\mu)^2}{n}} \quad (2-26)$$

$$DA \text{ (Degree of Accuracy)} = \frac{\sigma}{\mu} \times 100\% \quad (2-27)$$

$$CL \text{ (Confident Level)} = 100\% \times DA \quad (2-28)$$

Keterangan:

BKA = Batas Kendali Atas

μ = Rata-rata rasio tiap kriteria

n = Jumlah data

σ = Standar deviasi

k = Konstanta

$k = 1$, bila nilai CL terletak pada $0\% \leq CL \leq 68\%$

$k = 2$, bila nilai CL terletak pada $68\% < CL \leq 95\%$

$k = 3$, bila nilai CL terletak pada $95\% < CL \leq 99\%$

- 4) Tingkat 1 dan 2, merupakan tingkat pencapaian yang diperoleh dari interpolasi nilai 0 dan 3. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Interval (1 - 2)} = \frac{\text{Tingkat 3} - \text{Tingkat 0}}{3 - 0} \quad (2-29)$$

- 5) Tingkat 4-9, merupakan tingkat pencapaian yang diperoleh dari interpolasi nilai tingkat 3 dan 10. Rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Interval (4 - 9)} = \frac{\text{Tingkat 10} - \text{Tingkat 3}}{10 - 3} \quad (2-30)$$

3. Monitoring

Pada tahap ini, *monitoring* merupakan perhitungan dari performance indikator. Perhitungan ini dilakukan untuk memantau bagaimana tingkat performansi yang sedang dilakukan pengamatan.

a. Score

Hasil dari pengukuran dari data aktual yang dibandingkan dengan tingkat kinerja yang paling mendekati. Score menunjukkan kinerja KPI yang diukur sesuai dengan matrik standar yang digunakan yaitu dari 1 sampai dengan 10.

b. *Weight*

Menyatakan bobot dari KPI-KPI yang hendak diukur. Bobot tersebut memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap kriteria yang diamati. Nilai bobot ini diperoleh dari hasil pengolahan AHP.

c. *Value*

Menyatakan hasil perkalian dari skor kinerja untuk KPI yang ada dengan bobot KPI-nya.

d. *Performance Indicator*

Menyatakan jumlah value dari semua KPI yang telah diukur. Pada performance indicator ini akan dilakukan perbandingan kinerja periode sebelumnya dengan periode pengukuran yang dinyatakan dengan indeks. Bila indeks menunjukkan nilai lebih besar dari 1 berarti kinerja periode pengukuran lebih baik kinerjanya dibandingkan dengan kinerja periode sebelumnya. Bila nilai indeks lebih kecil dari 1, maka menunjukkan sebaliknya yaitu kinerja periode pengukuran lebih jelek dibanding dengan kinerja tahun sebelumnya. Bila nilainya adalah 1, maka ini menunjukkan bahwa kinerja pada periode tersebut sama dengan kinerja periode tahun sebelumnya.

Penerapan masing-masing tahapan dalam pembuatan OMAX perlu dilakukan secara sistematis dengan memperhatikan langkah-langkah scoring system OMAX (Riggs, 1999).

Langkah-langkah scoring system OMAX meliputi:

1. Melakukan perhitungan terhadap KPI pada tahun ini dan tahun sebelumnya. Hasil yang diperoleh selanjutnya dicantumkan pada baris performance untuk KPI yang diukur
2. Mengumpulkan data target yang ingin dicapai pada tahun ini dan tahun sebelumnya serta data pencapaian terjelek dalam beberapa tahun
3. Meletakkan data hasil perhitungan aktual KPI pada baris performance, data target yang ingin dicapai pada tahun ini di Score 10, data hasil perhitungan aktual pada tahun sebelumnya di Score 3 dan data pencapaian terjelek pada Score 0.
4. Meletakkan hasil dari pengukuran dari data aktual dibandingkan dengan tingkat kinerja yang paling mendekati di baris *Score*.
5. Meletakkan nilai bobot yang sudah diolah dengan AHP ke dalam baris *Weight*
6. *Value* didapatkan dengan cara mengalikan *score* kinerja untuk KPI dengan bobot KPI-nya.

2.14 Traffic Light System

Traffic Light System berhubungan erat dengan scoring system, *Traffic Light System* berfungsi sebagai tanda apakah *score* KPI memerlukan suatu perbaikan atau tidak. Indikator dari *Traffic Light System* ini direpresentasikan dengan beberapa warna berikut (Kardi, 1999):

1. Warna hijau, *achievement* dari suatu indikator kinerja sudah tercapai.
2. Warna kuning, *achievement* dari suatu indikator kinerja belum tercapai meskipun nilai sudah mendekati target. Jadi pihak manajemen harus berhati-hati dengan adanya berbagai macam kemungkinan.
3. Warna merah, *achivevement* dari suatu indikator kinerja benar-benar dibawah target yang telah ditetapkan dan memerlukan perbaikan dengan segera.



BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang metode penelitian yang merupakan tahapan-tahapan dalam proses penelitian yang berisi jenis penelitian yang sesuai, tempat dan waktu penelitian, langkah-langkah penelitian, dan diagram alir penelitian.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif digunakan untuk memberikan penjelasan objektif mengenai sistem pemeliharaan, dan evaluasi kinerja sistem pemeliharaan yang digunakan sebagai pengambilan keputusan bagi pihak yang berwenang. Dalam hal ini penelitian berfokus pada manajemen sistem *maintenance* di Produsen kaca dengan tujuan mampu memberikan suatu penjelasan mengenai fakta atau kejadian yang sedang terjadi dalam perusahaan dan mampu memberikan rekomendasi perbaikan apabila ditemukan suatu permasalahan guna meningkatkan kinerja sistem pemeliharaan di Produsen kaca di masa depan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2016 – Desember 2016 di Produsen kaca, Jl. Desa Tanjung Sari No. 61257, Sambi Bulu, Taman, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat penjelasan mengenai tahapan penelitian, yaitu: tahap pendahuluan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, serta tahap analisa dan kesimpulan.

3.3.1 Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dalam penelitian ini dilakukan dengan mengamati langsung kondisi perusahaan dan melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan sesuai dengan objek penelitian di Produsen kaca Pengumpulan informasi dan data yang diambil yaitu: proses produksi, kondisi lantai produksi, wawancara dengan manajer *maintenance*, dan pengamatan di bagian *maintenance*. Kegiatan ini dimaksudkan untuk memperoleh data aktual yang sesuai dengan kondisi perusahaan saat ini dikhususkan pada aktivitas pemeliharaan yang ada di perusahaan.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk melihat teori yang mungkin diterapkan dalam penyelesaian permasalahan. Dalam tahap ini yang bisa dilakukan adalah membaca sumber-sumber data informasi lain yang berhubungan dengan permasalahan yang akan dibahas. Sumber pustaka yang digunakan berasal dari buku cetak, buku elektronik, jurnal ilmiah, dan sumber tulisan lain. Dengan studi pustaka ini diperoleh teori mengenai *Lean Maintenance*, dan Pengukuran Kinerja *Maintenance*.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan tahapan awal penelitian yang bertujuan untuk mengetahui dan memahami suatu permasalahan dan kondisi sebenarnya agar dapat diberikan solusi.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk memudahkan penentuan metode yang akan dipergunakan dalam penyelesaian masalah dan merinci permasalahan yang akan diamati dan menunjukkan permasalahan yang akan menjadi pembahasan dalam penelitian ini.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya untuk menentukan batasan pengolahan data dan analisis yang ingin dicapai. Tujuan penelitian ditetapkan untuk mengukur keberhasilan penelitian yang ingin dicapai.

6. Batasan Penelitian

Batasan penelitian ditentukan dengan tujuan untuk membatasi pembahasan sesuai dengan pokok permasalahan yang akan diamati. Hal tersebut dilakukan agar permasalahan penelitian yang dibahas mudah dimengerti dengan baik dan tidak keluar dari topik yang ditentukan.

3.3.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahapan yang dilakukan dalam penelitian dengan cara mencatat seluruh hal yang berkaitan dengan informasi, keterangan yang menunjang dan mendukung dalam pengumpulan data penelitian. Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Rincian data primer dan data sekunder yang digunakan adalah:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari objek penelitian untuk digunakan selanjutnya pada tahap pengolahan data penelitian. Data primer penelitian ini diperoleh dari penyebaran kuesioner dan diskusi dengan pihak perusahaan yang berkepentingan. Kuesioner yang digunakan sebagai data primer ini meliputi kuesioner validasi dan kuesioner perbandingan berpasangan.

a. Kuesioner validasi

Kuesioner validasi ini digunakan untuk memastikan bahwa KPI yang telah didapatkan sesuai dengan keadaan sebenarnya di perusahaan dan dapat diterapkan di perusahaan.

b. Kuesioner perbandingan berpasangan

Kuesioner perbandingan berpasangan digunakan untuk mengetahui tingkat pengaruh antara satu indikator dengan indikator lainnya yang dianggap memiliki hubungan pengaruh pada hasil kuesioner validasi sebelumnya.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui data historis yang ada di divisi *maintenance*. data historis yang diambil berupa data kerusakan mesin selama dua tahun, data total kerusakan mesin selama dua tahun, data *downtime*, data waktu *manpower*, jumlah waktu *man-hour* keseluruhan, biaya *maintenance*, data kebijakan *maintenance* perusahaan, dan data aktivitas *maintenance existing* perusahaan

a. Data kerusakan mesin selama dua tahun

Data ini digunakan untuk mengetahui jenis kerusakan yang terjadi pada mesin dan mengetahui komponen kritis dari mesin yang mengalami kerusakan

b. Data total kerusakan mesin selama dua tahun

Data ini digunakan untuk mengetahui frekuensi dan jumlah total kerusakan yang terjadi pada mesin.

c. Data *downtime*

Data ini digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan selama aktivitas pemeliharaan berjalan, meliputi: waktu terjadinya *trouble*, waktu dilakukannya pemeliharaan, dan waktu selesai pemeliharaan.

d. Data waktu *manpower*

Data ini digunakan untuk mengetahui waktu tenaga kerja yang dibutuhkan.

e. Jumlah waktu *man-hour* keseluruhan

Data ini digunakan untuk mengetahui jumlah total waktu jam kerja manusia yang dihabiskan untuk menyelesaikan aktivitas pemeliharaan.

f. Biaya *maintenance*

Data ini digunakan untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan.

g. Profil dan sejarah perusahaan

h. Struktur organisasi perusahaan

i. Data kebijakan *maintenance* perusahaan

Data ini digunakan untuk mengetahui kebijakan *maintenance* yang ada dan sedang digunakan di perusahaan.

j. Data aktivitas *maintenance existing* perusahaan

Data ini digunakan untuk mengetahui aktivitas *maintenance* saat ini yang ada di perusahaan meliputi: *reguler maintenance*, *preventive maintenance*, dan *corrective maintenance*.

3.3.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Tahap pengolahan data merupakan proses pengolahan data yang dilakukan berdasarkan data yang telah dikumpulkan sebelumnya. Adapun langkah pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Analisa masalah

Pada tahap ini dilakukan analisa masalah yang menyangkut waste untuk mengetahui jenis *waste* yang terjadi dalam aktivitas pemeliharaan. *Waste* yang diidentifikasi dalam penelitian ini dianggap menjadi suatu permasalahan utama karena mampu menimbulkan *losses* dan perlu dilakukan evaluasi. Setelah dilakukan identifikasi waste, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan KPI disesuaikan dengan kondisi perusahaan.

2. Pemilihan KPI disesuaikan dengan kondisi perusahaan

Pemilihan KPI ini dilakukan dengan melakukan penyebaran kuesioner. Penyebaran kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui indikator-indikator manakah yang sesuai dengan kondisi perusahaan serta memiliki peran penting dalam aktivitas pemeliharaan. Setelah dilakukan pemilihan KPI, kemudian dilanjutkan dengan Pembobotan KPI.

3. Pembobotan KPI berdasarkan Metode *Overall Measure of Maintenance* dan *Analytic Hierarchy Process*

Pada tahap pembobotan KPI ini akan dilakukan pemberian nilai sesuai dengan kriteria dan subkriteria dengan cara menyebarkan kuesioner. Tujuan pada tahap ini adalah mampu memecahkan masalah berdasarkan pada perbandingan preferensi dari setiap elemen hierarki. Setelah dilakukan pembobotan KPI, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai masing-masing KPI.

4. Perhitungan nilai masing-masing KPI

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai masing-masing KPI berdasarkan pada perspektif dan dimensi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kerja aktual. Setelah dilakukan perhitungan masing-masing KPI, kemudian dilanjutkan dengan *scoring system*.

5. *Scoring System* dengan OMAX

Pada tahap ini digunakan untuk menggabungkan kriteria-kriteria produktivitas ke dalam suatu bentuk yang terpadu dan memiliki hubungan satu sama lain. Pada tahap ini juga, pengumpulan data yang telah didapatkan diolah menjadi metrik-metrik berdasarkan perhitungan KPI sebelumnya. Setelah dilakukan *scoring system*, kemudian dilanjutkan dengan evaluasi kinerja sistem pemeliharaan.

6. Evaluasi kinerja sistem pemeliharaan dengan *Traffic Light System*

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap hasil pencapaian perusahaan apakah sudah mencapai target dari perusahaan dari masing-masing KPI. Dengan penggunaan *Traffic Light System*, dapat diketahui apakah nilai score dari KPI tersebut perlu diperbaiki atau tidak.

3.3.4 Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan berisi analisis dari evaluasi kinerja sistem pemeliharaan yang memberikan informasi perlu dilakukan tindakan perbaikan atau tidak sesuai dengan indikator kinerja yang memiliki nilai terendah.

3.3.5 Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan dilakukan pada indikator kinerja yang memiliki nilai terendah dan memerlukan perbaikan berdasarkan perhitungan nilai KPI.

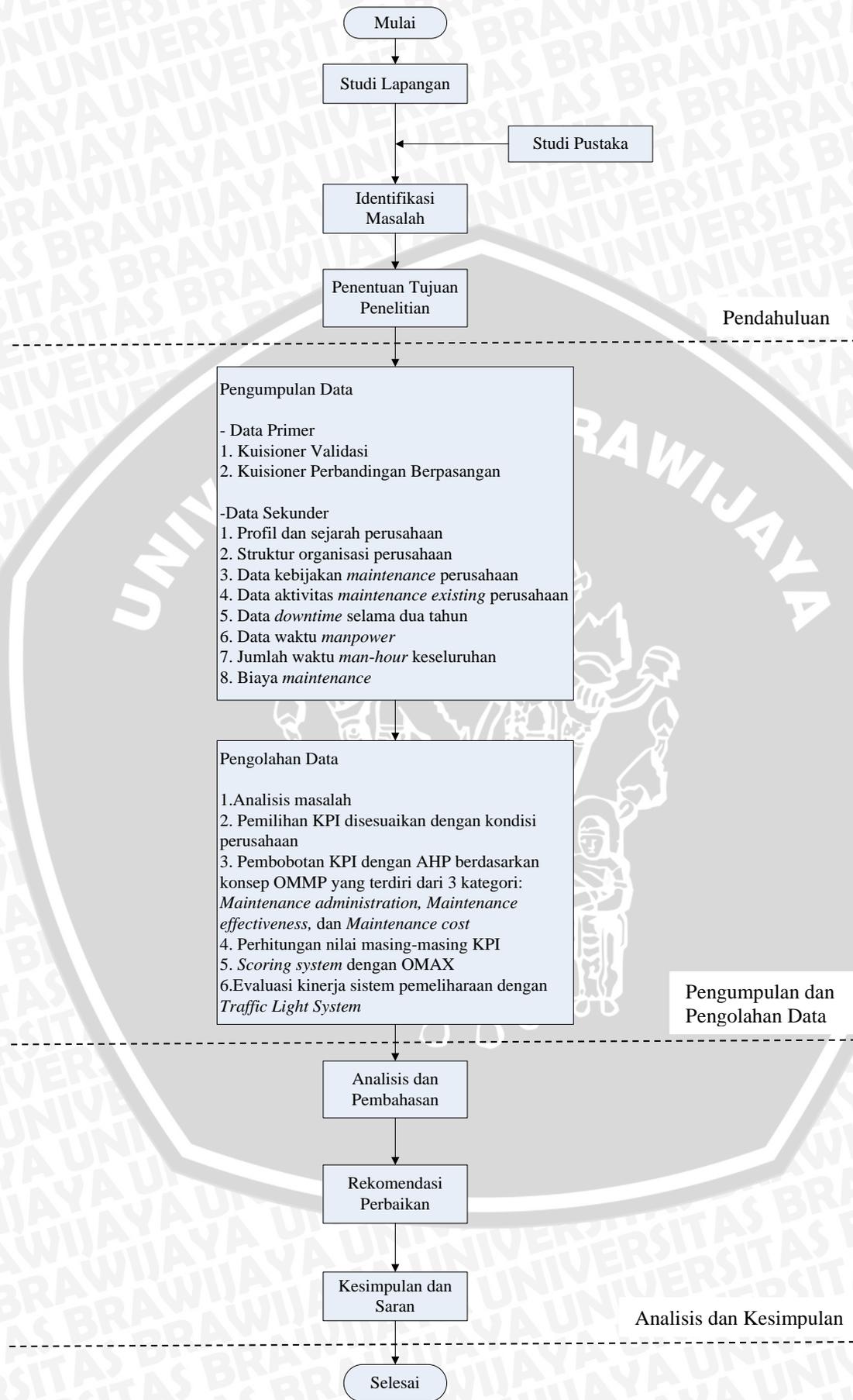
3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini kesimpulan dan saran disusun berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk objek yang diteliti.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan penjelasan dari poin 3.1 hingga poin 3.3 yang telah dijelaskan sebelumnya, kemudian digambarkan alur penelitian yang memuat keseluruhan informasi dari penelitian ini seperti Gambar 3.1 berikut.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, Taufik. 2014. *Evaluasi Kinerja Pemeliharaan PLTA Dengan Pendekatan Maintenance Scorecard Dan Objective Matrix*. Jurnal Optimasi Teknik Industri, Vol.13 No.1, April 2014: 561-574.
- Andarnis, Rosie. 2011. *Penelitian Tugas Akhir "Pengukuran Dan Peningkatan Sistem Pemeliharaan Pada PT. Maspion Dengan Menggunakan Konsep Lean Maintenance*. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknologi Industri. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Assauri, Sofyan. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- Corder, Anthony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Davies, C., dan Greenough, R. 2004. *Performance Measure to Identify the Effectiveness of Lean Thinking within Maintenance*. International Journal of Maintenance and Asset Management, 19(1), 8-15.
- Davies, C. & Greenough, R.M. 2004. *Measuring The Effectiveness of Lean Thinking Activities within Maintenance*. Maintenance and Asset Management, 19(1), 8-15.
- Junita, Erni. 2014. *Penelitian Tugas Akhir "Pengukuran Kinerja Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Overall Measure Of Maintenance Performance*. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik. Malang: Universitas Brawijaya.
- Niebel, B.W. 1994. *Engineering Maintenance Management*. Second Edition Revised. New York: Marcel Dekker Inc.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System*. Productivity Press. p. 8. ISBN 0-915299-14-3.
- Parmenter, David. 2010. *Key Performance Indicators: Pengembangan, Implementasi, dan Penggunaan KPI Terpilih*. Jakarta Pusat: PT. Elex Media Komputindo.
- Smith, Ricky; Hawkins, Bruce. 2004. *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share*. New York: Mc. Graw-Hill. Book Company.
- Tampubolon, P. Manahan. 2004. *Manajemen Operasional*. Edisi Pertama. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Thiruvengadam, Arunprakash. 2009. *A Practical Method for Assessing Maintenance Factors Using a Value Stream Maintenance Map*. India: Bharathiar University.

Vanany, Iwan. 2009. *Performance Measurement: Model dan Aplikasi*. Surabaya: ITS Press.

Weber, Al. 2005. *Key Performance Indicators: Measuring and Managing the Maintenance Function*. Canada: Ivara Corporation.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang hasil dan pembahasan dari analisis data yang telah dilakukan, yang nantinya dapat memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil analisis tersebut.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai gambaran umum Produsen kaca yang meliputi sejarah perusahaan, visi, misi, logo, departemen – departemen perusahaan, struktur organisasi, bahan baku, proses produksi, serta mesin – mesin yang digunakan dalam proses produksi perusahaan.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Produsen kaca merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi kaca lembaran. Produsen kaca adalah perusahaan Penanaman Modal Asing (PMA) yang berdiri pada tahun 1971 melalui joint venture dengan dua perusahaan, yaitu:

- Asahi Glass Co.Ltd. (Jepang)
- PT. Rodamas Co.Ltd. (Indonesia)

Asahi Glass Co. Ltd. merupakan perusahaan yang menjadi pemimpin industri kaca di dunia dan sebagai suplier besar internasional kaca lembaran dan item lain yang berkaitan dengan kaca, kimia, dan keramik. PT. Rodamas Co. Ltd. Pengembangan perusahaan ini meliputi jaringan dunia di jepang dan 18 negara lain.

PT. Rodamas Co. Ltd. merupakan kelompok perusahaan diversifikasi yang memfokuskan pada industri dan distribusi barang-barang industri dan konsumen. Aktivitas grup meliputi: material bangunan, kimia dasar, kaca, logam, barang rumah tangga dari kebutuhan toilet sampai bahan makanan, percetakan, dan pengepakan.

Semakin tingginya permintaan kaca di pasar domestik, maka dalam pengembangan Produsen kaca yang berlokasi di Jakarta melakukan alokasi pabrik pada dua lokasi, yaitu: Jakarta dan Sidoarjo. Hal ini dilakukan untuk mengurangi ketergantungan akan kebutuhan kaca lembaran di Indonesia dari luar negeri. Pabrik yang berlokasi di Sidoarjo hanya

memiliki unit produksi *flat glass* saja. Sedangkan pabrik yang berlokasi di Jakarta memiliki unit produksi *Flat Glass*, termasuk kaca cermin (*mirror*) dan kaca pengaman (*safety glass*).

Pada tahun 1971 Produsen kaca untuk pertama kalinya menggunakan teknologi pembuatan kaca dengan *Fourcault Process* pada tungku (*furnace*) pertama di Jakarta. Pada tahun 1973, perusahaan ini mulai memproduksi kaca lembaran. Pada tahun 1975 perusahaan memulai konstruksi pertama untuk *safety glass*. Kemudian diproduksi dan dikomersilkan pada tahun 1976 dengan menggunakan *Tempering Process*. Pada tahun 1977 perusahaan membangun tungku (*furnace*) kedua di Jakarta untuk *flat glass* dan mulai beroperasi pada tahun 1977.

Pada tahun 1981 merupakan tahun gebrakan bagi perusahaan ini dengan digunakannya teknologi *Float Glass*. Selain itu, tungku (*furnace*) ketiga didirikan di Jakarta dan menggunakan *Float Line 1*. Pada tahun 1983 perusahaan menutup tungku (*furnace*) kedua yang menggunakan proses *Fourcault*. Pada tahun 1985 didirikanlah PT. Purnomo Sejati Industrial (PSI) yang merupakan rekanan dari Produsen kaca. Kemudian seiring dengan perkembangan, PT. Purnomo Sejati Industrial melakukan merger dengan Produsen kaca. Mulai saat itu juga nama perusahaan diganti menjadi Produsen kaca Co. Ltd. Surabaya Factory. Kemudian setelah *Go Public*, nama perusahaan berubah lagi menjadi Produsen kaca Surabaya Factory. Kemudian dengan adanya penetapan Otonomi Daerah, Surabaya Factory diubah menjadi Sidoarjo Factory. Hal ini dikarenakan lokasi pabrik yang berada sekitar 20 km dari Surabaya arah Mojokerto adalah daerah masuk wilayah Kabupaten Dati II Sidoarjo. Pada tahun yang sama, dilakukan pembangunan tungku (*furnace*) pertama (A1) di Sidoarjo, dan juga memperkenalkan *Safety Glass* dengan *Laminating Process* dan memulai pembangunan furnace keempat dengan laminated glass. Pada tahun 1987 perusahaan di Sidoarjo mulai melakukan produksi.

Pada tahun 1986 perusahaan mulai memproduksi kaca cermin (*mirror*). Pada tahun 1992 perusahaan mulai memproduksi kaca reflektif (*reflective glass*). Pada tahun 1993 furnace keempat di Jakarta mulai beroperasi.

Luas Pabrik yang berlokasi di Sidoarjo sampai saat ini adalah sekitar 85 Ha (35 Ha dalam rencana pembangunan tungku ketiga). Dengan 2 tungku yang ada, pabrik mampu memproduksi maksimal sekitar 300 ton / tahun atau 100 ton / hari dengan jumlah pekerja sebanyak 1100 karyawan. Beberapa prestasi yang diperoleh Produsen kaca, antara lain:

1. Perusahaan pertama yang memproduksi *safety glass* di Indonesia.
2. Perusahaan pertama yang menggunakan teknologi *float glass* di Indonesia.

3. Perusahaan pertama yang memperoleh *Japanese Industrial Standard* (JIS) untuk *safety glass* dan akreditasi dari *American National Standard Institute* (ANSI) di Indonesia.
4. Perusahaan pertama yang memproduksi *online reflective glass* di Indonesia.
5. Perusahaan pertama yang memproduksi kaca ramah lingkungan di Indonesia.
6. Mendapatkan sertifikasi ISO 9002:1994 untuk manajemen kualitas.
7. Mendapatkan sertifikasi ISO 9001:2000 untuk manajemen kualitas.
8. Mendapatkan sertifikasi ISO 14001 untuk manajemen lingkungan.

4.1.2 Visi, Misi Perusahaan

a. Visi

Visi Produsen kaca adalah “Menjadi Perusahaan Manufaktur Terkemuka dan Pemasok Kaca Secara Global Beserta Produk Lain yang Terkait”.

b. Misi

Misi Produsen kaca adalah “Membangun Dunia Sebagai Tempat yang Lebih Baik Untuk Hidup”.

4.1.3 Logo Perusahaan

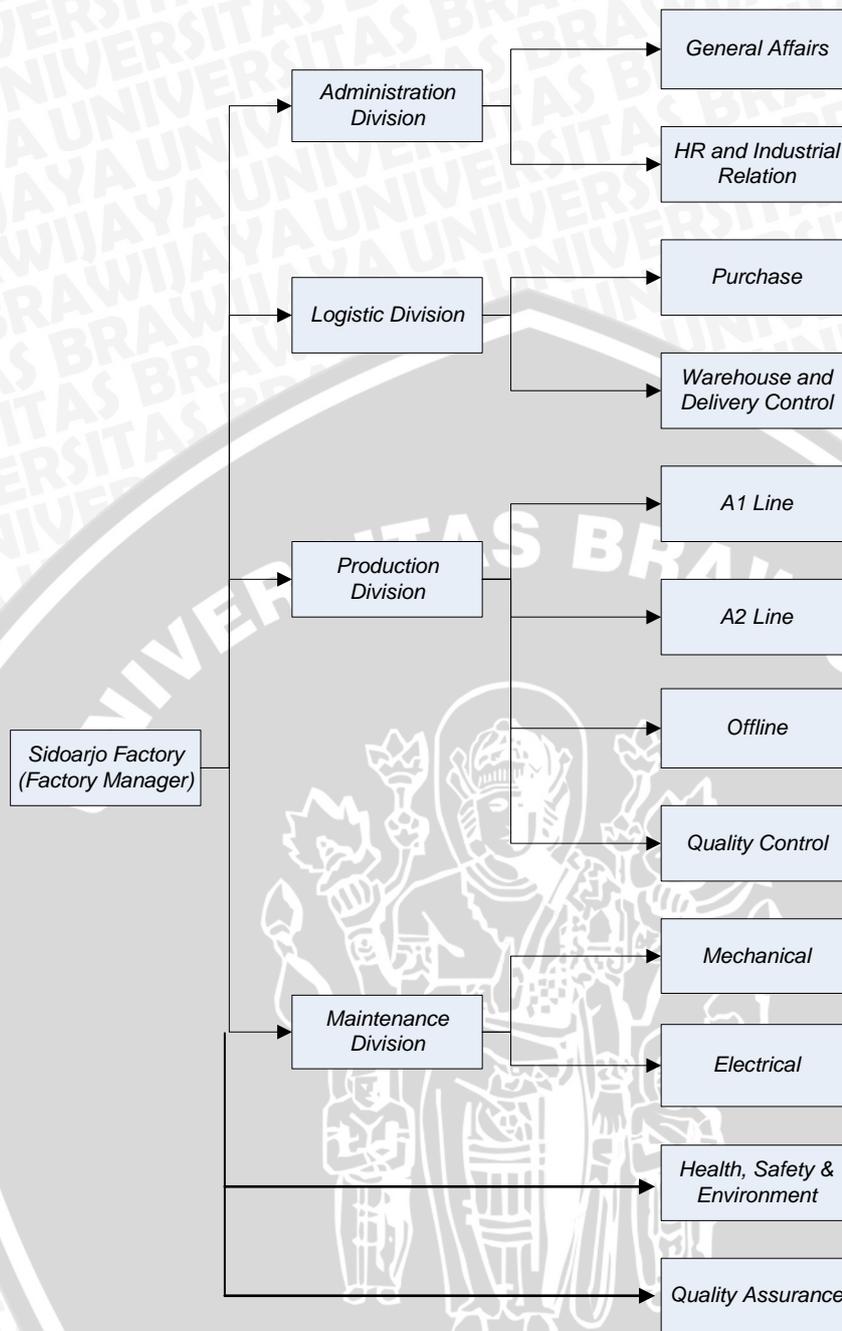
Berikut ini merupakan logo dari Produsen kaca:



Gambar 4.1 Logo Perusahaan
Sumber: Produsen kaca (2016)

4.1.4 Divisi - Divisi Perusahaan

Produsen kaca memiliki beberapa divisi dan beberapa departemen yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Di perusahaan ini, terdapat dua departemen yang berdiri sendiri dan tidak dibawah oleh suatu divisi tertentu, yaitu departemen *Quality Assurance* dan Departemen *Health, Safety & Environment*. Berikut adalah penjelasan dari masing – masing divisi yang ada dalam perusahaan.



Gambar 4.2 Divisi – divisi Perusahaan Produsen kaca
Sumber: Produsen kaca (2016)

Produsen kaca untuk Sidoarjo *Factory* memiliki sistem kepemimpinan yang dipimpin oleh *Factory Manager*. Dimana *Factory Manager* membawahi divisi-divisi yang masing – masing divisi dipimpin oleh divisi manager, kemudian masing – masing divisi membawahi beberapa departemen. *Factory Manager* bertugas untuk menetapkan dasar pelaksanaan kebijakan pabrik, mengendalikan manajemen pabrik dan memotivasi kegiatan – kegiatan produksi untuk menghasilkan produk dalam jumlah dan mutu yang ditargetkan oleh

perusahaan. Berikut akan dijelaskan mengenai divisi – divisi yang ada dibawah pimpinan *Factory Manager*.

1. *Administration Division*

Merupakan divisi yang bertugas menangani berbagai masalah umum (*General Affairs*) dan ketenagakerjaan yang berkaitan dengan hubungan sumber daya manusia dan industrial (*HR and Industrial Relation*).

2. *Logistic Division*

Merupakan divisi yang bertanggung jawab dalam pembelian bahan baku, kebutuhan perusahaan, penyimpanan dan pendistribusian kaca. Divisi ini membawahi dua departemen, yaitu: Departemen *Purchase*, dan Departemen *Warehouse and Delivery Control*.

3. *Production Division*

Merupakan divisi yang bertanggung jawab terhadap proses produksi yang berkaitan dengan pencampuran bahan baku, proses peleburan, pembentukan, pendinginan, pemotongan serta pengawasan kualitas dan terakhir pengepakan kaca. Divisi ini membawahi empat departemen, yaitu: Departemen *A1 Line*, Departemen *A2 Line*, Departemen *Offline*, dan Departemen *Quality Control*.

4. *Maintenance Division*

Merupakan divisi yang bertanggung jawab dalam pemeliharaan, perbaikan, dan peningkatan fasilitas peralatan dalam produksi. Divisi ini membawahi dua departemen, yaitu: Departemen *Mechanical* dan Departemen *Electrical*.

4.1.5 Struktur Organisasi

Produsen kaca dibagi menjadi beberapa Divisi yang membawahi beberapa Departemen. Struktur organisasi Divisi *Maintenance* dari Produsen kaca dapat dilihat pada Lampiran 1. Berikut merupakan penjelasan dari struktur organisasi Produsen kaca:

1. *Electrical Dept. Manager*

Electrical Dept. Manager merupakan manajer yang bertugas untuk mengawasi seluruh jalannya aktivitas di divisi maintenance khususnya pada departemen elektrik. Aktivitas yang dimaksud adalah aktivitas pemeliharaan terhadap seluruh peralatan, proses penggunaan alat, dan utilitasnya yang berhubungan dengan kegiatan electrical.

2. *Mechanical Dept. Manager*

Mechanical Dept. Manager merupakan manajer yang bertugas untuk mengawasi seluruh jalannya aktivitas di divisi maintenance khususnya pada departemen mechanical.

Aktivitas yang dimaksud adalah aktivitas pemeliharaan terhadap seluruh peralatan, proses penggunaan alat, dan utilitasnya yang berhubungan dengan kegiatan mechanical.

3. *Assistant Dept. Manager*

Assistant Dept. Manager merupakan manajer yang bertugas untuk membantu seorang manajer *electrical* dan manajer *mechanical* dalam melaksanakan tugasnya, serta bertanggung jawab terhadap 5 bidang aktivitas dalam perusahaan, antara lain: *hot section*, *cold section*, *utility & mirror section*, *Fig. Glass & workshop section*, *inventory & patrol section*.

4. *Foreman*

Di tiap bidang aktivitas dalam perusahaan terdapat *foreman*. *Foreman* merupakan orang yang bertugas dalam mengawasi setiap mesin dan peralatan produksi. Jika terjadi kerusakan maka seorang *foreman* akan melakukan tindakan perbaikan langsung dengan dibantu oleh asisten *foreman*.

5. *Assistant Foreman*

Assistant Foreman merupakan orang yang bertugas membantu seorang *foreman* dalam melakukan tugasnya. *Assistant foreman* dapat melakukan pendataan, pelaporan dan rekapan perbaikan terhadap fasilitas maupun peralatan yang rusak.

6. *Worker*

Worker merupakan orang yang bertugas melakukan aktivitas perbaikan maupun pemeliharaan terhadap fasilitas dan peralatan produksi perusahaan. Aktivitas yang dimaksud antara lain: mengatasi *trouble*, melakukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan (*preventive*, *reguler*, dan *corrective*), melakukan pekerjaan pelumasan, melakukan pengecekan mesin, dan sebagainya.

4.1.6 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan berdasarkan Produsen kaca dalam proses produksi meliputi bahan baku utama dan bahan baku pelengkap. Dibawah ini merupakan penjelasan mengenai bahan baku utama dan bahan baku pelengkap.

1. Bahan baku utama

Merupakan bahan dasar utama yang digunakan dalam proses produksi kaca untuk menghasilkan produk kaca yang telah melewati suatu proses tertentu. Bahan utama baku utama yang digunakan, antara lain: *Silica Sand*, *Feldspar*, *Dolomite*, *Soda Ash*, dan *Cullet*.

a. *Silica Sand*

Silica sand dijadikan sebagai bahan baku utama dalam proses pembuatan kaca dikarenakan memiliki kandungan SiO_2 dengan persentase 70% - 75% dari komposisi kaca. *Silica sand* yang baru saja diambil perlu dilakukan pengayakan untuk menyeleksi butiran – butiran pasir dan memisahkan butiran-butiran pasir dari lempung dan campuran lain. Pengayakan dilakukan berdasarkan ukuran mesh yang dikehendaki. Selain itu, pengayakan dilakukan agar tidak ada material lain yang tidak diperlukan tercampur sebelum dimasukkan dalam *batch house*. Ukuran dari butir pasir setelah pengayakan menentukan temperatur pembakaran, konsumsi *salt cake*, karbon, dan juga berhubungan dengan cacat pada kaca.

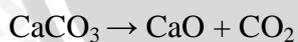
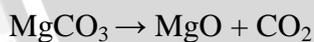
b. *Feldspar*

Feldspar merupakan suatu mineral yang terdiri dari *potasium*, *sodium*, dan *kalsium alumino silikat*. Umumnya *feldspar* terbentuk melalui proses *pneumatolistis* dan *hidrothermal* yang membentuk urat pegmatit. Feldspar ini mempunyai beberapa jenis, antara lain:

- *Potassium Feldspar*: $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
- *Sodium Feldspar*: $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
- *Lime Feldspar*: $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$
- *Sodium-Lime Feldspar*: campuran dari *sodium feldspar* dan *lime feldspar*

c. *Dolomite*

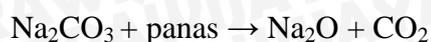
Dolomite merupakan mineral berasal dari alam yang mempunyai komposisi tersusun dari MgCO_3 dan CaCO_3 .



MgO dan CaO direaksikan dengan SiO_2 akan membentuk kaca. MgO menurunkan viskositas kaca pada temperatur tinggi.

d. *Soda Ash*

Soda Ash merupakan garam natrium dari asam karbonat yang mudah larut dalam air. Selain itu, *Soda Ash* (Na_2CO_3) merupakan sumber yang penting untuk Na_2O .



Soda Ash mempunyai ukuran butir yang lebih kecil daripada pasir *silica*. Hal tersebut sangat baik dalam proses pembuatan kaca. *Soda Ash* dalam *batch* dapat menurunkan titik lebur dari pasir *silica*, sehingga mempermudah pembentukan.

e. *Cullet*

Cullet merupakan pecahan – pecahan kaca daur ulang. Pecahan kaca ini disimpan dalam gudang khusus yang peletakkannya berdasarkan jenis kaca yang diproduksi. Apabila akan melakukan proses produksi kaca dengan jenis tertentu, maka pecahan – pecahan kaca ini dapat diambil sesuai dengan jenis kaca yang akan diproduksi dan nantinya akan dilebur bersama – sama dalam *batch*. Penggunaan *cullet* ini mampu mempercepat laju peleburan dan juga mampu menghemat biaya. Sebelum dicampur dengan bahan baku, biasanya *cullet* diperiksa menggunakan *iron magnet* dan *metal detector*. Penggunaan *iron magnet* bertujuan untuk mengikat material besi atau logam lain yang menempel pada bagian pecahan-pecahan kaca. Sedangkan *metal detector* digunakan untuk mendeteksi apakah terdapat unsur logam yang masih menempel pada pecahan – pecahan kaca yang lolos dari *iron magnet*.

2. Bahan baku pelengkap

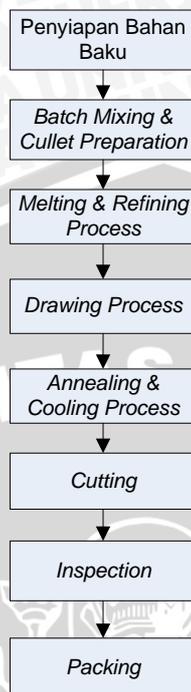
Bahan baku pelengkap merupakan bahan baku yang ditambahkan untuk berbagai macam tujuan tertentu, yaitu: mempercepat proses peleburan, mengurangi *bubble*, dan pewarna. Bahan baku pelengkap yang digunakan, antara lain:

- a. *Colorant*
- b. *Natrium Sulfat*
- c. *Al Hydroxide*
- d. *Co Oxide*
- e. *Ni Oxide*
- f. *Fe Oxide*
- g. Cr_2O_3
- h. Na_2SO_3

4.1.7 Proses Produksi

Proses pembuatan kaca pada Produsen kaca menggunakan metode *float*. Pada metode ini, kaca dituangkan ke dalam kolam timah cair, karena massa jenis timah lebih besar daripada massa jenis kaca, maka kaca akan mengapung diatas timah cair. Kemudian, kaca ditarik horizontal dengan *Lift Out Roll* (LOR) untuk dilanjutkan proses selanjutnya.

Dengan menggunakan metode *float*, kaca yang dihasilkan menjadi lebih rata. Tahapan – tahapan proses produksi dalam proses pembuatan kaca dapat digambarkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 General Process Pembuatan Flat Glass
Sumber: Produsen kaca (2016)

4.1.7.1 Penyiapan Bahan Baku

Proses penyiapan bahan baku dilakukan oleh *Raw Material Unit*. Dimana bahan baku yang diterima oleh pabrik berupa dalam bentuk curah atau kemasan. Bahan baku yang sudah diterima perusahaan harus dikontrol dengan baik komposisi kimianya dan sifat fisiknya yang berhubungan dengan analisa butir (ukuran partikel), kontrol air (*moisture*) dan warna. Hal ini sangat penting dilakukan karena bahan baku yang telah diterima belum tentu seragam dan kadang spesifikasi yang dibutuhkan tidak terpenuhi. Selain itu, pengontrolan kualitas dan kuantitas bahan baku juga penting. Pengontrolan kualitas dan kuantitas bahan baku dilakukan untuk mempertahankan kualitas bahan baku tersebut, karena bahan baku yang berasal dari alam sering mengalami fluktuasi dalam kualitasnya. Sedangkan pengontrolan kuantitas bahan baku dilakukan untuk mengontrol kuantitas yang terjadi selama penerimaan bahan baku dan distribusi ke *batch house* sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan perusahaan.

Pemeriksaan komposisi kimia yang meliputi distribusi *grain size*, *moisture*, impuritas, dan lain-lain dilakukan di laboratorium. Pemeriksaan komposisi kimia dilakukan untuk menyesuaikan komposisi kimia yang terkandung dalam bahan baku sudah sesuai dengan

spesifikasi standart yang telah ditetapkan perusahaan. Sebagai contoh, jika ukuran butiran (*grain size*) besar dan bercampur dengan pasir silika maka akan mengakibatkan adanya gumpalan yang tidak lebur dan menyebabkan kerusakan pada produk. Sebaliknya, jika *grain size* terlalu kecil maka akan hilang selama transportasi ke *batch house* dan selama proses pencampuran di *mixer*. Demikian juga dengan bahan baku yang terlalu kering, maka akan *loose* karena angin yang masuk semakin besar. Sebaliknya, jika kandungan air bahan baku terlalu banyak maka bahan baku akan menempel pada *conveyor*, dinding *mixer*, dan alat lainnya yang dilalui bahan tersebut.

4.1.7.2 *Batch Mixing & Cullet Preparation*

Batch mixing & cullet preparation merupakan proses penimbangan bahan baku dan proses pencampuran bahan baku. Dimana proses pencampuran ini bertujuan untuk mendapatkan campuran antara batch dengan *cullet* hingga mencapai tingkat homogen yang diinginkan. Tingkat homogenitas mampu memberikan pengaruh pada proses peleburan dan kualitas produk yang dihasilkan. Proses ini dilakukan pada unit *batch house*. Proses pencampuran terdapat dua macam, yaitu:

1. Pencampuran antara bahan baku, yaitu: pasir silika, *soda ash*, *dolomite*, *salt cake*, aluminium hidroksida, dan *blue dust*, yang hasil dari pencampuran ini disebut *batch*. Pencampuran bahan-bahan tersebut dilakukan didalam *mixer* yang dianggap mampu menampung satu kali *batch* dalam waktu yang dibutuhkan untuk menghomogenitaskan campuran dari bahan baku yang telah dicampur kira-kira selama 3 – 4 menit.
2. Pencampuran *batch* dan *cullet*, yang prosesnya terjadi pada saat transportasi menuju tangki *feeder*, tepatnya pada *belt conveyor* dengan proses pencurahan *batch* dulu kemudian *cullet*. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari kerusakan pada permukaan karet *belt conveyor* oleh ujung – ujung *cullet* yang tajam.

Dalam proses pencampuran ini tingkat homogenitas dari campuran harus diperhatikan. Karena jika campuran bahan tidak homogen, maka butiran – butiran tersebut tidak seragam dan akan terjadi segregasi. Segregasi merupakan pemisahan butiran halus dan kasar pada saat penuangan. Kerugian yang dapat ditimbulkan akibat adanya segregasi pada produk akhir, antara lain:

- a. Terdapat perbedaan berat jenis karena komposisi berbeda.
- b. Menimbulkan perbedaan sifat optik karena indeks bias yang tidak seragam.
- c. Menimbulkan cacat guratan atau cacat benang karena ada butiran yang terlalu halus.

- d. Menimbulkan cacat *stone* pada produk akibat butiran – butiran yang tidak bisa lebur pada saat pembakaran.

Kemudian setelah campuran *batch* keluar dari *mixer*, maka *batch* akan diangkut dengan *batch conveyor* dan dibawa oleh *bucket elevator* masuk dalam *mixed batch tank*. Bersamaan dengan itu, campuran *batch* tersebut digabungkan dengan *cullet* dan menghasilkan campuran yang disebut *batch cullet*. Setelah itu, *batch cullet* dimasukkan ke dalam *batch and cullet tank* yang selanjutnya dibawa ke *blanket feeder* sebelum masuk dalam *melter*.

4.1.7.3 Melting & Refining Process

Pada tahap ini terjadi proses peleburan yang mengubah bahan campuran *batch* dan *cullet* menjadi leburan kaca yang siap dibentuk. Proses peleburan tersebut dilakukan di dalam tungku *port side furnace*, yang merupakan *furnace* dengan pembakaran dari samping yang umum digunakan untuk kapasitas besar. *Furnace* ini mempunyai 12 *port*, dengan 6 *port* yang terletak di sisi kanan dan 6 *port* di sisi kiri. Pada tiap *port* tersebut terdapat lubang untuk burner dan juga lubang untuk jalannya udara pembakaran dan udara hasil pembakaran. Pembakaran dilakukan setiap 20 menit yang berlangsung secara bergantian antara burner sisi kanan dan burner sisi kiri. Proses pembakaran yang bergantian tersebut dikarenakan pada tiap sisi burner membutuhkan waktu untuk proses pendinginan.

Setelah bahan material kaca sudah melalui proses pemanasan di *melter* dan sudah mencapai suhu yang telah ditetapkan, maka bahan material kaca tersebut dilanjutkan memasuki *neck*. *Neck* merupakan lintasan yang menghubungkan antara *furnace* dengan *refiner* yang didesain memiliki ruang yang lebih menyempit agar kecepatan aliran bertambah besar dan mampu menimbulkan aliran turbulen untuk mengaduk kaca. Proses yang terjadi didalam *neck* yaitu proses pengadukan secara mekanis dengan menggunakan stirrer yang berjumlah 6 unit. *Stirrer* memiliki fungsi untuk membuat bahan material kaca menjadi lebih homogen melalui proses pengadukan dan mampu menahan laju aliran molten glass dari *melter* untuk memberi jeda pelepasan gas yang terperangkap.

Setelah bahan material kaca bercampur menjadi homogen, maka *molten glass* dari *melter* akan diturunkan dari suhu 1600⁰C menjadi 1100⁰C dalam *refining zone*. Kemudian *molten glass* dilanjutkan menuju kanal yang merupakan penyempitan untuk menuju *metal bath*. Aliran *molten glass* dikontrol dengan *tweel* di *spout canal*. Pada *spout* terdapat dua *tweel* yaitu *back tweel* dan *front tweel* untuk mengontrol tarikan.

4.1.7.4 Drawing Process

Proses pembentukan merupakan proses mengubah cairan timah ke dalam bentuk kaca lembaran dengan ukuran panjang, tebal, dan lebar yang diinginkan. Proses pembentukan ini terjadi didalam metal bath, yang berupa kolam timah. Cairan kaca yang berasal dari *refiner* ini, akan mengapung diatas cairan timah dan bergerak melebar dengan bantuan linier *machine* yang terletak didalam *metal bath*. Untuk menjaga temperatur pada cairan timah, maka cairan timah dipanaskan dengan *electric heater*. Sedangkan untuk mengatur dan menjaga lebar serta ketebalan kaca digunakan *roll machine*. Pada prinsipnya terdapat 2 macam cara dalam pembentukan kaca menurut *Float Process*, yaitu:

1. ADS (*Assisted Direct Stretch*), merupakan pembentukan kaca dengan *assisted roll* (A/R). Pada sistem ini ketebalan yang diperoleh adalah sebesar 2 - 6 mm. *Assisted roll* (A/R) merupakan alat yang berupa *gear* yang disebut *barrel* yang selalu berputar dan dipasang menyentuh permukaan *ribbon glass*.
2. RADS (*Reassisted Direct Stretch*), merupakan pembentukan kaca dengan menggunakan *assisted roll* (A/R) hingga didapatkan ketebalan kaca sebesar 8 – 12 mm.

Kemudian, setelah cairan kaca sudah mulai mengeras dan mulai terbentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan, maka akan ditarik keluar dari *metal bath* dengan menggunakan LOR (*Lift Out Roll*) menuju *Lehr* untuk proses pendinginan (*Annealing & Cooling Process*).

4.1.7.5 Annealing & Cooling Process

Setelah kaca telah terbentuk dari hasil proses dalam *metal bath*, kemudian kaca tersebut dilanjutkan dengan proses pendinginan yang dilakukan dalam sebuah ruangan disebut *lehr*. *Lehr* yang digunakan pada proses ini menggunakan *electric lehr*. Pada *lehr* ini terjadi 3 proses, yaitu:

1. Proses *annealing*

Saat kaca memasuki proses *annealing*, lembaran kaca akan mengalami penurunan suhu secara perlahan – lahan dan seimbang dari suhu 580⁰C hingga 415⁰C dengan waktu yang relatif panjang. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan kaca dengan kualitas strain yang baik.

2. Proses *cooling*

Setelah sebelumnya lembaran kaca mengalami penurunan suhu perlahan – lahan hingga 415⁰C, pada proses ini pendinginan yang terjadi pada lembaran kaca terjadi

lebih cepat dalam waktu yang relatif lebih pendek dengan suhu hingga mencapai 310°C.

3. Proses *force cooling*

Pada proses ini lembaran kaca mengalami pendinginan langsung pada seluruh bagian permukaannya yang dilakukan dengan cara menyemprotkan udara secara langsung ke permukaan lembaran kaca hingga temperatur mencapai suhu 80°C. Peralatan yang digunakan pada proses ini adalah *force cooling fan motor*.

4.1.7.6 *Cutting*

Setelah kaca mengalami proses pendinginan, proses pembuatan kaca dilanjutkan dengan proses *cutting* (pemotongan). Pada proses ini kaca dipotong sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Pada proses ini terdapat 2 jenis proses pemotongan, yaitu:

1. *On-line cutting*

Pada proses ini proses pemotongan dilakukan pada saat kaca mengalir setelah melewati proses pendinginan di dalam *lehr*.

2. *Off-line cutting*

Pada proses *off-line cutting* ini merupakan proses lanjutan dari *on-line cutting* untuk menyeleksi produk yang tidak lolos inspeksi dari *on-line cutting*.

4.1.7.7 Inspeksi

Inspeksi merupakan proses yang dilakukan untuk mengetahui ada atau tidaknya *defect* (cacat) pada produk yang dihasilkan. Proses inspeksi ini dilakukan dengan tujuan agar produk lembaran kaca yang dihasilkan mampu memenuhi standar. Inspeksi yang dilakukan oleh perusahaan ini tidak hanya meliputi produk yang dihasilkan, akan tetapi bahan baku dasar (*raw material*) pembuatan kaca juga dilakukan inspeksi.

4.1.8 Mesin

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan kaca pada Produsen kaca memiliki berbagai macam jenis yang dikelompokkan berdasarkan proses produksinya. Berikut merupakan jenis – jenis mesin yang digunakan antara lain:

1. *Blanked Elevator*

Merupakan alat transportasi yang digunakan pada proses *batch mixing & cullet preparation* untuk mentransportasi *raw material* secara horizontal, dari bawah naik ke atas dengan menggunakan bagian dalam menyerupai bentuk sekop.

2. *Belt Conveyor*

Merupakan alat transportasi yang digunakan pada proses *batch mixing & cullet preparation* untuk mentransportasi raw material secara vertikal menggunakan sabuk angkut yang berbentuk seperti sekat kecil-kecil yang posisinya sedikit miring.

3. *Hooper Scale*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *batch mixing & cullet preparation* untuk menimbang berat *raw material*. Alat ini ditempatkan tepat dibawah tangki masing-masing *raw material* yang berbentuk prisma segi empat.

4. *Mixer & Batch Tank*

Merupakan alat pengaduk yang digunakan pada proses *batch mixing & cullet preparation* untuk mengaduk *raw material* agar menjadi homogen. Hal ini dilakukan agar kaca yang dihasilkan sempurna dan tidak memiliki kecacatan yang disebabkan oleh kurangnya homogenitas *raw material*.

5. *Pan Feeder*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *melting & refining* untuk menjatuhkan material yang telah dicampur sebelumnya kedalam melter secara otomatis sedikit demi sedikit.

6. *Melter Furnace*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *melting & refining* untuk meleburkan *raw material* hingga menjadi *molten glass*. Di dalam mesin ini terdapat 6 pasang *burner* yang berfungsi untuk meleburkan *raw material* menjadi *molten glass*.

7. *Neck*

Merupakan mesin pengaduk yang digunakan pada proses *melting & refining* dengan tujuan menghilangkan *bubble* dan untuk menghomogenkan *molten glass*.

8. *Refiner*

Merupakan mesin yang digunakan pada proses *melting & refining* untuk menurunkan suhu secara perlahan dan menghilangkan *bubble* secara natural.

9. *Canal*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *melting & refining* yang memiliki bentuk seperti corong untuk menuangkan *molten glass* menuju proses *drawing*.

10. *Hot Cooler*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *drawing* untuk menyeimbangkan penurunan suhu pada *molten glass* selama proses pengaturan tebal dan lebar kaca sedang berlangsung.

11. *A-roll*

Merupakan alat berupa *roll* yang digunakan pada proses *drawing* untuk membentuk kaca dan menentukan tebal atau tipisnya kaca sesuai dengan pesanan yang diinginkan.

12. *Molten Tin*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *drawing* untuk mencairkan timah menjadi timah cair panas yang kemudian dicampurkan dengan kaca cair. Penggunaan timah cair tersebut berguna sebagai pengambang kaca, membentuk kaca lebih padat, tidak mudah pecah, dan lebih tahan terhadap tekanan.

13. *Exit Cooler*

Merupakan mesin yang digunakan pada proses *annealing & cooling* untuk menurunkan suhu kaca secara perlahan setelah keluar dari *molten tin*. Pada mesin ini terdapat gas SO_2 yang digunakan untuk menghindari *bottom defect* pada kaca.

14. *Roll*

Merupakan alat berupa *roll* penarik yang digunakan pada proses *annealing & cooling* untuk menarik dan mentransportasi kaca lembaran hingga ke proses *cutting*.

15. *Cooler*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *annealing & cooling* untuk melanjutkan proses penurunan suhu kaca dengan proses menyedot udara panas dan dibuang untuk membuat temperatur kaca turun secara perlahan, kemudian udara panas tadi yang telah dibuang dipakai lagi untuk disemprotkan pada kaca, dilanjutkan dengan memakai udara biasa yang disemprotkan pada kaca.

16. *Washing Machine*

Merupakan mesin pencucian kaca yang digunakan pada proses *cutting* untuk membersihkan kaca dari kotoran dan debu dengan menggunakan teknik penyemprotan udara bertekanan tinggi untuk menghindari agar air tidak terbawa ke proses selanjutnya dan menggunakan udara panas untuk mengeringkan kaca.

17. *Detector*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *cutting* untuk melihat jenis kecacatan (*defect*) yang tidak bisa dilihat oleh mata. Jika terdapat kecacatan (*defect*) pada kaca, maka akan diteruskan pada mesin *marking*.

18. *Marking Machine*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *cutting* untuk menandai kaca yang tidak lolos *standard* pada bagian yang cacat. Prinsip kerja mesin ini adalah kaca yang

sebelumnya telah melintasi mesin *detector* akan mengirimkan koordinat kecacatan pada *marking machine* ini.

19. *Chemical Machine*

Merupakan mesin yang digunakan pada proses *cutting* untuk melapisi kaca dengan cairan kimia untuk mencegah *weathering* atau tidak terjadi kontak langsung dengan udara luar.

20. *Lengthwise Cutter Machine*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *cutting* untuk memotong kaca secara vertikal atau searah dengan jalannya kaca. Mesin potong ini biasanya digunakan untuk memotong pinggiran kaca yang mengalami kecacatan.

21. *Crosswise Cutter Machine*

Merupakan alat yang digunakan pada proses *cutting* untuk memotong kaca secara horizontal pada saat kaca lembaran berjalan. Prinsip kerja alat ini adalah mata pisau akan bergerak menyesuaikan dimensi kaca yang ingin dibuat yang biasanya menggunakan satuan dalam milimeter (mm).

22. *Snapping Machine*

Merupakan mesin yang digunakan pada proses *cutting* berupa *roll* yang berfungsi mematahkan kaca hasil dari *crosswise cutter* dan memisahkan kaca lembaran dengan kaca yang telah dipotong. *Roll* pada mesin ini dibuat sedikit lebih tinggi dari *roll* lainnya, sehingga kaca akan patah.

23. *Branch machine*

Merupakan mesin yang digunakan pada proses *cutting* yang berupa *floating table* yang berfungsi untuk membersihkan kaca yang sudah terpotong sempurna menggunakan tekanan udara pada bagian bawah *floating table*.

Dalam penelitian ini, peneliti akan membahas tentang permasalahan pada mesin *cutting* yang ada pada *Lengthwise Cutter Machine* dan *Crosswise Cutter Machine* berkaitan dengan *waiting time* penanganan perbaikan mesin *cutting*.

4.1.9 Sistem Pemeliharaan Perusahaan

Aktivitas pemeliharaan pada perusahaan selama ini dilakukan berdasarkan dengan menggunakan manual *book* yang dimiliki perusahaan, menggunakan pengalaman staf, dan keadaan operasional mesin. Aktivitas pemeliharaan perusahaan meliputi kegiatan reguler *maintenance*, *preventive maintenance*, dan *corrective maintenance*. Hal ini mengakibatkan kegiatan pemeliharaan terkadang dilakukan tidak sesuai dan tidak tepat dengan kondisi

terbaru dari mesin dan kebutuhan dari mesin tersebut. Saat ini, perusahaan hanya menggunakan sistem manual dan menggunakan *software Microsoft Office Excel* yang digunakan sebagai alat bantu sistem informasi yang ada untuk memetakan jadwal perawatan, pembuatan work order dan laporan-laporan mengenai seluruh kegiatan pemeliharaan.

Sistem pemeliharaan di perusahaan memiliki beberapa alur proses dimulai dari pendefinisian jadwal reguler *check* yang dikeluarkan oleh staf – staf bagian *maintenance* atau saat mendapat laporan mesin *trouble* dari operator mesin ataupun *worker* saat reguler *check*. Kemudian staf *maintenance* akan meneruskan tugas pada *foreman* yang nantinya akan diteruskan pada *worker*. Berdasarkan *work order* yang telah diberikan, maka *worker* bisa memeriksa dan melakukan perbaikan yang dibutuhkan mesin. Apabila pada saat perbaikan mesin sedang berlangsung dan ternyata membutuhkan *spare part*, maka *worker* yang bertugas tersebut akan mengajukan bon permintaan *spare part* pada staf yang berwenang. Jika permintaan tersebut disetujui oleh staf, maka *worker* memberikan bon tersebut di gudang untuk meminta *spare part* yang dibutuhkan. Kemudian setelah tugas *worker* selesai maka *worker* akan membuat laporan pada *work order* kemudian diserahkan kembali pada staf *maintenance*.

4.1.10 Analisis Masalah

Divisi *maintenance* berpedoman pada manual book dalam pembuatan jadwal pemeliharaan untuk pemeriksaan mesin secara menyeluruh dan menggunakan pengalaman staf serta pengecekan secara visual untuk reguler *check*. Berdasarkan penjelasan sistem pemeliharaan perusahaan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa analisis masalah antara lain:

1. Informasi yang digunakan sebagai dasar untuk melakukan kegiatan pemeliharaan mesin secara berkala kurang terdokumentasi dengan baik.
2. Tidak tersedianya informasi dasar mengenai waktu pemeliharaan menyebabkan pemeliharaan mesin terkadang menjadi tidak tepat sesuai kebutuhan mesin saat ini.
3. Tidak ada kepastian dalam melakukan pemeliharaan mesin menyebabkan informasi untuk penyediaan komponen cadangan kurang terdokumentasi dengan baik.

Dari analisis masalah tersebut, perusahaan bisa mengalami kerugian karena hal tersebut bisa mengganggu kelancaran proses produksi yang telah direncanakan. Oleh karena itu dibutuhkan pengukuran kinerja sistem pemeliharaan menyeluruh berdasarkan

Overall Measure Maintenance Performance (OMMP) agar dapat mengetahui efektivitas aktivitas perawatan yang dilakukan perusahaan (Davies dan Greenough, 2004).

Dalam *Overall Measure Maintenance Performance* terdapat beberapa indikator yang digunakan dalam pengukuran kinerja sistem pemeliharaan, salah satunya adalah dimensi manpower. Dalam dimensi *manpower*, indikator yang digunakan adalah *Key Performance Indicator* (KPI) yang dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 KPI Dimensi Manpower

Dimensi	<i>Key Performance Indicator (KPI)</i>	
Manpower	<i>Manpower Efficiency</i>	<i>Hours worked as scheduled</i>
		<i>Total hours scheduled</i>
	<i>Overtime</i>	<i>Total overtime worked</i>
		<i>Total hours worked</i>
	<i>Utilization</i>	<i>Standard hours</i>
		<i>Total clock time</i>
	<i>Predictive and Preventive Maintenance Coverage</i>	<i>Total manhours of Predictive and PM</i>
		<i>Total manhours worked</i>

Sumber: Davies dan Greenough (2004)

1. *Manpower efficiency*

Manpower efficiency merupakan KPI yang digunakan untuk mengukur tingkat efisiensi operator untuk kegiatan pemeliharaan pada mesin *cutting*. Indikator ini diukur dengan membandingkan jumlah jam kerja aktual yang terencana dengan total jam yang terencana.

2. *Overtime*

Overtime merupakan KPI yang digunakan untuk mengukur waktu lembur kegiatan pemeliharaan pada mesin *cutting*. Indikator ini diukur dengan membandingkan total waktu lembur kegiatan pemeliharaan dengan total jam kerja.

3. *Utilization*

Utilization merupakan KPI yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar pemanfaatan dan penggunaan dari *manpower* untuk aktivitas pemeliharaan mesin *cutting*. Indikator ini diukur dengan membandingkan standar jam kerja dengan total jam kerja selama satu tahun.

4. *Predictive and Preventive Maintenance Coverage*

Predictive and Preventive Maintenance Coverage merupakan KPI yang digunakan untuk melihat keseluruhan aktivitas pemeliharaan pada mesin *cutting*.

Indikator ini diukur dengan membandingkan jumlah keseluruhan manhours pada perawatan prediktif dan perawatan pencegahan yang dibandingkan dengan keseluruhan manhours pada aktivitas perawatan selama periode yang sama.

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini dibedakan menjadi 2 macam, yaitu: pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder. Data primer yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari penyebaran kuisisioner dan diskusi dengan pihak perusahaan yang berkepentingan. Sedangkan data sekunder yang diperlukan diperoleh dari data historis yang dimiliki perusahaan.

4.2.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dengan cara menyebarkan kuisisioner yang berisi kuisisioner validasi *Key Performance Indicator* (KPI), kuisisioner hubungan antar KPI, kuisisioner tingkat kepentingan antar perspektif dan KPI, serta kuisisioner tingkat kepentingan antar dimensi dan KPI yang akan diisi oleh pihak yang berkepentingan dan paling memahami kegiatan *maintenance* di divisi *maintenance*. Selain itu, pengumpulan data primer juga dilakukan dengan cara diskusi dan observasi perusahaan. Pengumpulan data primer ini bertujuan dalam penentuan bobot dimensi dan KPI yang digunakan untuk mengukur dan menilai kinerja perawatan mesin *cutting* dengan menggunakan model *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

4.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dengan cara mengamati dan mengambil data-data historis yang ada di divisi *maintenance*. Data historis yang diambil berupa data *downtime* mesin selama dua tahun, data waktu *manpower*, data jumlah waktu *man-hour* keseluruhan, data biaya pemeliharaan, data *equipment runtime*, dan data biaya inventori periode tahun 2014 hingga tahun 2015. Pengumpulan data sekunder ini bertujuan untuk proses perhitungan nilai kinerja aktual pada kegiatan pemeliharaan mesin *cutting* di divisi *maintenance*.

1. Data *Downtime* Mesin

Data *downtime* mesin pada penelitian ini dibagi menjadi 2 jenis, yaitu: *downtime* mesin akibat *planned maintenance* yang merupakan kegiatan pemeliharaan terencana.

Kemudian *downtime* mesin akibat kegiatan pemeliharaan yang tidak terencana akan dimasukkan dalam kegiatan pemeliharaan terjadwal (*scheduled maintenance*) meliputi *breakdown* (kerusakan mesin). Rincian data *downtime* mesin *cutting* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data *Downtime* Mesin *Cutting*

No.	Periode	Jenis Perawatan	Total Kegiatan	Waktu Yang Dibutuhkan (jam)
1	Januari – Desember 2014	<i>Planned maintenance</i>	556	23984
		Aktual		23867
		<i>Scheduled maintenance</i>	136	6152
Total			692	54003
2	Januari – Desember 2015	<i>Planned maintenance</i>	660	24215
		Aktual		23810
		<i>Scheduled maintenance</i>	64	4308
Total			724	52333

2. Data jumlah waktu *manhour*

Data *manhour* pada kegiatan pemeliharaan mesin *cutting* berpedoman pada data *manhour planned* dan data *manhour* aktual. Dalam penanganan kegiatan pemeliharaan mesin *cutting* terdapat 4 orang tenaga kerja (*manpower*) yang bertugas tiap shiftnya, dan bekerja selama 6 hari. Sehingga waktu kerja yang tersedia selama satu tahun sebesar 30.048 jam. Waktu kerja yang tersedia selama satu tahun didapatkan dari perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{waktu kerja tersedia} &= (\text{jumlah hari} - \text{jumlah hari minggu}) \\ &\quad \times \text{manpower} \times \text{jam dalam sehari} \\ &= 30.048 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{waktu kerja tersedia} = (365 - 52) \times 4 \times 24 = 30.048 \text{ jam}$$

Sumber : Niebel (1994)

Rincian data *manhour* pada kegiatan pemeliharaan mesin *cutting* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Manhour Kegiatan Pemeliharaan

No.	Bulan	Manhour (jam)		No.	Bulan	Manhour (jam)	
		Planned	Aktual			Planned	Aktual
1	Januari 2014	1987	1977	1	Januari 2015	2002	1966
2	Februari 2014	1950	1944	2	Februari 2015	2114	2009
3	Maret 2014	2022	2014	3	Maret 2015	2070	2053
4	April 2014	2030	2023	4	April 2015	1978	1967
5	Mei 2014	2007	1989	5	Mei 2015	1994	1801
6	Juni 2014	2049	2044	6	Juni 2015	2111	2107
7	Juli 2014	1979	1970	7	Juli 2015	2016	2004
8	Agustus 2014	1968	1960	8	Agustus 2015	1965	1960
9	September 2014	2023	2001	9	September 2015	1999	1899
10	Oktober 2014	2021	2004	10	Oktober 2015	2110	2089
11	November 2014	1984	1980	11	November 2015	2018	1963
12	Desember 2014	1964	1961	12	Desember 2015	2007	1992
Total		23984	23867	Total		24215	23810

3. Data Biaya Pemeliharaan

Data biaya pemeliharaan pada perusahaan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu: biaya untuk pemeliharaan prediktif dan pemeliharaan preventif, kemudian pemeliharaan *corrective*. Rincian data biaya perawatan yang dikeluarkan pada mesin *cutting* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Biaya Perawatan

No.	Bulan	Biaya Perawatan		Total
		Prediktif & Preventif	Corrective	
1	Januari – Desember 2014	Rp 7.974.831	Rp 17.054.340	Rp 25.029.171
2	Januari – Desember 2015	Rp 4.566.500	Rp 36.231.600	Rp 40.798.100
Total		Rp 12.541.331	Rp 53.285.940	Rp 65.827.271

4. Data Equipment Runtime

Data *equipment runtime* merupakan data yang menyajikan lama waktu mesin atau peralatan produksi beroperasi. Rincian data *equipment* pada mesin *cutting* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data *Equipment Runtime*

No.	Bulan	<i>Equipment Runtime (jam)</i>	No.	Bulan	<i>Equipment Runtime (jam)</i>
1	Januari 2014	590,8	13	Januari 2015	599,8
2	Februari 2014	575,1	14	Februari 2015	596,5
3	Maret 2014	579,5	15	Maret 2015	594,8
4	April 2014	597,8	16	April 2015	597,5
5	Mei 2014	598,8	17	Mei 2015	590,8
6	Juni 2014	577,5	18	Juni 2015	599,4
7	Juli 2014	598,8	19	Juli 2015	595,9
8	Agustus 2014	599,8	20	Agustus 2015	599,2
9	September 2014	575,4	21	September 2015	576,2
10	Oktober 2014	597,3	22	Oktober 2015	598,4
11	November 2014	576,3	23	November 2015	599,4
12	Desember 2014	597,2	24	Desember 2015	590,8
Total		14128,6	Total		14277,4

5. Data Biaya Inventori

Biaya inventori yang ada di dalam perusahaan didapatkan dari akumulasi biaya-biaya sparepart yang digunakan untuk melakukan kegiatan pemeliharaan mesin *cutting*. Kegiatan pemeliharaan yang dimaksud berupa *planned maintenance* dan *unplanned maintenance*. Rincian data biaya inventori untuk mesin *cutting* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Biaya Inventori Bulan Januari 2014 dan Bulan Januari 2015

No.	Bulan	Biaya Inventori (Rp)	No.	Bulan	Biaya Inventori (Rp)
1	Januari 2014	Rp33.500.593	13	Januari 2015	Rp29.823.215
2	Februari 2014	Rp25.282.366	14	Februari 2015	Rp59.641.651
3	Maret 2014	Rp40.986.131	15	Maret 2015	Rp37.170.980
4	April 2014	Rp17.840.909	16	April 2015	Rp71.296.863
5	Mei 2014	Rp50.289.290	17	Mei 2015	Rp84.159.909
6	Juni 2014	Rp66.655.162	18	Juni 2015	Rp28.378.278
7	Juli 2014	Rp25.114.727	19	Juli 2015	Rp 9.696.227
8	Agustus 2014	Rp88.107.516	20	Agustus 2015	Rp33.503.271
9	September 2014	Rp112.546.176	21	September 2015	Rp99.441.557

Tabel 4.6 Data Biaya Inventori Bulan Oktober 2014 dan Bulan Oktober 2015

No.	Bulan	Biaya Inventori (Rp)	No.	Bulan	Biaya Inventori (Rp)
10	Oktober 2014	Rp41.585.142	22	Oktober 2015	Rp54.629.796
11	November 2014	Rp25.981.163	23	November 2015	Rp72.885.258
12	Desember 2014	Rp58.443.120	24	Desember 2015	Rp104.236.781
Total		Rp586.332.295	Total		Rp684.863.786

4.3 Pengolahan Data

Dalam tahap pengolahan data penelitian ini terdapat beberapa langkah yang dilakukan 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, dan penentuan rekomendasi perbaikan.

4.3.1 Validasi Key Performance Indicator (KPI)

Validasi *key performance indicator* digunakan untuk memastikan bahwa KPI yang telah didapatkan sebelumnya berdasarkan metode *Overall Measure of Maintenance Performance* sesuai dengan keadaan sebenarnya dalam perusahaan dan dapat diterapkan di Produsen kaca. Proses validasi *key performance indicator* ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil pembobotan yang dilakukan telah sesuai dengan keadaan di Produsen kaca.

Dalam proses ini dilakukan penyebaran kuisisioner validasi yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Kuisisioner tersebut diberikan kepada pihak yang paham dan benar-benar mengerti tentang kegiatan pemeliharaan di divisi *Maintenance* Produsen kaca khususnya mesin *cutting*. Pihak tersebut adalah *maintenance division manager, electrical dept. manager, dan mechanical dept. manager*. Responden hanya memberikan jawaban ya atau tidak pada kolom validasi saat pengisian kuisisioner. Jawaban ya menunjukkan bahwa KPI tersebut dapat digunakan dalam pengukuran kinerja pemeliharaan di perusahaan, sedangkan jawaban tidak menunjukkan bahwa KPI tersebut tidak dapat digunakan dalam pengukuran kinerja pemeliharaan di perusahaan, dikarenakan ketersediaan data historis dari perusahaan yang terbatas..

Dari proses ini diperoleh KPI yang telah tervalidasi dengan jumlah 17 KPI dari 23 KPI yang terdiri dari 9 KPI *Maintenance Administration*, 4 KPI *Maintenance*

Effectiveness, dan 4 KPI *Maintenance Cost*. Selain itu terdapat 6 KPI yang tidak tervalidasi diantaranya adalah:

1. *Maintenance hours applied*, *Maintenance costs per unit of production*, dan *length of running*

KPI ini tidak dapat digunakan dalam perusahaan karena dalam penentuan KPI ini perusahaan tidak memasukkan output produksi dalam pengukuran kinerja, karena yang dianggap berpengaruh adalah kerusakan mesin atau peralatan.

2. *Scheduled service cost*

KPI ini tidak dapat digunakan dalam perusahaan karena dalam penentuan KPI ini rumus indikator perhitungan dengan penyebut *total cost production* tidak ada di perusahaan.

3. *Emergency manhours* dan *Emergency and other unscheduled tasks*

KPI ini tidak dapat digunakan dalam perusahaan karena divisi maintenance Produsen kaca tidak mengelompokkan suatu pekerjaan kedalam pekerjaan yang tergolong pekerjaan darurat atau tidak. Semua pekerjaan yang tidak direncanakan (*corrective maintenance*) akan segera ditangani. Rincian KPI tervalidasi dan KPI tidak tervalidasi dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Validasi *Key Performance Indicator Maintenance Administration*

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

Tabel 4.8

Validasi *Key Performance Indicator Maintenance Effectiveness* dan *Maintenance Cost*

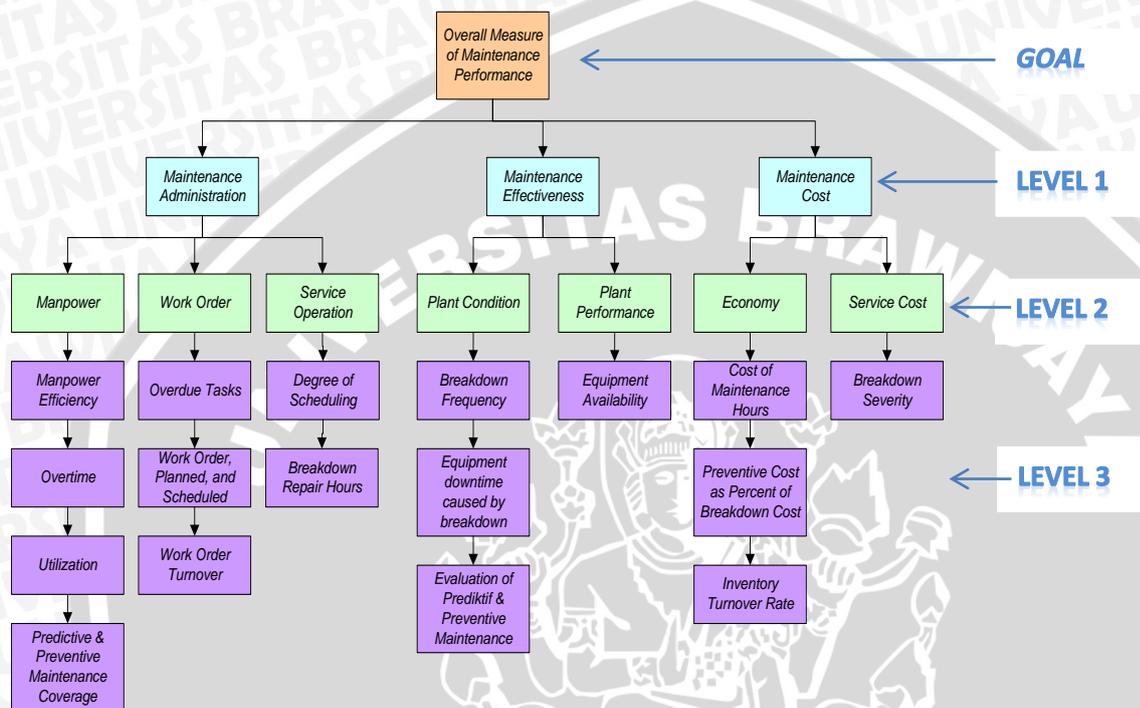
Perspektif	Dimensi	Kode	Key Performance Indicator (KPI)	Valid
Maintenance Effectiveness	Plant condition	B11	<i>Breakdown frequency</i>	Ya
		B12	<i>Equipment downtime caused by breakdown</i>	Ya
		B13	<i>Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance</i>	Ya
	Plant performance	B21	<i>Equipment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

Sumber: Davies dan Greenough (2004)

4.3.2 Konstruksi Model *Analytical Hierarchy Process*

Dalam proses penyelesaian permasalahan yang ada dalam perusahaan sebagian menjadi masalah yang sulit untuk dipecahkan dan diselesaikan, karena proses pemecahan tersebut dilakukan tanpa melihat masalah-masalah yang terjadi dengan suatu struktur tertentu. Oleh karena itu diperlukan konstruksi model dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang disusun untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan seluruh kriteria keputusan yang terlibat dalam sistem kedalam bentuk hirarki. Bentuk hirarki ini membagi – bagi permasalahan yang kompleks menjadi unsur-unsur yang terpisah dengan menyusunnya kedalam bagian yang menjadi kriteria pokok, kemudian bagian tersebut disusun lagi kedalam bagian-bagian lainnya sampai membentuk suatu hirarki yang memuat informasi secara runtut dan sistematis.

Dari data yang diperoleh sebelumnya pada proses pengumpulan data, dapat disimpulkan bahwa perspektif, dimensi, dan *key performance indicator* dapat mempengaruhi pengukuran kinerja sistem pemeliharaan Produsen kaca sesuai dengan metode *Overall Measure Maintenance Performance* (Davies dan Greenough, 2004). Struktur hirarki pengukuran kinerja sistem pemeliharaan Produsen kaca dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Struktur Hirarki AHP
Sumber: Davies dan Greenough (2004).

Pada struktur hirarki diatas dapat diketahui bahwa pada tingkat paling atas hirarki (*Goal*) menunjukkan tujuan dari sistem yang akan dilakukan pencarian solusi atas masalah yang sedang dialami. Pada hirarki level 1 merupakan indikator utama yang menunjukkan perspektif dari level sebelumnya. Pada hirarki level 2 merupakan dimensi dari indikator utama yang menunjukkan bahwa dimensi tersebut merupakan indikator pengembangan dari indikator utama dalam pencapaian tujuan dari sistem. Pada hirarki level 3 merupakan indikator yang berisi KPI (*Key Performance Indicator*) yang terbagi sesuai dengan hirarki pada level 2. Struktur hirarki tersebut menyatakan bahwa tujuan utama yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mengukur kinerja sistem *maintenance* menyeluruh yang akan digunakan untuk menilai kinerja sistem *maintenance* dalam perusahaan.

4.3.3 Pembuatan Matriks Perbandingan Berpasangan

Pembentukan matriks perbandingan berpasangan bertujuan untuk menentukan bobot dari perspektif, dimensi, dan *key performance indicator* (KPI). Selain itu, matriks perbandingan berpasangan juga digunakan untuk melakukan penilaian terhadap tingkat pengaruh antara satu indikator dengan indikator lainnya yang dianggap memiliki hubungan pengaruh pada hasil kuisioner sebelumnya. Matriks perbandingan berpasangan diperoleh dengan cara menyebarkan kuisioner perbandingan berpasangan yang dapat dilihat pada Lampiran 3. Kuisioner tersebut diberikan kepada responden yang telah ditentukan, yaitu *maintenance division manager, electrical dept. manager, dan mechanical dept. Manager*.

Dalam pembuatan matriks perbandingan berpasangan ini responden diminta melakukan perbandingan antar dimensi dan antar *key performance indicator* dengan memberi nilai pada skala tingkat kepentingan yang memiliki skala dari 1 sampai dengan 9. Untuk lebih lengkapnya kuisioner perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Lampiran 3. Contoh skala perbandingan yang digunakan dalam pembuatan matriks perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Gambar 4.5.

<i>Maintenance Effectiveness</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Maintenance Cost</i>
----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------

Gambar 4.5 Skala Perbandingan Kuisioner Perbandingan Berpasangan

Dalam pemberian nilai pembanding antara indikator satu dengan indikator lainnya pada skala perbandingan kuisioner tersebut, terdapat beberapa aturan pengisian antara lain:

1. Angka 1 dipilih apabila kedua indikator sama – sama memiliki tingkat kepentingan yang sama.
2. Skala perbandingan sebelah kiri dipilih apabila indikator bagian tersebut memiliki tingkat kepentingan yang lebih daripada indikator bagian sebelah kanan.
3. Skala perbandingan sebelah kanan dipilih apabila indikator bagian tersebut memiliki tingkat kepentingan yang lebih daripada indikator bagian sebelah kiri.

Pada Gambar 4.5 terdapat perbandingan antara indikator *Perspektif Maintenance Effectiveness* dengan indikator *Perspektif Maintenance Cost*. Menurut salah satu responden, indikator *Perspektif Maintenance Effectiveness* lebih penting daripada indikator *Perspektif Maintenance Cost* dalam pengukuran kinerja sistem pemeliharaan, sehingga responden memberi nilai 4 untuk indikator *Perspektif Maintenance Effectiveness*.

Berdasarkan nilai tingkat kepentingan berpasangan yang dijelaskan pada Tabel 4.9, menunjukkan bahwa nilai 4 berada diantara nilai 3 dan nilai 5. Nilai 3 menunjukkan sedikit lebih penting dan nilai 5 menunjukkan lebih penting. Jadi dapat disimpulkan bahwa indikator Perspektif *Maintenance Effectiveness* cukup penting bila dibandingkan dengan indikator Perspektif *Maintenance Cost*.

Tabel 4.9 Nilai Tingkat Kepentingan Perbandingan Berpasangan

Nilai	Tingkat Kepentingan
1	Perspektif / Dimensi / KPI A <u>sama penting</u> dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
3	Perspektif / Dimensi / KPI A <u>sedikit lebih penting</u> dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
5	Perspektif / Dimensi / KPI A <u>lebih penting</u> dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
7	Perspektif / Dimensi / KPI A <u>sangat penting</u> dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
9	Perspektif / Dimensi / KPI A <u>jauh lebih penting</u> dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
2, 4, 6, 8	Nilai Tengah *)

Sumber: Figuera et. al. (2005)

Dalam penelitian ini, hasil rekapitulasi data penilaian kuisisioner perbandingan berpasangan dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar menghasilkan satu nilai yang sama (*geometrical mean*). Rumus geometrical mean dapat dilihat pada Rumus 4-1.

$$\text{Geometrical Mean} = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = x_1^{q_1} x_2^{q_2} \dots x_n^{q_n} \quad (4-1)$$

Dari Rumus 2-2 tersebut, nilai pangkat yang digunakan (q_1, q_2, \dots, q_n) merupakan bobot dari setiap responden, yaitu Responden 1 bobot (0,4), Responden 2 bobot (0,3), dan Responden 3 bobot (0,3) yang dapat dilihat pada Tabel 4.9, jika ditotal maka hasil keseluruhannya $40\% + 30\% + 30\% = 100\%$. Hasil dari nilai *geometrical mean* nantinya akan digunakan sebagai *input* perbandingan berpasangan pada *software expert choice* untuk mendapatkan pembobotan akhir. Rekapitulasi data penilaian kuisisioner perbandingan berpasangan untuk indikator dimensi dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan untuk rekapitulasi data penilaian kuisisioner perbandingan berpasangan keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.10 *Geometrical Mean* Kriteria Kontrol Dimensi

No	Kriteria Kontrol	Dimensi yang Dibandingkan	Responden			Geometrical Mean
			1 (0,4)	2 (0,3)	3 (0,3)	
1	Dimensi	M vs WR	4	4	3	3,669
2		M vs SO	5	4	1	2,885
3		WR vs SO	5	1	1	1,904

Pada Tabel 4.10 dapat diketahui nilai *geometrical mean* perbandingan berpasangan antara dimensi yang satu dengan dimensi yang lain. Sebagai contoh, perbandingan berpasangan antara dimensi *manpower* (M) dengan dimensi *work order* (WR). Menurut responden pertama dan kedua, dimensi *work order* (WR) cukup penting daripada dimensi *manpower* (M). Sedangkan menurut responden ketiga, dimensi *manpower* (M) sedikit lebih penting daripada dimensi *work order* (WR).

Setelah hasil nilai *geometrical mean* diketahui, dilanjutkan dengan pembuatan matriks perbandingan berpasangan untuk indikator dimensi yang dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Matriks Perbandingan Berpasangan Indikator Dimensi

Dimensi (Kode)	M	WR	SO
<i>Manpower</i> (M)	1,000	3,669	2,885
<i>Work Order</i> (WR)	0,273	1,000	1,904
<i>Service Operation</i> (SO)	0,347	0,525	1,000
Total	1,619	5,195	5,789

Pada Tabel 4.11 diatas dapat diketahui bahwa dimensi *manpower* (M) memiliki nilai 3,669 kali lebih penting dibandingkan dengan dimensi *work order* (WR). Sedangkan dimensi *work order* (WR) memiliki nilai $\frac{1}{3,669} = 0,273$ kali lebih penting dibandingkan dengan dimensi *manpower* (M). Setelah matriks perbandingan berpasangan untuk indikator dimensi telah dibuat, kemudian dilanjutkan penyusunan matriks perbandingan berpasangan untuk masing-masing *Key Performance Indicator* (KPI). Pembuatan matriks untuk masing-masing KPI berdasarkan indikator dimensi antara lain:

1. Dimensi *manpower*

Pada dimensi *manpower* terdapat empat KPI yang dibandingkan, yaitu: *manpower efficiency* (A11), *overtime* (A12), *utilization* (A13), *predictive and preventive maintenance* (A14). Nilai *geometrical mean* untuk dimensi ini dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Manpower*

KPI	(A11)	(A12)	(A13)	(A14)
(A11)	1,000	3,301	3,728	4,590
(A12)	0,303	1,000	3,104	3,104
(A13)	0,268	0,322	1,000	2,847
(A14)	0,218	0,322	0,351	1,000
Total	1,789	4,945	8,183	11,541

Pada Tabel 4.12 diatas dapat diketahui bahwa KPI *manpower efficiency* (A11) memiliki nilai 3,728 kali lebih penting dibandingkan dengan KPI *utilization* (A13). Sedangkan KPI *utilization* memiliki nilai $\frac{1}{3,728} = 0,268$ kali lebih penting dibandingkan dengan KPI *manpower efficiency*.

2. Dimensi *work order*

Pada dimensi *work order* terdapat tiga KPI yang dibandingkan, yaitu: *overdue task* (A21), *work order, planned, and scheduled* (A22), *work order turnover* (A23). Nilai *geometrical mean* untuk dimensi ini dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Work Order*

KPI	(A21)	(A22)	(A23)
(A21)	1,00	3,552	4,704
(A22)	0,282	1,00	3,259
(A23)	0,213	0,307	1,00
Total	1,495	4,859	8,963

Pada Tabel 4.13 diatas dapat diketahui bahwa KPI *overdue task* (A21) memiliki nilai 4,704 kali lebih penting dibandingkan dengan KPI *work order turnover* (A23). Sedangkan KPI *work order turnover* memiliki nilai $\frac{1}{4,704} = 0,213$ kali lebih penting dibandingkan dengan KPI *overdue task*.

3. Dimensi *service operation*

Pada dimensi *service operation* terdapat dua KPI yang dibandingkan, yaitu: prosentase ketepatan waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya (A31), dan

waktu yang digunakan dalam melakukan aktivitas *breakdown maintenance* (A32). Nilai *geometrical mean* untuk dimensi ini dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Service Operation*

KPI	(A31)	(A32)
(A31)	1,000	4,520
(A32)	0,221	1,000
Total	1,221	5,520

Pada Tabel 4.14 diatas dapat diketahui bahwa KPI prosentase ketepatan waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya (A31) memiliki nilai 4,520 kali lebih penting dibandingkan dengan KPI waktu yang digunakan dalam melakukan aktivitas *breakdown maintenance* (A32). Sedangkan KPI waktu yang digunakan dalam melakukan aktivitas *breakdown maintenance* memiliki nilai $\frac{1}{4,520} = 0,221$ kali lebih penting dibandingkan dengan KPI prosentase ketepatan waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya.

4. Dimensi *plant condition*

Pada dimensi *plant condition* terdapat tiga KPI yang dibandingkan, yaitu: prosentase frekuensi *breakdown* yang terjadi (B11), Prosentase kejadian *downtime* mesin produksi (B12), dan prosentase tingkat penyelesaian pekerjaan pemeliharaan yang terjadwal (B13). Nilai *geometrical mean* untuk dimensi ini dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Plant Condition*

KPI	B11	B12	B13
B11	1,000	2,048	4,874
B12	0,488	1,000	5,792
B13	0,205	0,173	1,000
Total	1,693	3,221	11,666

Pada Tabel 4.15 diatas dapat diketahui bahwa KPI prosentase frekuensi *breakdown* yang terjadi (B11) memiliki nilai 2,048 kali lebih penting dibandingkan dengan KPI prosentase kejadian *downtime* mesin produksi (B12). Sedangkan KPI prosentase kejadian *downtime* mesin produksi yang terjadi memiliki nilai $\frac{1}{2,048} = 0,488$ kali lebih penting dibandingkan dengan KPI prosentase frekuensi *breakdown*.

5. Dimensi *plant performance*

Pada dimensi *plant performance* hanya terdapat satu KPI saja, yaitu: *equipment availability* (B21), sehingga skala penilaian sama dengan 1. *Equipment availability* ini digunakan untuk mengetahui ketersediaan komponen mesin produksi dapat beroperasi dengan normal.

6. Dimensi *economy*

Pada dimensi *economy* terdapat tiga KPI yang dibandingkan, yaitu: *cost of maintenance hours* (C11), *Preventive maintenance costs as percent of breakdown cost* (C12), dan *inventory turnover rate* (C13). Nilai *geometrical mean* untuk dimensi ini dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Matriks Perbandingan Berpasangan KPI Dimensi *Economy*

KPI	(C11)	(C12)	(C13)
(C11)	1,000	4,315	4,290
(C12)	0,232	1,000	2,521
(C13)	0,233	0,397	1,000
Total	1,465	5,712	7,811

Pada Tabel 4.16 diatas dapat diketahui bahwa KPI *cost of maintenance hours* (C11) memiliki nilai 4,290 kali lebih penting dibandingkan dengan KPI *inventory turnover rate* (C13). Sedangkan KPI *inventory turn over rate* memiliki nilai $\frac{1}{4,290} = 0,233$ kali lebih penting dibandingkan dengan KPI *cost of maintenance hours*.

7. Dimensi *service cost*

Pada dimensi *service cost* hanya terdapat satu KPI saja, yaitu: *breakdown severity* (C21), sehingga skala penilaian sama dengan 1. *Breakdown severity* ini digunakan untuk mengetahui tingkat dampak kerusakan dari mesin yang ada di perusahaan.

4.3.4 Penentuan Bobot *Key Performance Indicator* (KPI)

Setelah didapatkan KPI yang valid, maka langkah yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan pembobotan KPI. Pembobotan KPI dilakukan dengan tujuan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif terhadap keseluruhan KPI yang ada. Konsep yang digunakan

dalam pembobotan KPI ini menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang proses pengolahan datanya dibantu dengan *software Expert Choice 11*.

Pada proses pembobotan, data yang dikumpulkan berupa hasil penilaian kuisioner yang dapat dilihat pada Lampiran 4. Hasil penilaian kuisioner berupa pembobotan yang terdiri dari masing-masing level sesuai pada Gambar 4.4. Adapun level-level yang dimaksud adalah:

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. Adapun dimensi-dimensi tersebut yaitu pada perspektif *maintenance administration* dibagi menjadi tiga dimensi antara lain: *manpower*, *work order*, dan *service operation*. Pada perspektif *maintenance effectiveness* dibagi menjadi dua dimensi antara lain: *plant condition* dan *plant performance*. Sedangkan pada perspektif *maintenance cost* dibagi menjadi dua dimensi antara lain: *economy* dan *service cost*.
3. Level 3, merupakan pembobotan untuk masing-masing KPI dari masing-masing dimensi dalam masing-masing perspektif.

Pada *output* hasil pembobotan untuk masing-masing Level yang menggunakan *Software Expert Choice 11* berupa hasil pembobotan dan hasil *inconsistency ratio* dapat dilihat pada Lampiran 5. Pada Lampiran 5 menunjukkan bahwa hasil pembobotan perspektif, dimensi, dan KPI memiliki nilai *inconsistency ratio* $\leq 0,1$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembobotan pada setiap KPI yang dilakukan sudah konsisten.

Untuk memperoleh pembobotan total yang mencakup nilai bobot dari masing-masing KPI, masing-masing dimensi, dan masing-masing perspektif, maka dilakukan perhitungan dengan cara mengalikan bobot dari ketiga level tersebut sesuai dengan hasil pembobotan yang ada pada Lampiran 5. Adapun contoh perhitungan pembobotan total KPI A11 (*manpower efficiency*) dapat dilihat pada Rumus 4-2 :

$$\text{Bobot total KPI A11} = \text{Bobot perspektif maintenance administration} \times \quad (4-2)$$

$$\text{Bobot dimensi manpower} \times \text{Bobot KPI A11}$$

$$\text{Bobot total KPI A11} = 0,60912 \times 0,61581 \times 0,53026 = 0,19890$$

Setelah semua KPI yang valid dilakukan perhitungan seperti contoh diatas, maka didapatkan rekapitulasi nilai bobot KPI untuk pengukuran kinerja sistem pemeliharaan secara menyeluruh di Produsen kaca yang dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18.

Dari hasil perhitungan yang tercantum pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18, jika semua bobot dari masing-masing KPI dijumlahkan maka total seluruh bobot dari masing-masing KPI tersebut bernilai 0,99998 atau sama dengan 1,000. Perhitungan total bobot KPI tersebut digunakan untuk menentukan pencapaian kinerja pada sistem pemeliharaan di Produsen kaca secara keseluruhan.

Tabel 4.17
Nilai Pembobotan Masing-masing KPI Perspektif *Maintenance Administration* dan *Maintenance Effectiveness*

Perspektif	Dimensi	Kode	Indikator	Bobot KPI	Bobot Dimensi	Bobot Perspektif	Bobot Total
<i>Maintenance Administration</i>	Manpower (1)	A11	<i>Manpower efficiency</i>	0,53026	0,61581	0,60912	0,19890
		A12	<i>Overtime</i>	0,25594			0,09600
		A13	<i>Utilization</i>	0,13735			0,05152
		A14	<i>Predictive and Preventive Maintenance Coverage</i>	0,07645			0,02868
	Work order (2)	A21	<i>Overdue task</i>	0,64445	0,22515		0,08838
		A22	<i>Work order, planned, and scheduled</i>	0,25326			0,03473
		A23	<i>Work order turnover</i>	0,10229			0,01403
	Service operation (3)	A31	<i>Degree of scheduling</i>	0,81884	0,15904		0,07932
		A32	<i>Breakdown repair hours</i>	0,18116			0,01755
<i>Maintenance Effectiveness</i>	Plant condition (4)	B11	<i>Breakdown frequency</i>	0,55269	0,72527	0,25275	0,10131
		B12	<i>Equipment downtime caused by breakdown</i>	0,36300			0,06654

Tabel 4.18
 Nilai Pembobotan Masing-masing KPI Perspektif Maintenance Effectiveness dan Maintenance Cost

Perspektif	Dimensi	Kode	Indikator	Bobot KPI	Bobot Dimensi	Bobot Perspektif	Bobot Total
Maintenance Effectiveness	Plant condition (4)	B13	<i>Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance</i>	0,08430	0,72527	0,25275	0,01545
	Plant performance (5)	B21	<i>Equipment availability</i>	1,00000	0,27473		0,06944
Maintenance Cost	Economy (7)	C11	<i>Cost of maintenance hours</i>	0,67251	0,70149	0,13813	0,06516
		C12	<i>Preventive maintenance costs as percent of breakdown cost</i>	0,21253			0,02059
		C13	<i>Inventory turnover rate</i>	0,11496			0,01114
	Service cost (8)	C21	<i>Breakdown severity</i>	1,00000			0,29851
						Total	1,00

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

Perhitungan nilai kinerja aktual *Key Performance Indicator* (KPI) pada tahun 2014 hingga tahun 2015 dilakukan berdasarkan metode *Overall Measure of Maintenance Performance* yang sudah disesuaikan dengan proses bisnis yang terjadi di Produsen kaca Adapun perhitungan penilaian kinerja aktual KPI Produsen kaca adalah sebagai berikut:

4.3.5.1 Penilaian Kinerja KPI Pada Perspektif *Maintenance Administration*

Penilaian kinerja aktual KPI pada perspektif *maintenance administration* dibagi menjadi tiga dimensi, yaitu: dimensi *Manpower*, *Work Order*, dan *Service Operation*. Berikut penjelasan penilaian kinerja aktual KPI pada masing-masing dimensi:

1. Dimensi *Manpower*

Dimensi ini bertujuan untuk mengetahui performansi tenaga kerja atau operator mekanik dalam melakukan aktivitas pemeliharaan. Performansi yang dilihat antara lain persentase terhadap efisien, jumlah lembur aktual, seberapa besar utilitas, dan pemenuhan pemeliharaan yang terencana seperti *predictive maintenance* dan *preventive maintenance*. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi *manpower* adalah sebagai berikut:

a) *Manpower Efficiency*

Indikator ini mengukur tingkat efisiensi operator untuk pekerjaan pemeliharaan mesin *cutting*. Berdasarkan metode *Overall Measure of Maintenance Performance*, tingkat efisiensi dapat diukur dengan membandingkan jumlah jam kerja aktual terencana dengan total jam yang terencana.

Data jam kerja aktual dan total jam kerja yang terencana dapat dilihat pada Tabel 4.3, dimana total jam kerja aktual didapatkan sebesar 23.810 jam dan total jam kerja yang terencana didapatkan sebesar 24.215 jam. Perhitungan total jam kerja aktual diperoleh dari menjumlahkan semua data *manhour* kegiatan pemeliharaan yang terjadi selama tahun 2015. Sedangkan perhitungan total jam kerja yang terencana diperoleh dari menjumlahkan semua data *manhour* kegiatan pemeliharaan yang direncanakan pada tahun 2015. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *manpower efficiency* sebesar 98%. Perhitungan indikator *manpower efficiency* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Manpower Efficiency} &= \frac{\text{hours worked as scheduled}}{\text{total hours scheduled}} && (4-3) \\ &= \frac{23810}{24215} \\ &= 0,983275 \end{aligned}$$

b) *Overtime*

Indikator ini merupakan kejadian disaat waktu aktual yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan lebih besar dibandingkan dengan waktu yang direncanakan. Berdasarkan *brainstorming* dengan pihak Produsen kaca pengukuran *overtime* didapatkan dari kegiatan pemeliharaan selain *preventive maintenance*, yaitu *breakdown maintenance*.

Breakdown maintenance ini termasuk dalam kegiatan pemeliharaan yang terjadwal. Pada saat penjadwalan perawatan, Produsen kaca tidak pernah mengestimasi berapa lama waktu yang mungkin dibutuhkan pada saat *breakdown maintenance* sehingga mereka merekap data waktu *breakdown maintenance* ke dalam data *overtime*. Indikator.

Overtime diukur dengan membandingkan total waktu *overtime* dengan total jam kerja. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 total waktu *overtime* yang didapatkan sebesar 4.308 jam. Total waktu *overtime* tersebut merupakan total waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan terjadwal (*scheduled maintenance*) meliputi kerusakan mesin (*breakdown*). Sedangkan untuk total jam kerja yang dibutuhkan didapatkan sebesar 30.048 jam yang dapat diperoleh dengan cara (365 hari – 52 minggu) x 4 orang tenaga kerja x 24 jam = 30.048 jam. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *overtime* sebesar 14%. Perhitungan indikator *overtime* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Overtime} &= \frac{\text{total overtime worked}}{\text{total hours worked}} & (4-4) \\ &= \frac{4308}{30048} \\ &= 0,143371 \end{aligned}$$

c) *Utilization*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pemanfaatan dan penggunaan dari manpower untuk kegiatan pemeliharaan. Tingkat utilisasi dihitung dengan membandingkan standar jam kerja teknisi dalam menangani seluruh mesin dengan total kerja (*clock time*) selama satu tahun.

Standar jam kerja teknisi diperoleh dari total jam kerja aktual yang dihasilkan selama satu tahun yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 dengan nilai sebesar 23.810 jam. Sedangkan total kerja (*clock time*) diperoleh dari total kerja selama satu tahun yang diperoleh dengan cara (365 hari – 52 minggu) x 4 orang tenaga kerja x 24 jam = 30.048 jam. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *utilization* sebesar 79%. Perhitungan indikator *utilization* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Utilization} &= \frac{\text{standard hours}}{\text{total clock time}} & (4-5) \\ &= \frac{23810}{30048} \\ &= 0,792399 \end{aligned}$$

d) *Predictive and Preventive Maintenance Coverage*

Indikator ini dapat dihitung menggunakan data jumlah keseluruhan *manhours* aktual pada pemeliharaan prediktif dan *preventif* yang dibandingkan dengan keseluruhan *manhours* pada kegiatan pemeliharaan Produsen kaca selama periode yang sama.

Data aktual *manhours* dan total aktual *manhours* pada kegiatan pemeliharaan prediktif dan *preventif* didapatkan sebesar 23.810 jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.3. Data aktual *manhours* dan total aktual *manhours* pada kegiatan pemeliharaan prediktif dan *preventif* diperoleh dari perhitungan menjumlahkan semua data *manhour* kegiatan pemeliharaan yang terjadi selama tahun 2015. Sedangkan data keseluruhan *manhours* pada kegiatan pemeliharaan di Produsen kaca dapat dilihat pada Tabel 4.2. Data keseluruhan *manhours* diperoleh dari keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan *planned maintenance*, *aktual maintenance*, dan *scheduled maintenance* selama tahun 2015. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung *indikator predictive and preventive maintenance coverage* sebesar 45%. Perhitungan *indikator predictive and preventive maintenance coverage* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{predictive and preventive maintenance coverage} &= \frac{\text{total manhours of Predictive \& PM}}{\text{total manhours worked}} \quad (4-6) \\ &= \frac{23810}{52333} \\ &= 0,454971 \end{aligned}$$

2. Dimensi *Work Order*

Dimensi ini bertujuan untuk mengetahui performansi pemenuhan kegiatan pemeliharaan sesuai dengan perintah kerja. Tolak ukur yang dilihat dalam dimensi ini meliputi tingkat ketepatan penyelesaian perawatan, perbandingan pekerjaan perawatan direncanakan maupun tidak, dan tingkat *turnover work order* yang sudah didistribusikan. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi work order adalah sebagai berikut:

a) *Overdue tasks*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui jumlah aktivitas perawatan yang melewati batas tanggal perencanaan perawatan selesai dilakukan. Indikator ini dapat dihitung dengan membandingkan jumlah pekerjaan yang terlambat dalam satu minggu (*no job overdue by one week*) dengan jumlah pekerjaan yang selesai dalam satu minggu yang sama (*no jobs completed in same week*).

Data jumlah pekerjaan yang terlambat dalam satu minggu didapatkan sebesar 0 pekerjaan, hal ini dikarenakan untuk setiap pekerjaan pemeliharaan prediktif dan preventif tidak ada yang terlambat. Sedangkan data jumlah pekerjaan yang selesai dalam satu minggu yang sama didapatkan sebesar 15 pekerjaan, hal ini dikarenakan dalam satu minggu dilakukan pengecekan rutin setiap 3 hari dengan kegiatan 15 pekerjaan untuk setiap pengecekan rutinnnya. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *overdue task* sebesar 0 %. Perhitungan indikator *overdue task* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Overdue Task} &= \frac{\text{no job overdue by one week}}{\text{no jobs completed in same week}} && (4-7) \\ &= \frac{0}{15} \\ &= 0 \end{aligned}$$

b) *Work order, planned, and scheduled*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara pekerjaan perawatan yang direncanakan maupun tidak ,dengan cara membandingkan jumlah aktivitas perawatan yang sudah direncanakan dengan total aktivitas pemeliharaan yang sudah dilakukan selama periode yang sama.

Dapat dilihat pada Tabel 4.2, data jumlah pekerjaan terencana didapatkan sebesar 660 pekerjaan dan data total aktivitas pemeliharaan yang telah selesai dilakukan selama satu tahun didapatkan sebesar 724 pekerjaan. Data jumlah pekerjaan terencana diperoleh dari keseluruhan kegiatan pemeliharaan terencana meliputi pemeliharaan prediktif dan preventif. Sedangkan data total aktivitas pemeliharaan yang sudah dilakukan selama satu tahun diperoleh dari keseluruhan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan meliputi pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan kerusakan mesin (*scheduled maintenance*). Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *work order, planned, and scheduled* sebesar 91%. Perhitungan indikator *work order, planned, and scheduled* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{work order, planned, and scheduled} &= \frac{\text{work order,planned,and scheduled}}{\text{work order executed}} && (4-8) \\ &= \frac{660}{724} \\ &= 0,9116 \end{aligned}$$

c) *Work order turnover*

Indikator ini bertujuan untuk menggambarkan seberapa baik penyelesaian dari setiap pekerjaan perawatan yang ada di Produsen kaca Indikator ini dapat dihitung

dengan cara membandingkan seluruh penugasan pekerjaan (perintah kerja) yang selesai dengan penugasan pekerjaan yang didistribusikan pada periode yang sama.

Data jumlah pekerjaan yang selesai dan yang diberikan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Data jumlah pekerjaan yang selesai didapatkan sebesar 724 pekerjaan, hal ini diperoleh dari keseluruhan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan meliputi pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) dan pemeliharaan kerusakan mesin (*scheduled maintenance*). sedangkan data jumlah pekerjaan yang diberikan pada periode yang sama didapatkan sebesar 15 pekerjaan, hal ini hal ini dikarenakan dalam satu minggu dilakukan pengecekan rutin setiap 3 hari dengan kegiatan 15 pekerjaan untuk setiap pengecekan rutinnya. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *work order turnover* sebesar 51,71,%. Perhitungan indikator *work order turnover* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{work order turnover} &= \frac{\text{No of jobs completed n period}}{\text{No of job in-hand at present}} && (4-9) \\ &= \frac{724}{15} \\ &= 51,71429 \end{aligned}$$

3. Dimensi *Service Operation*

Dimensi ini bertujuan untuk mengukur tingkat pelayanan operasi pada pemeliharaan mesin *cutting* di Produsen kaca Tingkat pelayanan operasi yang diukur antara lain: *degree of scheduling* dan *breakdown repair hours*. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi *service operation* adalah sebagai berikut:

a) *Degree of scheduling*

Indikator ini diukur dengan membandingkan data total *planned manhour* dengan data total jam kerja yang dibutuhkan pada kegiatan perawatan mesin *cutting*. Dapat dilihat pada Tabel 4.3 nilai total *planned manhour* didapatkan sebesar 24.215 jam. Data *planned manhour* diperoleh dengan menjumlahkan semua data *manhour* kegiatan pemeliharaan yang direncanakan pada tahun 2015. Sedangkan total jam kerja yang dibutuhkan pada kegiatan perawatan mesin *cutting* didapatkan sebesar 30.048 jam yang dapat diperoleh dengan cara (365 hari – 52 minggu) x 4 orang tenaga kerja x 24 jam = 30.048 jam. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *degree of scheduling* sebesar 81%. Perhitungan indikator *degree of scheduling* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\text{degree of scheduling} = \frac{\text{hours scheduled}}{\text{total hours worked}} \quad (4-10)$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{24215}{30048} \\
 &= 0,805877
 \end{aligned}$$

b) Breakdown *repair hours*

Indikator ini bertujuan untuk menghitung waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan kerusakan mesin. Di Produsen kaca, breakdown memiliki definisi kegiatan perawatan *corrective*, dimana dalam kegiatan perawatan tersebut dapat dilakukan pembongkaran, penggantian komponen, dan *breakdown* komponen untuk diperbaiki.

Data yang digunakan untuk menghitung indikator ini adalah *actual manhour corrective* yang dibandingkan dengan keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan langsung. Nilai *actual manhour corrective* didapatkan sebesar 4.308 jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.2. *Actual manhour corrective* diperoleh dari total waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan pemeliharaan terjadwal (*scheduled maintenance*) meliputi kerusakan mesin (*breakdown*). Sedangkan untuk keseluruhan waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan langsung didapatkan sebesar 52.333 jam yang dapat dilihat pada Tabel 4.2. Total waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan langsung diperoleh dengan menjumlahkan total waktu yang dibutuhkan dalam *planned maintenance*, pemeliharaan aktual, dan *scheduled maintenance*. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *breakdown repair hours* sebesar 8%. Perhitungan indikator *breakdown repair hours* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{breakdown repair hours} &= \frac{\text{No hours spent on breakdown}}{\text{total direct maintenance hours}} && (4-11) \\
 &= \frac{4308}{52333} \\
 &= 0,082319
 \end{aligned}$$

4.3.5.2 Penilaian Kinerja KPI Pada Perspektif *Maintenance Effectiveness*

Penilaian kinerja aktual KPI pada perspektif *maintenance effectiveness* dibagi menjadi dua dimensi, yaitu: dimensi *Plant Condition*, dan *Plant Performance*. Berikut penjelasan penilaian kinerja aktual KPI pada masing-masing dimensi:

1. Dimensi *Plant Condition*

Dimensi ini bertujuan untuk mengetahui kondisi mesin yang ada di perusahaan dalam melakukan proses produksi yang dilihat dari keandalan kegiatan perawatan di Produsen kaca Tolak ukur yang dilihat dalam dimensi ini meliputi *breakdown frequency*, *equipment*

downtime caused by breakdown, dan *evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance*. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi *plant condition* adalah sebagai berikut:

a) *Breakdown Frequency*

Indikator ini bertujuan untuk membandingkan jumlah kerusakan yang terjadi setelah perbaikan dengan total kegiatan perawatan *breakdown*. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 jumlah kerusakan yang terjadi setelah perbaikan didapatkan sebesar 64 pekerjaan. Jumlah kerusakan yang terjadi setelah perbaikan diperoleh dari kegiatan pemeliharaan terjadwal yang meliputi perbaikan kerusakan mesin. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *breakdown frequency* sebesar 41%. Data total kerusakan dapat dilihat pada Tabel 4.2. Perhitungan indikator *breakdown frequency* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{breakdown frequency} &= \frac{\text{No maintenance breakdown}}{\text{Total No breakdown}} && (4-12) \\ &= \frac{64}{156} \\ &= 0,410256 \end{aligned}$$

b) *Equipment Downtime Caused by Breakdown*

Indikator ini bertujuan untuk membandingkan *downtime* yang terjadi pada kegiatan perawatan *corrective* dengan total waktu *downtime* pada seluruh kegiatan perawatan. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 data *downtime* yang disebabkan oleh kerusakan didapatkan sebesar 4.308 jam dan total waktu *downtime* didapatkan sebesar 52.333 jam. Data *downtime* yang disebabkan kerusakan diperoleh dari waktu kegiatan pemeliharaan terjadwal yang meliputi waktu yang dibutuhkan untuk pemeliharaan kerusakan mesin. Sedangkan data total waktu *downtime* diperoleh dari total waktu *downtime* pada seluruh kegiatan perawatan yang meliputi *planned maintenance*, pemeliharaan aktual, dan *scheduled maintenance*. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *equipment downtime caused by breakdown* sebesar 8%. Perhitungan indikator *equipment downtime caused by breakdown* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{equipment downtime caused by breakdown} &= \frac{\text{downtime caused by breakdown}}{\text{Total downtime}} && (4-13) \\ &= \frac{4308}{52333} \\ &= 0,082319 \end{aligned}$$

c) *Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance*

Indikator ini bertujuan untuk membandingkan *work order* perawatan *preventif* dan perawatan *prediktif* yang selesai dengan *work order* perawatan *preventif* dan perawatan *prediktif* yang sudah direncanakan pada periode yang sama. Dapat dilihat pada Tabel 4.2 data *work order predictive* dan *preventive maintenance* didapatkan sebesar 660 pekerjaan. Data tersebut diperoleh dari total kegiatan yang dilakukan pada *planned maintenance* dan pemeliharaan aktual. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance* sebesar 100%. Perhitungan indikator *evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{evaluation of PM \& predictive maintenance} &= \frac{\text{Predictive \& PM inspection completed}}{\text{Predictive \& PM inspection scheduled}} \quad (4-14) \\ &= \frac{660}{660} \\ &= 1 \end{aligned}$$

2. *Dimensi Plant Performance*

Dimensi ini bertujuan untuk mengukur kinerja mesin produksi saat beroperasi. Kinerja yang dilihat pada dimensi ini meliputi *equipment availability*. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi *plant performance* adalah sebagai berikut:

a) *Equipment availability*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan mesin atau peralatan dengan cara membandingkan antara jumlah *equipment runtime* dengan jumlah *equipment runtime* dan *breakdown time*. Nilai *equipment runtime* dapat dilihat pada Tabel 4.6 didapatkan nilai sebesar 14.277,4 jam dan nilai *breakdown time* dapat dilihat pada Tabel 4.2 didapatkan nilai sebesar 4.308 jam. Nilai *equipment runtime* diperoleh dari lama waktu mesin atau peralatan mesin produksi beroperasi. Sedangkan nilai *breakdown time* diperoleh dari waktu yang dibutuhkan dalam kegiatan pemeliharaan terencana meliputi pemeliharaan kerusakan mesin. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *equipment availability* sebesar 77%. Perhitungan indikator *equipment availability* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{equipment availability} &= \frac{\text{equipment runtime}}{\text{equipment runtime} + \text{breakdown time}} \quad (4-15) \\ &= \frac{14277,4}{14277,4 + 4308} \\ &= 0,768205 \end{aligned}$$

4.3.5.3 Penilaian Kinerja KPI Pada *Perspektif Maintenance Cost*

Penilaian kinerja aktual KPI pada perspektif *maintenance cost* dibagi menjadi dua dimensi, yaitu: dimensi *Economy*, dan *Service Cost*. Berikut penjelasan penilaian kinerja aktual KPI pada masing-masing dimensi:

1. Dimensi *Economy*

Dimensi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kinerja kegiatan perawatan dari segi ekonomi. Tolak ukur yang dilihat dari dimensi ini meliputi *cost of maintenance hours*, *preventive maintenance costs as percent of breakdown cost*, dan *inventory turnover rate*. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi *economy* adalah sebagai berikut:

a) *Cost of maintenance hours*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui biaya perawatan yang ada di Produsen kaca berdasarkan perawatan terencana dan perawatan tidak terencana. Perhitungan indikator ini didapatkan dengan cara membandingkan total biaya perawatan terencana dan perawatan tidak terencana dengan *actual manhours* kegiatan perawatan menyeluruh.

Data total biaya perawatan terencana dan perawatan tidak terencana dapat dilihat pada Tabel 4.4 didapatkan nilai sebesar Rp. 40.798.100,-. Total biaya perawatan terencana dan tidak terencana diperoleh dari biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan perawatan yang meliputi perawatan prediktif dan preventif, serta perawatan korektif. Sedangkan data *actual manhours* dapat dilihat pada Tabel 4.3 didapatkan nilai sebesar 23.810 jam. Data *actual manhours* diperoleh dengan menjumlahkan semua data *manhour* kegiatan pemeliharaan yang terjadi selama tahun 2015. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *cost of maintenance hours* sebesar Rp 1.713,00. Perhitungan indikator *cost of maintenance hours* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{cost of maintenance hours} &= \frac{\text{total cost of maintenance}}{\text{total manhours worked}} && (4-16) \\ &= \frac{40.798.100}{23810} \\ &= \text{Rp } 1.713 \end{aligned}$$

b) *Preventive maintenance costs as percent of breakdown cost*

Indikator ini bertujuan untuk membandingkan biaya kerusakan yang meliputi biaya perawatan yang tidak terencana, biaya kehilangan produksi yang meliputi lamanya kegiatan perawatan preventif dengan total biaya perawatan *breakdown*. Data total biaya preventif dan *corrective* dapat dilihat pada Tabel 4.4 didapatkan nilai

sebesar Rp. 4.566.500,- untuk total biaya preventif, sedangkan untuk data total biaya *corrective* didapatkan nilai sebesar Rp. 40.798.100,-. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *preventive maintenance costs as percent of breakdown cost* sebesar 11%. Perhitungan indikator *preventive maintenance costs as percent of breakdown cost* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{PM costs as a percent of breakdown cost} &= \frac{\text{total PM costs}}{\text{total breakdown costs}} && (4-17) \\
 &= \frac{\text{Rp } 4.566.500}{\text{Rp } 40.798.100} \\
 &= 0,111929
 \end{aligned}$$

c) *Inventory turnover rate*

Indikator ini bertujuan untuk mengetahui tingkat aliran persediaan yang ada di Produsen kaca Pengukuran indikator ini menggunakan data manajemen *sparepart* tahun 2014 hingga 2015. Indikator ini dapat dihitung dengan cara membandingkan biaya konsumsi persediaan dalam satu tahun dengan rata-rata biaya persediaan selama satu tahun. Dapat dilihat pada Tabel 4.6 didapatkan data inventori dengan nilai sebesar Rp. 684.863.786,-. Sedangkan untuk rata-rata biaya persediaan selama satu tahun diperoleh dengan membagi biaya konsumsi persediaan dalam satu tahun kedalam 12 bulan (Rp. 684.863.786,- / 12 bulan = Rp. 56.071.982,-). Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *inventory turnover rate* sebesar 12,21 turns. Perhitungan indikator *inventory turnover rate* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{inventory turnover rate} &= \frac{\text{inventory consumption cost for period}}{\text{average cost of inventory}} && (4-18) \\
 &= \frac{\text{Rp } 684.863.786}{\text{Rp } 56.071.982} \\
 &= 12.2140 \text{ turns}
 \end{aligned}$$

2. Dimensi *Service Cost*

Dimensi ini bertujuan untuk mengetahui seberapa baik biaya yang dikeluarkan dalam melakukan pelayanan perawatan serta bagaimana dampak yang ditimbulkan dari kerusakan mesin. Tolak ukur yang dilihat dari dimensi ini meliputi *breakdown severity*. Faktor-faktor penilaian berupa KPI pada dimensi *economy* adalah sebagai berikut:

a) *Breakdown severity*

Indikator ini bertujuan untuk membandingkan biaya perawatan yang tidak terencana dengan jumlah kejadian dalam kegiatan perawatan kerusakan. Untuk mendapatkan total biaya perawatan tidak terencana yang termasuk dalam perawatan *corrective* dapat dilihat pada Tabel 4.4 didapatkan nilai sebesar Rp. 36.231.600,-.

Sedangkan untuk jumlah kejadian dalam kegiatan perawatan kerusakan mesin dapat dilihat pada Tabel 4.2 didapatkan nilai sebesar 64 pekerjaan. Dari perhitungan ini didapatkan nilai hitung indikator *breakdown severity* sebesar Rp. 566.119,-. Perhitungan indikator *breakdown severity* tahun 2015 adalah sebagai berikut:

$$\text{breakdown severity} = \frac{\text{total cost of breakdown repairs}}{\text{total no of breakdowns}} \quad (4-19)$$

$$\begin{aligned} \text{breakdown severity} &= \frac{\text{Rp } 36.231.600}{64} \\ &= \text{Rp } 566.119 \end{aligned}$$

4.3.6 Penilaian Kinerja Key Performance Indicator (KPI)

Untuk mengetahui sejauh mana pencapaian nilai kinerja perawatan di Produsen kaca dari masing-masing KPI, dibutuhkan pengumpulan data historis selama dua tahun yaitu tahun 2014 hingga 2015. Data historis yang digunakan berkaitan dengan target dan pencapaian untuk masing-masing KPI. Nilai target pencapaian diperoleh dari target perusahaan yang disesuaikan dengan keadaan sebenarnya dalam perusahaan. Sedangkan untuk data pencapaian masing-masing KPI diperoleh dari hasil perhitungan pengukuran kinerja aktual perusahaan. Dari data target pencapaian dan data pencapaian masing-masing KPI yang telah didapatkan sebelumnya, kemudian dilakukan penilaian kinerja KPI. Data hasil pencapaian kinerja perawatan mesin *cutting* dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20.

Tabel 4.19 Data Hasil Pencapaian Kinerja Perawatan Mesin *Cutting* Kode KPI A11 – KPI A31

Kode KPI	Key Performance Indicator	Data Pencapaian Perusahaan		Target Pencapaian	Trend	Ket. Pencapaian
		2014	2015			
A11	<i>Manpower efficiency</i>	100%	98%	>88%	↑	Tercapai
A12	<i>Overtime</i>	20%	14%	<40%	↓	Tercapai
A13	<i>Utilization</i>	79%	79%	>80%	↑	BelumTercapai
A14	<i>Predictive & Preventive Maintenance Coverage</i>	44%	45%	>60%	↑	BelumTercapai
A21	<i>Overdue task</i>	0	0	<3%	↑	Tercapai
A22	<i>Work order, planned, and scheduled</i>	80%	91%	>85%	↑	Tercapai
A23	<i>Work order turnover</i>	46%	52%	>95%	↑	BelumTercapai
A31	<i>Degree of scheduling</i>	80%	81%	>80%	↑	Tercapai

Tabel 4.20 Data Hasil Pencapaian Kinerja Perawatan Mesin *Cutting* Kode KPI A32 – KPI C21

Kode KPI	Key Performance Indicator	Data Pencapaian Perusahaan		Target Pencapaian	Trend	Ket. Pencapaian
		2014	2015			
A32	<i>Breakdown repair hours</i>	11%	8%	<10%	↓	Tercapai
B11	<i>Breakdown frequency</i>	46%	41%	<5%	↓	Belum Tercapai
B12	<i>Equipment downtime caused by breakdown</i>	11%	8%	<25%	↓	Tercapai
B13	<i>Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance</i>	100%	100%	>95%	↑	Tercapai
B21	<i>Equipment availability</i>	70%	77%	>97%	↑	Belum Tercapai
C11	<i>Cost of maintenance hours</i>	Rp 1.049	Rp 1.713	< Rp 2.000	↑	Tercapai
C12	<i>Preventive maintenance costs as percent of breakdown cost</i>	32%	11%	<5%	↓	Belum Tercapai
C13	<i>Inventory turnover rate</i>	12 turns	12.21 turns	>2-3 turns	↑	Tercapai
C21	<i>Breakdown severity</i>	Rp 125.399	Rp 566.119	<Rp 1.000.000,00	↑	Tercapai

Berdasarkan Tabel 4.19 dan Tabel 4.20 diatas, terdapat 6 KPI dari 17 KPI yang belum mencapai target perusahaan. 6 KPI tersebut antara lain: *Utilization* (A13), *Predictive & Preventive Maintenance Coverage* (A14), *Work order turnover* (A23), *Breakdown frequency* (B11), *Equipment availability* (B21), *Preventive maintenance costs as percent of breakdown cost* (C12).

Setelah data hasil pencapaian kinerja perawatan dimasukkan kedalam tabel, kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian kinerja aktual menggunakan *objective matrix* (OMAX). Dalam perhitungan OMAX, nilai tiap *score* akan ditentukan sehingga dapat diketahui posisi pencapaian kinerja yang dicapai oleh perusahaan. Metode OMAX ini memiliki score 0 sampai 10. Selain itu, dalam perhitungan OMAX terdapat 3 jenis

target yang perlu dipertimbangkan dalam sistem penentuan skornya (Christopher & Thor, 2003) yang dapat dilihat pada Tabel 4. 21. 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 diletakkan pada *score* 0.

Tabel 4.21 Target Penilaian Kinerja Mesin Cutting Produsen kaca KPI A11 – KPI C12

Kode KPI	Key Performance Indicator	Target Ideal	Target Baik	Target Peringatan	Nilai Terendah
		Score 10	Score 8	Score 4	Score 0
A11	<i>Manpower efficiency</i>	100	98	88	55
A12	<i>Overtime</i>	5	10,33	40	45
A13	<i>Utilization</i>	90	80	50	45
A14	<i>Predictive & Preventive Maintenance Coverage</i>	95	80	60	35
A21	<i>Overdue task</i>	0	3	4	5
A22	<i>Work order, planned, and scheduled</i>	100	90	85	50
A23	<i>Work order turnover</i>	100	95	65	45
A31	<i>Degree of scheduling</i>	100	85	80	50
A32	<i>Breakdown repair hours</i>	2	5	10	20
B11	<i>Breakdown frequency</i>	3	5	35	50
B12	<i>Equipment downtime caused by breakdown</i>	5	15	25	50
B13	<i>Evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance</i>	100	95	80	30
B21	<i>Equipment availability</i>	100	97	80	30
C11	<i>Cost of maintenance hours</i>	1.000	1.500	2.000	3.000
C12	<i>Preventive maintenance costs as percent of breakdown cost</i>	3	5	40	50

Tabel 4.22 Target Penilaian Kinerja Mesin Cutting Produsen kaca KPI C13 – KPI C21

Kode KPI	Key Performance Indicator	Target Ideal	Target Baik	Target Peringatan	Nilai Terendah
		Score 10	Score 8	Score 4	Score 0
		C13	Inventory turnover rate	15	12
C21	Breakdown severity	150.000	1.000.000	2.500.000	5.000.000

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

Target ideal = 100%

Target baik = 98%

Target peringatan = 88%

Nilai terendah = 55%

a. Interval antara *score* 4-0

Score 4 = 88%

Score 3 = $[88\% - (88\% - 55\%)/(4-0)] = 79,75\%$

Score 2 = $[79,75\% - (79,75\% - 55\%)/(3-0)] = 71,5\%$

Score 1 = $[71,5\% - (71,5\% - 55\%)/(2-0)] = 65,75\%$

Score 0 = 55%

b. Interval antara *score* 8-5

Score 8 = 98%

Score 7 = $[98\% - (98\% - 88\%)/(8-5)] = 94,67\%$

Score 6 = $[94,67\% - (94,67\% - 88\%)/(7-5)] = 91,33\%$

Score 5 = $[91,33\% - (91,33\% - 88\%)/(6-5)] = 89,5\%$

c. Interval *score* 9-10

Score 9 = $[100\% - (100\% - 98\%)/(10-8)] = 99\%$

Score 10 = 100

Untuk perhitungan KPI lainnya, dapat menggunakan langkah perhitungan yang sama seperti pada contoh perhitungan KPI *Manpower Efficiency* (A11). Setelah perhitungan KPI selesai dilakukan, langkah berikutnya adalah mengisi bagian *monitoring* yang meliputi *score*, *weight*, dan *value*. Langkah ini dapat dilakukan dengan cara menginterpolasi *score*

yang mendekati nilai kinerja KPI untuk menentukan *score*. Adapun contoh perhitungan interpolasi untuk KPI *Manpower Efficiency* (A11) antara lain:

$$\text{Score 9} = 99\%$$

$$\text{Kinerja Tahun 2014 – 2015} = 98,33\%$$

$$\text{Score 8} = 98\%$$

Maka nilai kinerja *Manpower Efficiency* berada pada *score*:

$$\frac{99-98,33}{98,33-98} = \frac{9-x}{x-8}$$

$$0,67(x-8) = 0,33(9-x)$$

$$0,67x - 5,36 = 2,97 - 0,33x$$

$$0,67x + 0,33x = 2,97 + 5,36$$

$$x = 8,33$$

Nilai x yang telah didapatkan merupakan *score* yang diisikan pada bagian monitoring dan nilai tersebut akan dikategorikan berdasarkan *Traffic Light System*. Selanjutnya, untuk *weight* diisi sesuai dengan nilai bobot KPI *Manpower Efficiency* sebesar 0,5303. Kemudian, untuk nilai *value* merupakan hasil dari perkalian antara nilai 8,33 dengan *weight* 0,5383, sehingga didapatkan nilai *value KPI Manpower Efficiency* sebesar 4,4174.

Dalam model OMAX, terdapat pengelompokan *score-score* yang dibagi menjadi tiga zona sesuai dengan *Traffic Light System*. Tiga zona tersebut yaitu: zona merah untuk *score* 0 sampai 3 yang menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja berada dibawah target yang telah ditetapkan dan memerlukan perbaikan sesegera mungkin. zona kuning untuk *score* 4 sampai 7 yang menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja belum tercapai walaupun nilai sudah mendekati target, sehingga pihak manajemen harus lebih berhati-hati dengan segala kemungkinan yang terjadi. zona hijau untuk *score* 8 sampai 10 menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja telah tercapai.

4.3.6.1 Penilaian Kinerja KPI Perspektif *Maintenance Administration*

Hasil perhitungan pencapaian kinerja aktual perspektif *Maintenance Administration* berdasarkan metode OMAX dan *Traffic Light System* dapat dilihat pada Tabel 4.23. Pada Tabel 4.23 menunjukkan bahwa baris KPI merupakan kode KPI yang akan diukur kinerjanya berdasarkan pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8. Pada baris *Performance* menunjukkan perhitungan terhadap KPI yang ada saat ini. Pada bagian monitoring khususnya *score* menunjukkan hasil dari pengukuran dari data aktual yang dibandingkan dengan tingkat kinerja yang paling mendekati. Kemudian *weight* menyatakan bobot dari KPI yang akan diukur berdasarkan pada Tabel 4.17. Selanjutnya *value* yang menyatakan

hasil perkalian antara skor kinerja KPI dengan bobot KPI. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dari 9 KPI terdapat 2 KPI yang berada pada zona merah dan 4 KPI yang berada pada zona kuning.

Tabel 4.23 Matriks OMAX Perspektif *Maintenance Administration*

KPI	A11	A12	A13	A14	A21	A22	A23	A31	A32	
Performance	98,33	14	79,23	45,49	0,10	91,16	51,71	80,58	8,23	
Score	10	100	5	90	95	0	100	100	100	2
	9	99	7,5	85	87,5	1,5	95,5	97,5	92,5	3,5
	8	98	10,33	80	80	3	90	95	85	5
	7	94,67	20,5	76,5	73,33	3,33	88,3	85	83,5	6,67
	6	91,33	30,75	60,37	66,67	3,67	86,67	75	81,67	8,33
	5	89,5	37,33	55,75	63,5	3,75	87,5	70	80,58	9,75
	4	88	40	50	60	4	85	65	80	10
	3	79,75	41,25	48,75	53,75	4,25	76,25	60	72,5	12,5
	2	71,5	42,5	49,17	47,5	4,5	67,5	55	65	15
	1	65,75	43,75	49,58	41,25	4,75	58,75	50	57,5	17,5
	0	55	45	45	35	5	50	45	50	20
Score	8,33	7,64	7,78	1,68	9,93	8,21	1,32	5	6,06	
Weight	0,5303	0,2559	0,1374	0,0765	0,6445	0,2533	0,1023	0,8188	0,1812	
Value	4,4174	1,9551	1,0690	0,1286	6,3910	2,0796	0,1350	4,0940	1,0981	

4.3.6.2 Penilaian Kinerja KPI Perspektif *Maintenance Effectiveness*

Hasil perhitungan pencapaian kinerja aktual perspektif *Maintenance Effectiveness* berdasarkan metode OMAX dan *Traffic Light System* dapat dilihat pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dari 4 KPI terdapat 2 KPI yang berada pada zona merah.

Tabel 4.24 Matriks OMAX Perspektif *Maintenance Effectiveness Score 10 - 3*

KPI	B11	B12	B13	B21
Performance	41,03	8,23	100	76,82
Score	10	3	5	100
	9	4,5	10,5	97,5
	8	5	15	95
	7	15,33	18,33	90,67
	6	25,5	21,67	85,33
	5	33,75	22,33	83,75
	4	35	25	80
	3	38,75	31,25	67,5

Tabel 4.25 Matriks OMAX Perspektif *Maintenance Effectiveness Score* 2 - 0

<i>Score</i>	2	42,5	37,5	55	55
	1	46,25	43,75	42,5	42,67
	0	50	50	30	30
<i>Score</i>		2,39	9,35	10	3,75
<i>Weight</i>		0,5527	0,3630	0,0843	1,0000
<i>Value</i>		1,3210	3,3941	0,843	3,75

4.3.6.3 Penilaian Kinerja KPI Perspektif *Maintenance Cost*

Hasil perhitungan pencapaian kinerja aktual perspektif *Maintenance Cost* berdasarkan metode OMAX dan *Traffic Light System* dapat dilihat pada Tabel 4.26. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa dari 4 KPI terdapat 2 KPI yang berada pada zona kuning.

Tabel 4.26 Matriks OMAX Perspektif *Maintenance Cost*

KPI		C11	C12	C13	C21
<i>Performance</i>		1.713	11,19	12,21	566.119
<i>Score</i>	10	1.000	3	15	150.000
	9	1.250	4,33	13,5	575.000
	8	1.500	5	12	1.000.000
	7	1.667	16,67	9,33	1.500.000
	6	1.833	28,33	6,5	2.000.000
	5	1.875	36,5	5,67	2.330.000
	4	2.000	40	3	2.500.000
	3	2.250	42,5	2,5	3.125.000
	2	2.500	45	2	3.750.000
	1	2.750	47,5	1,5	4.375.000
0	3.000	50	1	5.000.000	
<i>Score</i>		6,73	7,47	8,14	9,12
<i>Weight</i>		0,6726	0,2126	0,1150	1,0000
<i>Value</i>		4,5266	1,5882	0,9361	9,12

Setelah melakukan pengukuran kinerja untuk setiap KPI, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran kinerja perawatan mesin *cutting* dengan cara menghitung nilai indeks total performansi yang dicantumkan pada bagian monitoring. Indeks total performansi didapatkan dari perkalian antara nilai bobot total dengan nilai score pada masing-masing KPI. Selain itu, pada setiap kategori juga akan dilakukan pengelompokan sesuai dengan *Traffic Light System*. Nilai score masing-masing dimensi didapatkan dari penjumlahan *value* KPI yang mencakup masing-masing dimensi. Rincian nilai *value* dapat

dilihat pada Tabel 4.23, Tabel 4.24, Tabel 4.25, dan Tabel 4.26. Untuk memudahkan dalam membaca hasil pengukuran kinerja untuk setiap KPI, dapat dilihat pada Tabel 4.27 yang menunjukkan skema pengukuran kinerja perawatan mesin *cutting* secara menyeluruh.

Tabel 4.27 Skema Pengukuran Kinerja Perawatan Mesin *Cutting*

KPI	Score KPI	Bobot KPI	Value KPI	Total Value KPI	Bobot Dimensi	Value Dimensi	Total Value Dimensi	Bobot Perspektif	Value Perspektif
A11	8,33	0,5303	4,4174	7,5701	<i>Manpower</i> [0,61581]	4,6617	7,4250	<i>Maintenance Administration</i> [0,60912]	4,5227
A12	7,64	0,2559	1,9551						
A13	7,78	0,1374	1,069						
A14	1,68	0,0765	0,1286						
A21	9,93	0,6445	6,391	8,6056	<i>Work order</i> [0,22515]	1,9376			
A22	8,21	0,2533	2,0796						
A23	1,32	0,1023	0,135						
A31	5	0,8188	4,094	5,1921	<i>Service operation</i> (0,15904) [0,15904]	0,8258			
A32	6,06	0,1812	1,0981						
B11	2,39	0,5527	1,321						
B12	9,35	0,363	3,3941	5,5581	<i>Plant condition</i> [0,72527]	4,0311	5,0614	<i>Maintenance Effectiveness</i> [0,25275]	1,2793
B13	10	0,0843	0,843						
B21	3,75	1	3,75						
C11	6,73	0,6726	4,5266	7,0509	<i>Economy</i> [0,70149]	4,9461	7,6685	<i>Maintenance Cost</i> [0,13813]	1,0593
C12	7,47	0,2126	1,5882						
C13	8,14	0,115	0,9361						
C21	9,12	1	9,12						
Indeks Kinerja Perawatan Mesin <i>Cutting</i>									6,8613

Berdasarkan pada Tabel 4.27 diatas, perhitungan nilai total *value* KPI dari dimensi *Manpower* terdiri dari 4 KPI, yaitu *Manpower Efficiency* (A11), *Overtime* (A12), *Utilization* (A13), dan *Predictive & Preventive Maintenance Coverage* (A14) adalah:

$$\text{Total value KPI} = \Sigma(\text{Score KPI} \times \text{Bobot KPI}) \quad (4-20)$$

$$\begin{aligned} &= (8,33 \times 0,5303) + (7,64 \times 0,2559) + (7,78 \times 0,1374) + \\ &\quad (1,68 \times 0,0765) \\ &= 4,4174 + 1,95508 + 1,06897 + 0,1285 \\ &= 7,5701 \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.27 didapatkan hasil bahwa dari 17 KPI untuk pengukuran kinerja mesin *cutting*, terdapat 7 KPI yang berada pada zona hijau yang menunjukkan bahwa indikator kinerja tersebut telah memenuhi target yang dicapai, antara lain: *manpower efficiency* (A11), *overdue task* (A21), *work order ,planned, and scheduled* (A22), *equipment downtime caused by breakdown* (B12), *evaluation of preventive maintenance and predictive maintenance* (B13), *inventory turnover rate* (C13), dan *breakdown severity* (C21). Kemudian terdapat 6 KPI yang berada pada zona kuning yang menunjukkan bahwa indikator tersebut belum tercapai namun sudah mendekati target yang ditetapkan, antara lain: *overtime* (A12), *utilization* (A13), *degree of scheduling* (A31), *breakdown repair hours* (A32), *cost of maintenance hours* (C11), preventive maintenance cost as percent of breakdown cost (C12). Pada zona ini pihak perusahaan harus waspada dengan segala kemungkinan yang terjadi yang bisa menyebabkan indikator kinerja tersebut menurun

dalam kurun waktu tertentu. Selain itu, pada zona ini KPI yang terdapat di dalamnya perlu mendapat perhatian dari pihak manajemen berupa adanya pengawasan. Selanjutnya terdapat 4 KPI yang berada pada zona merah yang menunjukkan bahwa indikator kinerja tersebut masih jauh dari target yang ditetapkan dan memerlukan perbaikan sesegera mungkin, antara lain: *predictive & preventive maintenance coverage* (A14), *work order turnover* (A23), *breakdown frequency* (B11), dan *equipment availability* (B21).

Setelah seluruh indikator kinerja perawatan mesin *cutting* telah dinilai kinerja aktualnya, maka didapatkan nilai indeks total kinerja perawatan sebesar 6,8613 yang dapat dilihat pada Tabel 4.27. Berdasarkan *Traffic Light System*, nilai indeks total kinerja perawatan yang ada di perusahaan berada pada zona kuning yang menunjukkan bahwa penilaian kinerja perawatan mesin *cutting* belum mencapai target yang ditentukan, namun sudah hampir mendekati target yang ditetapkan, sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap indikator-indikator kinerja yang masih jauh dibawah target.

4.4 Analisis dan Pembahasan

Pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 yang ada pada Bab 2 menunjukkan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian yang dilakukan oleh peneliti saat ini. Dari penjelasan penelitian yang dilakukan oleh peneliti, penelitian ini memiliki kelebihan apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Pada penelitian ini menggunakan metode *Lean Maintenance* sebagai konsep pengantarnya, metode *Overall Measure Of Maintenance Performance* sebagai konsep dasarnya, serta AHP, OMAX, dan *Traffic Light System* sebagai *tools* yang digunakan. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah mampu memberikan hasil dan informasi mengenai optimasi pengukuran kinerja pemeliharaan di Produsen kaca.

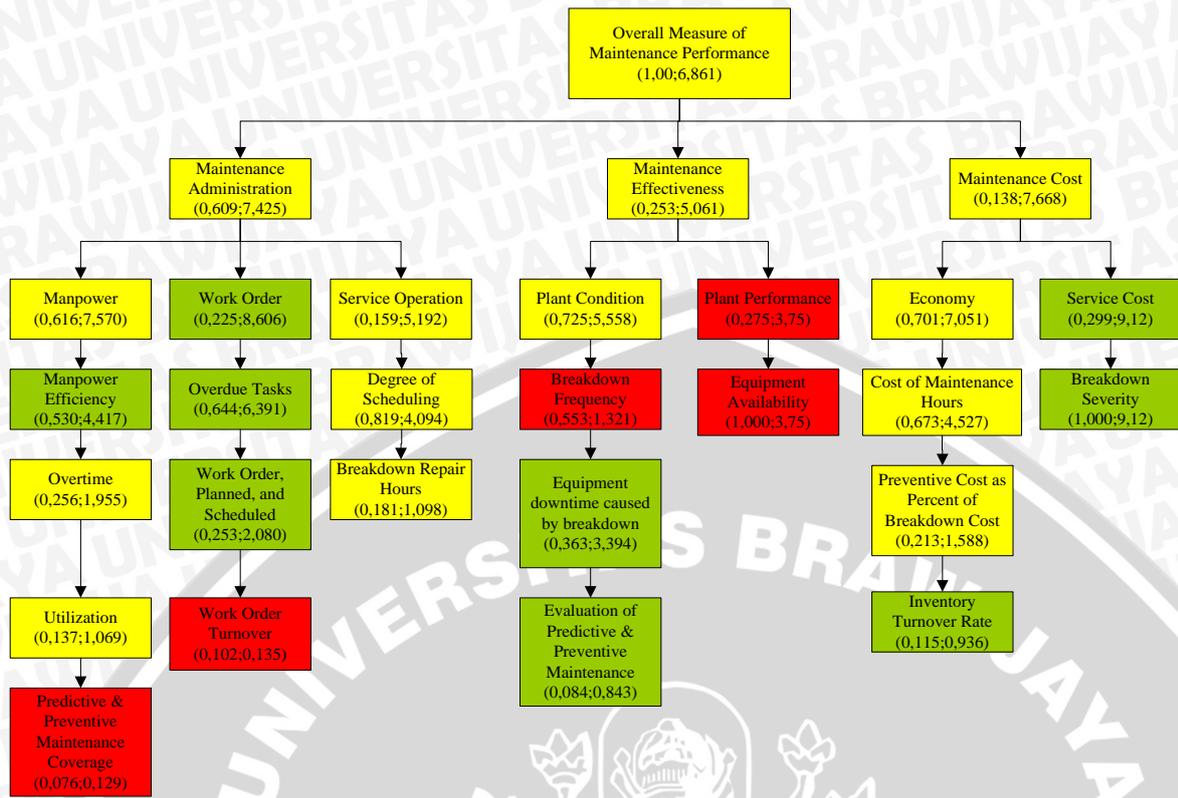
Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan analisis masalah yang ada di perusahaan khususnya Divisi *Maintenance*, kemudian melakukan validasi *key performance indicator* (KPI) sesuai dengan pendekatan *Overall Measure Of Maintenance Performance* yang disesuaikan dengan kondisi existing perusahaan. Dari 23 KPI yang ada terdapat 17 KPI yang divalidasi oleh pihak perusahaan untuk pengukuran kinerja perawatan mesin *cutting*. 17 KPI tersebut antara lain: 9 KPI dari perspektif *Maintenance Administration*, 4 KPI dari perspektif *Maintenance Effectiveness*, dan 4 KPI dari perspektif *Maintenance Cost*.

Langkah kedua dalam penelitian ini adalah melakukan pembobotan KPI dengan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Pembobotan ini diawali dengan membuat

model AHP yang dibuat berdasarkan hubungan pengaruh antara KPI yang satu dengan KPI lainnya. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan matriks perbandingan berpasangan antara perspektif, dimensi, dan KPI untuk menilai dan mengetahui seberapa penting perspektif / dimensi / KPI tersebut jika dibandingkan dengan perspektif / dimensi / KPI lainnya dalam melakukan pengukuran kinerja perawatan. Setelah dilakukan perbandingan berpasangan, kemudian didapatkan bobot akhir untuk masing-masing perspektif, dimensi, dan KPI yang nantinya digunakan dalam penilaian kinerja perawatan. Dari bobot akhir tersebut, didapatkan bobot terendah terletak pada *inventory turnover rate* sebesar 0,01114 dan bobot tertinggi terletak pada *manpower efficiency* sebesar 0,19890.

Langkah ketiga adalah melakukan pengukuran kinerja aktual perawatan mesin *cutting*. Pengukuran kinerja dilakukan dengan melakukan perhitungan sesuai rumus dari masing-masing KPI seperti pada Gambar 2.1. KPI yang dihitung didapatkan dari data historis perusahaan selama tahun 2014 hingga tahun 2015. Dari perhitungan seluruh KPI tersebut didapatkan 7 KPI yang berada pada zona hijau yang menunjukkan bahwa indikator kinerja tersebut telah memenuhi target yang dicapai, 6 KPI yang berada pada zona kuning yang menunjukkan bahwa indikator tersebut belum tercapai namun sudah mendekati target yang ditetapkan, dan 4 KPI yang berada pada zona merah yang menunjukkan bahwa indikator kinerja tersebut masih jauh dari target yang ditetapkan dan memerlukan perbaikan sesegera mungkin. Akan tetapi, perhitungan kinerja ini perlu dinilai lebih lanjut dengan mempertimbangkan bobot KPI yang telah ditentukan sebelumnya.

Langkah terakhir adalah penilaian kinerja perawatan menyeluruh untuk perawatan mesin *cutting*. Penilaian kinerja perawatan menyeluruh ini dilakukan dengan menggunakan metode *Objective Matrix (OMAX)*, *Traffic Light System*. Dari hasil penilaian kinerja perawatan menyeluruh yang dapat dilihat pada tabel 4.27, nilai indeks total kinerja perawatan diperoleh sebesar 6,8613 yang berada pada zona kuning menunjukkan bahwa penilaian kinerja perawatan mesin *cutting* belum mencapai target yang ditentukan, namun sudah hampir mendekati target yang ditetapkan. Selain itu, terdapat 4 KPI dari 17 KPI yang berada pada zona merah. Zona tersebut menunjukkan bahwa indikator yang mencakup didalamnya masih jauh dari target yang ditetapkan dan perlu dilakukan perbaikan sesegera mungkin. KPI-KPI yang berada pada zona merah antara lain: KPI *Predictive & Preventive Coverage*, KPI *Work Order Turnover*, KPI *Breakdown Frequency*, dan KPI *Equipment Availability*. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil penilaian kinerja perawatan menyeluruh dapat dilihat pada Gambar 4.6 yang menunjukkan hierarki pencapaian kinerja sistem pemeliharaan yang ada di perusahaan.



Keterangan:

- : indikator kinerja dibawah target yang ditetapkan.
- : indikator kinerja belum tercapai, namun sudah mendekati target yang ditetapkan.
- : indikator kinerja sudah tercapai.

Gambar 4.6 Hierarki Pencapaian Kinerja Sistem Pemeliharaan Produsen kaca

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa perspektif *Maintenance Administration*, *Maintenance Effectiveness*, dan *Maintenance Cost* berada pada zona kuning yang menunjukkan bahwa indikator kinerja belum tercapai walaupun nilai yang didapat sudah mendekati target, sehingga pihak manajemen harus lebih berhati-hati dengan segala kemungkinan yang terjadi. Pada perspektif *Maintenance Administration* terdapat 3 dimensi, antara lain: *Manpower*, *Work Order*, dan *Service Operation*. Pada dimensi *Manpower* terdapat satu KPI yang berada pada zona merah, yaitu: KPI *Predictive & Preventive Maintenance Coverage* yang memiliki bobot sebesar 0,076 dan memiliki nilai sebesar 0,129. Sedangkan pada dimensi *Work Order* terdapat satu KPI yang berada pada zona merah, yaitu: KPI *Work Order Turnover* yang memiliki bobot sebesar 0,102 dan memiliki nilai sebesar 0,135.

Pada perspektif *Maintenance Effectiveness* terdapat 2 dimensi, antara lain: *Plant Condition*, dan *Plant Performance*. Pada dimensi *Plant Condition* terdapat satu KPI yang berada pada zona merah, yaitu: *Breakdown Frequency* yang memiliki bobot sebesar 0,553 dan memiliki nilai sebesar 1,321. Sedangkan pada dimensi *Plant Performance* terdapat satu KPI yang berada pada zona merah, yaitu: *Equipment Availability* yang memiliki bobot sebesar 1,000 dan memiliki nilai sebesar



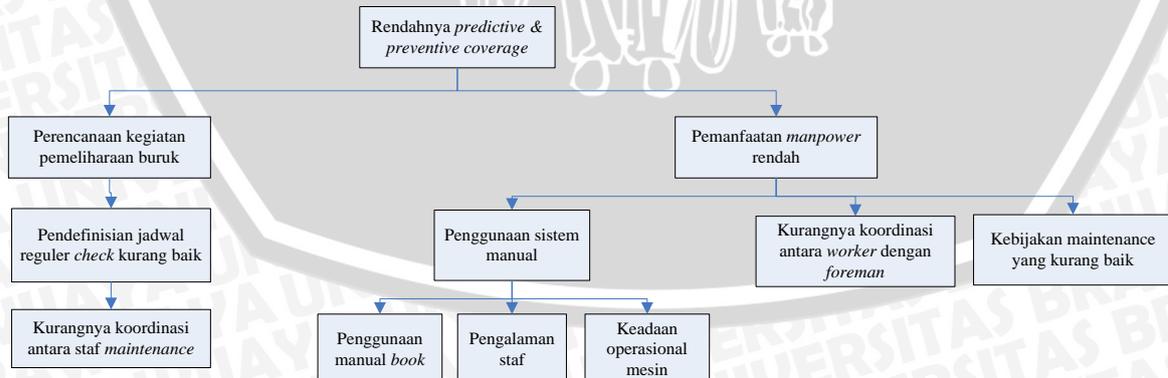
3,75. Oleh karena itu, diperlukan rekomendasi perbaikan untuk mengevaluasi KPI-KPI yang berada pada zona merah untuk mengoptimalkan kinerja perawatan mesin *cutting* di Produsen kaca.

4.5 Rekomendasi Perbaikan

Setelah penilaian kinerja perawatan telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah memberikan rekomendasi perbaikan untuk mengevaluasi KPI-KPI yang berada pada zona merah, karena memiliki kinerja yang jauh dibawah target yang telah ditentukan oleh perusahaan. Rekomendasi perbaikan ini dilakukan dengan harapan mampu meningkatkan dan mengoptimasi kinerja dari indikator kinerja yang memiliki pencapaian jauh dari target. Evaluasi dan rekomendasi perbaikan dari masing-masing KPI pada zona merah adalah sebagai berikut.

1. KPI *Predictive & Preventive Coverage*

KPI *predictive & preventive coverage* merupakan KPI yang menilai seberapa efektif manpower terhadap aktivitas pemeliharaan terencana. Selain itu, KPI ini juga bisa menggambarkan seberapa efektif perencanaan dan penjadwalan aktivitas pemeliharaan di perusahaan. Pada Tabel 4.17 dapat dilihat data hasil pencapaian kinerja perawatan pada tahun 2014 hingga tahun 2015 menunjukkan bahwa KPI *Predictive & Preventive Coverage* yang dicapai sebesar 45%. Nilai tersebut masih kurang dari target yang telah ditetapkan yaitu sebesar >60%. Rendahnya kinerja KPI *predictive & preventive Coverage* ini dipengaruhi oleh rendahnya KPI Utilization, dimana semakin rendahnya KPI Utilization menyebabkan rendahnya efektifitas manpower terhadap aktivitas pemeliharaan yang mencakup kegiatan *preventive & predictive*. Berikut *root cause analysis* dari KPI *predictive & preventive coverage* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Root Cause Analysis KPI *Predictive & Preventive Coverage*

Dari *root cause analysis* pada Gambar 4.7, dapat disimpulkan bahwa rendahnya *predictive & preventive coverage* disebabkan oleh perencanaan kegiatan pemeliharaan

yang buruk karena pendefinisian jadwal reguler *check* kurang baik dan kurangnya koordinasi antara staf *maintenance*. Sehingga bisa mengakibatkan kegiatan pemeliharaan terkadang dilakukan tidak sesuai dengan kondisi terbaru mesin dan kebutuhan mesin. Selain itu, rendahnya *predictive & preventive coverage* juga disebabkan oleh pemanfaatan manpower yang rendah karena masih menggunakan sistem manual meliputi penggunaan *manual book*, pengalaman staf, dan keadaan operasional mesin dalam pembuatan jadwal pemeliharaan untuk pemeriksaan mesin secara menyeluruh dan untuk aktivitas reguler *check*. Kurangnya koordinasi antara *worker* dan *foreman* juga menjadi faktor rendahnya *predictive & preventive coverage* karena bisa menimbulkan pendistribusian informasi yang tidak terstruktur dengan baik. Selain itu, kebijakan *maintenance* yang kurang baik juga berpengaruh karena perusahaan masih menggunakan *software Microsoft Office Excel* yang digunakan sebagai alat bantu sistem informasi untuk memetakan jadwal perawatan, pembuatan *work order* dan laporan mengenai seluruh kegiatan pemeliharaan. Sehingga mengakibatkan jadwal perawatan, *work order*, dan laporan mengenai seluruh kegiatan pemeliharaan tidak terekap dan tersimpan dengan baik. Oleh karena itu, dapat dibuat rekomendasi perbaikan untuk KPI *predictive & preventive coverage* adalah sebagai berikut:

a) Peningkatan koordinasi antar staf *maintenance*

Peningkatan koordinasi antar staf *maintenance* ini disarankan untuk meningkatkan komunikasi yang terjalin antara staf *maintenance* yang satu dengan yang lainnya, sehingga mampu meminimalisir terjadinya *miss communication* antara staf *maintenance*. Peningkatan koordinasi ini bisa dilakukan dengan cara penjadwalan *meeting* antar staf *maintenance* yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Hasil yang diharapkan dengan adanya peningkatan koordinasi staf *maintenance* berupa adanya penerbitan buletin tiap bulannya untuk melihat target yang perlu dicapai dan hasil pencapaian dari target yang telah dibahas pada *meeting* rutin antar staf *maintenance*.

b) Penggunaan sistem manual yang diimbangi dengan sistem komputerisasi

Penggunaan sistem manual yang diimbangi dengan sistem komputerisasi ini bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan manpower. Dimana pada kondisi saat ini di perusahaan yang masih menggunakan *manual book*, pengalaman staf, dan keadaan operasional mesin dalam menjalankan kegiatan perawatan mesin yang memungkinkan jika kegiatan pemeliharaan yang dilakukan kadang kurang tepat dengan kondisi terbaru dari mesin dan kebutuhan dari mesin tersebut. Penggunaan

komputerisasi yang bisa digunakan oleh perusahaan yaitu dengan CMMS (*Computerized Management System*) yang digunakan untuk merencanakan PM *monthly*. Penggunaan CMMS (*Computerized Management System*) ini dapat disarankan karena memiliki beberapa keuntungan yang dapat dimanfaatkan oleh perusahaan, meliputi:

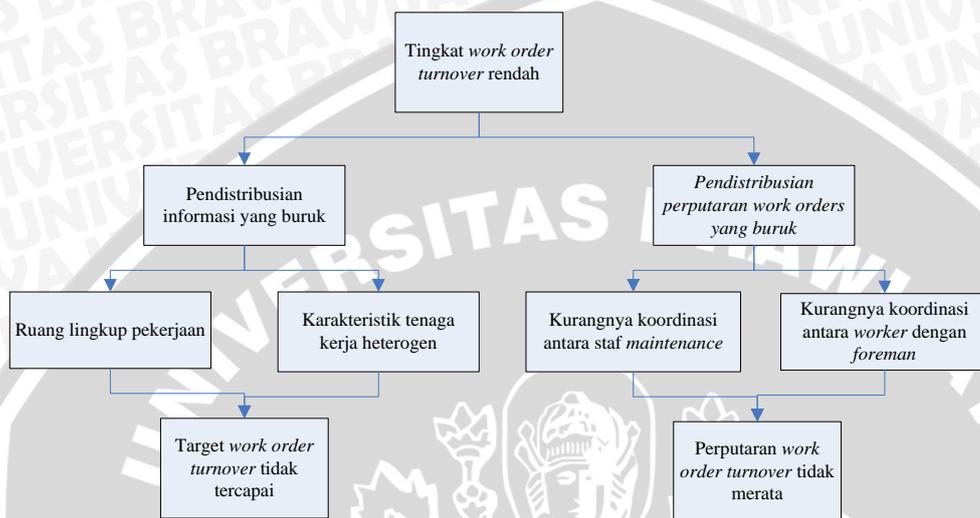
1. Mampu memperkecil biaya operasional dengan mengurangi waktu lembur, dan persediaan cadangan.
 2. Mampu mengurangi kebutuhan persediaan spare part, dengan mengidentifikasi bagian-bagian yang berkaitan dengan peralatan.
 3. Mampu meningkatkan kendali melalui jadwal dan dokumentasi perawatan preventif dan prediktif.
 4. Mampu mempermudah akses data dan membuat statistik perawatan dengan menggunakan penghasil laporan
 5. Mampu membantu dan mendukung dan membantu pengguna untuk fokus pada praktek perawatan yang baik.
 6. Mampu meningkatkan ketersediaan plant, dengan adanya pengurangan waktu tunggu akibat peralatan produksi yang mengalami kerusakan.
- c) **Pembenahan kebijakan maintenance**

Pembenahan kebijakan maintenance ditujukan untuk *worker* dan *foreman* yang bertugas saat kegiatan reguler *check*. Pembetulan ini perlu dilakukan untuk meningkatkan pemanfaatan *manpower*. Tidak menutup kemungkinan kebijakan yang diturunkan dari staf maintenance kepada *foreman* bisa saja salah pada saat pendistribusiannya. Dan tidak menutup kemungkinan juga keputusan yang ada pada *foreman* bisa saja salah pada saat pendistribusiannya kepada *worker*. Tindakan yang dapat dilakukan untuk membenahan kebijakan *maintenance* bisa dilakukan dengan adanya penerapan CMMS (*Computerized Management System*) yang terintegrasi antar staf *maintenance*.

2. KPI Work Order Turnover

KPI *work order turnover* ini merupakan KPI yang mengukur perputaran work orders yang didistribusikan. Selain itu, KPI ini juga mampu menggambarkan seberapa baik penyelesaian dari setiap pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan. Indikator ini diukur dengan membandingkan seluruh penugasan kerja yang selesai dengan penugasan pekerjaan yang didistribusikan pada periode yang sama. Pada Tabel 4.17 dapat dilihat data hasil

pencapaian kinerja perawatan pada tahun 2014 hingga tahun 2015 menunjukkan bahwa KPI *work order turnover* yang dicapai sebesar 52%. Nilai tersebut masih kurang dari target nilai yang ditentukan perusahaan yaitu sebesar >95%. Pendistribusian informasi dan pendistribusian perputaran work orders yang buruk menyebabkan rendahnya kinerja KPI *work order turnover*. Berikut *root cause analysis* dari KPI *work order turnover* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Root Cause Analysis KPI Work Order Turnover

Dari *root cause analysis* pada Gambar 4.8, dapat disimpulkan bahwa rendahnya tingkat *work order turnover* dipengaruhi oleh pendistribusian informasi yang buruk karena ruang lingkup pekerjaan dan karakteristik tenaga kerja yang heterogen. Sehingga dapat menyebabkan target *work order turnover* tidak tercapai. Selain itu, rendahnya tingkat *work order turnover* dipengaruhi oleh kurangnya koordinasi antara staf *maintenance* dan kurangnya koordinasi antara *worker* dengan *foreman* dalam pendistribusian informasi berkaitan dengan kegiatan perawatan. Sehingga dapat menyebabkan perputaran *work order turnover* tidak merata. Oleh karena itu, dapat dibuat rekomendasi perbaikan untuk KPI *work order turnover* adalah sebagai berikut:

a) Menyetarakan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja

Menyetarakan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja ditujukan untuk menyatukan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja yang heterogen. Hal ini dilakukan karena kemampuan dan keterampilan tenaga kerja yang setara, mampu mempengaruhi tingkat *work order* dalam aktivitas pemeliharaan. Tenaga kerja merupakan faktor yang memberikan pengaruh paling besar untuk jangka panjang, karena tenaga kerja mampu memperlancar atau menjembatani tercapainya suatu target

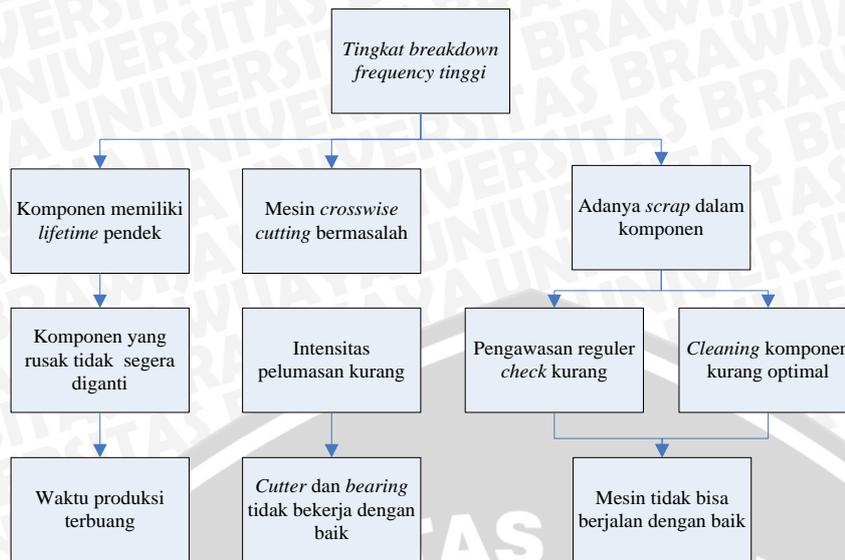
dan tujuan dari suatu perusahaan. Tindakan yang bisa dilakukan dalam menyetarakan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja dapat dilakukan dengan adanya *training* untuk staf *maintenance*, *foreman*, dan *worker*.

b) Optimalisasi koordinasi antara *worker* dengan *foreman*

Optimalisasi koordinasi antara *worker* dengan *foreman* ditujukan untuk meningkatkan koordinasi antara *worker* dengan *foreman*. Hal ini dilakukan karena tidak menutup kemungkinan kebijakan yang diturunkan dari staf *maintenance* kepada *foreman* bisa saja salah pada saat pendistribusiannya. Dan tidak menutup kemungkinan juga keputusan yang ada pada *foreman* bisa saja salah pada saat pendistribusiannya kepada *worker*. Tindakan yang dapat dilakukan dalam optimalisasi koordinasi antara *worker* dengan *foreman* bisa dilakukan dengan adanya penerapan CMMS (*Computerized Management System*) yang terintegrasi antara staf *maintenance* dengan *foreman*, agar pendistribusian informasi pada *worker* bisa berjalan dengan sistematis.

3. KPI *Breakdown Frequency*

KPI *breakdown frequency* merupakan KPI yang mengukur seberapa besar frekuensi *breakdown* terjadi. Selain itu, KPI ini juga menentukan seberapa besar kualitas dari proses pemeliharaan. Kualitas pemeliharaan dilihat dari dimulainya perencanaan, penjadwalan, eksekusi pemeliharaan, sampai pencatatan aktivitas pemeliharaan. Pada Tabel 4.17 dapat dilihat data hasil pencapaian kinerja perawatan pada tahun 2014 hingga tahun 2015 menunjukkan bahwa KPI *breakdown frequency* yang dicapai sebesar 41%. Nilai tersebut masih kurang dari target nilai yang ditentukan perusahaan yaitu sebesar <5%. Tingginya kinerja KPI *breakdown frequency* ini dipengaruhi oleh frekuensi kerusakan mesin yang terjadi. Berikut *root cause analysis* dari KPI *breakdown frequency* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Root Cause Analysis KPI Breakdown Frequency

Dari *root cause analysis* pada Gambar 4.9, dapat disimpulkan bahwa tingginya tingkat *breakdown frequency* dipengaruhi oleh komponen yang memiliki *lifetime* pendek seperti motor dan bearing pada mesin yang tidak segera diganti ketika mengalami kerusakan. Sehingga hal tersebut menyebabkan waktu produksi terbuang. Selain itu, bahwa tingginya tingkat *breakdown frequency* dipengaruhi oleh mesin *crosswise cutting* yang bermasalah dan adanya *scrap* dalam komponen. Hal tersebut terjadi karena intensitas pelumasan yang kurang pada *bearing* yang ada pada *main line roll conveyor* dan pada *cutter crosswise*, sehingga menyebabkan *cutter* dan *bearing* tidak bekerja dengan baik. Selain itu, adanya *scrap* dalam komponen disebabkan karena kurangnya pengawasan saat reguler check dan *cleaning* komponen yang kurang optimal, sehingga menyebabkan mesin tidak bisa berjalan dengan baik. Oleh karena itu, dapat dibuat rekomendasi perbaikan untuk KPI *Breakdown Frequency* adalah sebagai berikut:

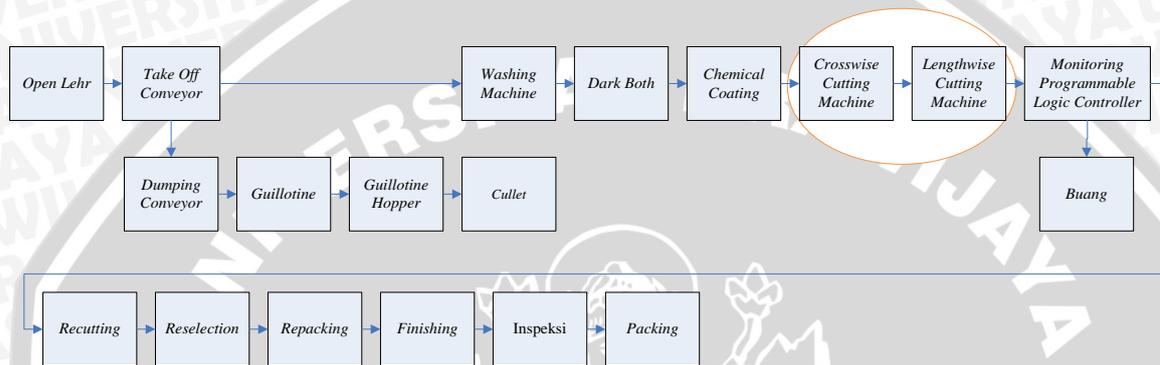
a) Adanya pelatihan *breakdown frequency* kepada operator *maintenance*

Pelatihan *breakdown frequency* kepada operator *maintenance* ditujukan agar perusahaan tidak perlu memakai jasa repair dari pihak lain yang membutuhkan biaya yang besar. Selain itu, jika pelatihan ini ditujukan kepada operator, maka operator *maintenance* dapat menambah *skill* untuk melakukan kegiatan perawatan. Pelatihan yang diberikan kepada operator *maintenance* harus disesuaikan dengan spesifikasi mesin *cutting* yang ada di perusahaan dengan kemampuan operator *maintenance*. Hal ini diharapkan dapat mengoptimalkan kegiatan perbaikan kerusakan mesin *cutting* dan

mencegah terjadinya kerusakan selanjutnya yang dapat mengakibatkan menurunnya output produksi dan terbuangnya waktu produksi.

- b) Adanya *cleaning* dan *oiling* komponen secara rutin

Cleaning dan *oiling* komponen ini ditujukan kepada operator untuk selalu melakukan check, pelumasan rutin dan pembersihan komponen terhadap serpihan kaca yang berada disekitar komponen *crosswise cutting machine* dan *lengthwise cutting machine* yang dapat dilihat pada Gambar 4.10, agar tidak mengganggu kerja mesin saat produksi berlangsung dan mampu mengurangi terjadinya kerusakan.



Gambar 4.10 Alur Proses Cutting

Pada Gambar 4.10 merupakan gambar alur proses cutting yang ada di Produsen kaca meliputi: *open lehr* yang merupakan proses dimana aliran kaca keluar dari proses pendinginan yang terjadi di *lehr*, kemudian aliran kaca dibawa menggunakan *take off conveyor* menuju *washing machine* untuk dilakukan pencucian atau membilas permukaan kaca dari kotoran akibat proses sebelumnya.

Sebelum menuju *washing machine*, jika ada kaca yang rusak maka aliran kaca akan masuk menuju *dumping conveyor* dan dibawa menuju *guillotine* untuk dilakukan penghancuran pada kaca yang dianggap rusak. Kemudian kaca yang sudah dihancurkan masuk kedalam *guillotine hopper* dengan *output* berupa *cullet* yang nantinya digunakan sebagai pencampur pada proses pengolahan kaca lembaran. Jika kaca tidak mengalami kerusakan, maka aliran kaca masuk kedalam *washing machine* kemudian dilanjutkan pada *dark booth*.

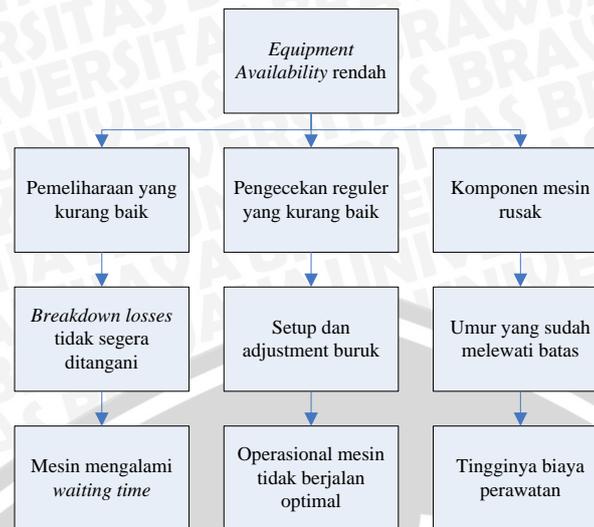
Pada *dark booth* ini aliran kaca dideteksi kecacatannya yang ada di permukaan dengan cara menandai kaca yang cacat dengan kapur. Kemudian dilanjutkan pada proses *chemical coating* yang dilakukan dengan cara menambahkan bahan kimia agar kaca tidak getas dan memiliki kualitas yang bagus.

Kemudian aliran kaca memasuki *crosswise cutting machine* untuk dilakukan pemotongan secara horizontal. Dilanjutkan dengan proses *lengthwise cutting machine* untuk dilakukan pemotongan secara vertikal. Pada *crosswise cutting machine* dan *lengthwise cutting machine*, komponen yang sering mengalami kerusakan adalah kurangnya pelumasan pada baut, kerusakan pada *bearing*, dan kerusakan pada *motor induction*, sehingga perlu dilakukan pembersihan dan pemberian pelumas secara rutin. Kemudian aliran kaca dilakukan pengecekan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) dan kaca yang mengalami kecacatan akan langsung dibuang, sedangkan kaca yang lolos pengecekan akan dilanjutkan pada proses *recutting*.

Pada proses *recutting* dilakukan pemotongan kaca menjadi ukuran-ukuran yang sesuai dengan permintaan *customer*. Kemudian dilanjutkan dengan proses *reselection* yang merupakan proses seleksi secara manual untuk tiap unit produk. Kemudian dilanjutkan pada proses *repacking* yang dilakukan dengan cara memasukkan kaca ke dalam *pallet* atau *box*. Kemudian dilanjutkan pada proses *finishing* yang dilakukan dengan cara memberikan label *barcode* untuk setiap paket. Kemudian dilanjutkan pada proses inspeksi yang dilakukan untuk mengecek ulang apakah ada *defect* pada produk. Kemudian proses terakhir adalah *packing* yang dilakukan dengan cara *unpacked* dan *packed*. *Packing unpacked* merupakan pengepakan yang digunakan untuk pengiriman domestik, sedangkan *packing packed* merupakan pengepakan yang digunakan untuk pengiriman ekspor.

4. KPI Equipment Availability

KPI *equipment availability* merupakan KPI yang mengukur setiap komponen pada mesin produksi dapat beroperasi normal. Semakin sering mesin produksi beroperasi normal, maka komponen tersebut jarang mengalami kerusakan atau proses perbaikannya dilakukan dalam waktu relatif singkat. Pada Tabel 4.17 dapat dilihat data hasil pencapaian kinerja perawatan pada tahun 2014 hingga tahun 2015 menunjukkan bahwa KPI *equipment availability* yang dicapai sebesar 77%. Nilai tersebut masih kurang dari target nilai yang ditentukan perusahaan yaitu sebesar >97%. Kurangnya kinerja KPI *equipment availability* ini dipengaruhi oleh proses perbaikan mesin yang relatif lama. Berikut *root cause analysis* dari KPI *equipment availability* dapat dilihat pada Gambar 4.11



Gambar 4.11 Root Cause Analysis KPI Equipment Availability

Dari *root cause analysis* pada Gambar 4.11, dapat disimpulkan bahwa rendahnya *equipment availability* dipengaruhi oleh pemeliharaan yang kurang baik dan pengecekan reguler yang kurang baik. Hal tersebut disebabkan adanya *breakdown losses* yang tidak segera ditangani serta adanya *setup* dan *adjustment* yang buruk, sehingga menyebabkan mesin lama menunggu penanganan perbaikan dan operasional mesin tidak berjalan optimal. Selain itu, rendahnya *equipment availability* dipengaruhi oleh komponen mesin rusak yang disebabkan umur yang sudah melewati batas, sehingga mampu menimbulkan tingginya biaya perawatan di kemudian hari. Oleh karena itu, dapat dibuat rekomendasi perbaikan untuk KPI *equipment availability* adalah sebagai berikut:

a) Adanya pelatihan *equipment availability* kepada operator *maintenance*

Pelatihan ini ditujukan kepada operator *maintenance* agar pada saat mesin mengalami downtime, operator *maintenance* bisa segera menangani. Selain itu, pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan operator *maintenance* dalam menjamin mesin beroperasi dengan baik dan mampu mengoptimalkan waktu *setup* dan *adjustment* pada saat perawatan mesin.

b) Disarankan penggantian komponen sesuai dengan *lifetime*

Penggantian komponen sesuai dengan *lifetime* dilakukan untuk menghindari mesin mengalami kerusakan dan membutuhkan waktu yang lama untuk memperbaikinya. Selain itu, penggantian komponen yang sesuai dengan *lifetime* diharapkan mampu mengurangi *increasing failure rate* berdasarkan *bathub curve* dan mampu meningkatkan ketersediaan dan stabilitas mesin. Setiap komponen yang akan habis masa *lifetimanya* diinformasikan kepada pihak staf *maintenance* dan staf gudang

untuk segera dilakukan penggantian. Pada bagian ini perlu hubungan komunikasi yang terjalin baik antara staf gudang dan staf *maintenance* agar kegiatan perawatan berjalan dengan baik.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan menyatakan jawaban dari penelitian yang telah dirumuskan pada tahap pendahuluan. Sedangkan saran merupakan masukan serta tanggapan berdasarkan penelitian, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan, baik untuk pihak perusahaan maupun untuk penelitian kedepannya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan peneliti, maka kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Penilaian kinerja perawatan mesin *cutting* di Produsen kaca berdasarkan metode *Overall Measure of Maintenance Performance* yang terdiri dari tiga perspektif, yaitu: *Maintenance Administration*, *Maintenance Effectiveness*, dan *Maintenance Cost* memiliki index kinerja perawatan mesin *cutting* sebesar 6,8613. Index ini berada pada zona kuning yang menunjukkan bahwa penilaian kinerja perawatan mesin *cutting* belum mencapai target yang ditentukan, namun sudah mendekati target yang ditetapkan. Oleh karena itu perlu dilakukan perbaikan pada indikator yang memiliki nilai rendah dalam pencapaiannya.
2. Pada penilaian kinerja perawatan mesin *cutting*, KPI yang berada pada zona merah adalah KPI *Predictive & Preventive Maintenance Coverage* dengan pencapaian sebesar 0,129, KPI *Work Order Turnover* dengan pencapaian sebesar 0,135, KPI *Breakdown Frequency* dengan pencapaian sebesar 1,321, dan KPI *Equipment Availability* dengan pencapaian sebesar 3,75. KPI yang berada pada zona ini menunjukkan bahwa suatu indikator kinerja berada dibawah target yang ditetapkan dan memerlukan perbaikan sesegera mungkin.
3. Rekomendasi perbaikan untuk KPI yang berada pada zona merah adalah meningkatkan koordinasi antara staf *maintenance* dengan cara dilakukannya penjadwalan *meeting* antar staf *maintenance* sesuai kondisi perusahaan, penggunaan sistem manual yang diimbangi dengan sistem komputerisasi dengan bantuan CMMS (*Computerized Management System*) untuk merencanakan PM bulanan, pembenahan kebijakan *maintenance*, penyetaraan kemampuan dan keterampilan tenaga kerja, mengoptimalkan koordinasi antara *worker*

dengan *foreman*, pelatihan *breakdown frequency* dan *equipment availability* kepada operator *maintenance*, *cleaning* dan *oiling* komponen dilakukan secara rutin, dan disarankan penggantian komponen yang disesuaikan dengan *lifetimenya*.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini untuk mendukung perbaikan yang ditujukan untuk perusahaan dan penelitian kedepannya, antara lain:

1. Perusahaan dapat mempertimbangkan rekomendasi perbaikan yang telah diberikan peneliti sebagai upaya untuk mengevaluasi, menangani, dan meningkatkan kegiatan perawatan yang mempengaruhi kinerja sistem perawatan mesin.
2. Dalam penelitian selanjutnya sekiranya dapat melakukan penelitian tentang *line maintenance* untuk lini mesin yang mengalami downtime tertinggi.



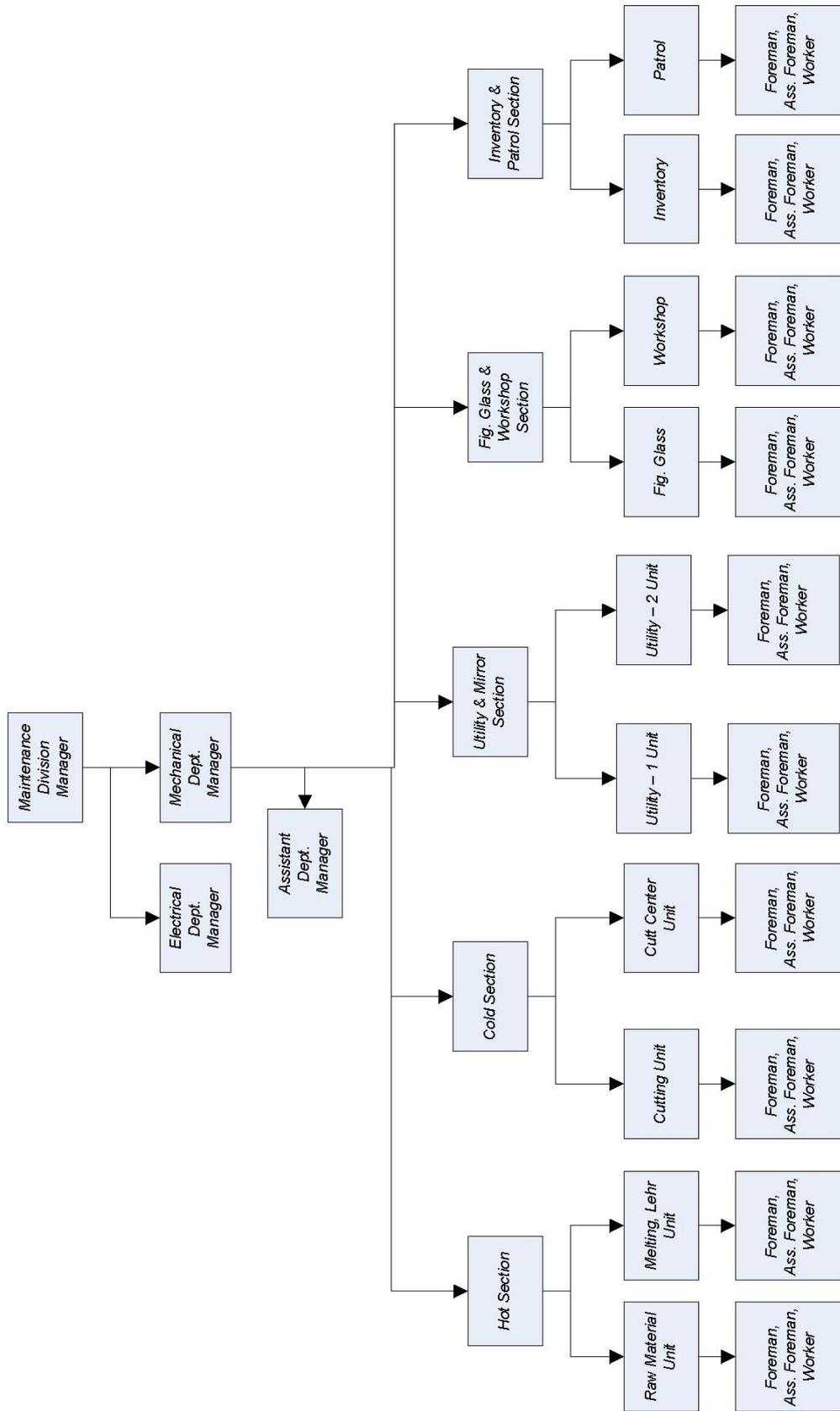


DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, Taufik. 2014. *Penelitian Tugas Akhir “Evaluasi Kinerja Pemeliharaan PLTA Dengan Pendekatan Maintenance Scorecard Dan Objective Matrix”*. Jurnal Optimasi Teknik Industri, Vol.13 No.1, April 2014: 561-574.
- Al-Najjar,A.B. and Alsayouf,I. 2003. *Selecting The Most Efficient Maintenance Approach Using Fuzzy Multiple Criteria Decision Making*. International Journal of Production Economics, 84, 85-100.
- Andarnis, Rosie. 2011. *Penelitian Tugas Akhir “Pengukuran Dan Peningkatan Sistem Pemeliharaan Pada PT. Maspion Dengan Menggunakan Konsep Lean Maintenance”*. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknologi Industri. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Assauri, Sofyan. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Edisi Revisi. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- Corder, Anthony. 1992. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga. Davies, C., dan Greenough, R. 2004. *Performance Measure to Identify the Effectiveness of Lean Thinking within Maintenance*. International Journal of Maintenance and Asset Management, 19(1), 8-15.
- Davies, C. & Greenough, R.M. 2004. *Measuring The Effectiveness of Lean Thinking Activities within Maintenance*. Maintenance and Asset Management, 19(1), 8-15.
- Dekker, R. 1996. *Application of Maintenance Optimization Models: A Review and Analysis*. Reliability Engineering and System Safety, 51, 229-240.
- Faridz, R. 2011. *Pengukuran dan Analisis Produktivitas Produksi dengan Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX)*. Agrotek, 5(2) : 80-86.
- Gaspersz, Vincent & Fontana, Avanti. 2011. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Bogor: Vinchristo Publication.
- Hapsari, Amalia K. 2015. *Penelitian Tugas Akhir “Evaluasi Kinerja Sistem Perawatan Mesin Carding Polyester 4 dengan Metode Overall Measure of Maintenance Performance*. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik. Surabaya: Universitas Brawijaya.
- Higgs, Lindley R. & Mobley, R. Keith. 2002. *Maintenance Engineering Handbook*. Sixth Edition. New York: Mc. Graw Hill.

- Junita, Erni. 2014. *Penelitian Tugas Akhir “Pengukuran Kinerja Sistem Pemeliharaan Menggunakan Metode Overall Measure Of Maintenance Performance. Jurusan Teknik Industri.* Fakultas Teknik. Malang: Universitas Brawijaya.
- Mustofa, et. all. 2015. *Lean Maintenance Roadmap.* International Journal of Lean Maintenance, Vol 2, Page 434-444.
- Niebel, B.W. 1994. *Engineering Maintenance Management.* Second Edition Revised. New York: Marcel Dekker Inc.
- Ohno, Taiichi. 1988. *Toyota Production System.* Productivity Press. p. 8. ISBN 0-915299-14 -3.
- Parmenter, David. 2010. *Key Performance Indicators: Pengembangan, Implementasi, dan Penggunaan KPI Terpilih.* Jakarta Pusat: PT. Elex Media Komputindo.
- Priel, V.Z. 1962. *Twenty ways to Track Maintenance Performance, Factory,* pp. 88-91. New York.: Mc. Graw Hill.
- Pusporini, Pregiwati & Andesta, Deny. 2009. *Integrasi Model Lean Sigma untuk Peningkatan Kualitas Produk.* Vol 10, No. 2, pp 175-183.
- Saaty, T.L. 1988. *Pengambilan Keputusan bagi Para Pemimpin, Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks.* Tejrmanhan Liana Setiono. Jakarta: PT. Pustaka Binaan Pressindo.
- Smith, Ricky; Hawkins, Bruce. 2004. *Lean Maintenance: Reduce Costs, Improve Quality, and Increase Market Share.* New York: Mc. Graw-Hill. Book Company.
- Tampubolon, P. Manahan. 2004. *Manajemen Operasional.* Edisi Pertama. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Thiruvengadam, Arunprakash. 2009. *A Practical Method for Assessing Maintenance Factors Using a Value Stream Maintenance Map.* India: Bharathiar University.
- Vanany, Iwan. 2009. *Performance Measurement: Model dan Aplikasi.* Surabaya: ITS Press.
- Weber, Al. 2005. *Key Performance Indicators: Measuring and Managing the Maintenance Function.* Canada: Ivara Corporation.

Lampiran 1. Struktur Organisasi Divisi Maintenance



Lampiran 2 Kuisisioner Validasi *Key Performance Indicator*

KUISISIONER VALIDASI *KEY PERFORMANCE INDICATOR* (KPI)

Tujuan: Kuisisioner ini ditujukan untuk mengidentifikasi apakah masing-masing *Key Performance Indicator* cukup sesuai untuk dijadikan indikator kinerja dalam rangka penelitian berkaitan dengan pengukuran kinerja sistem pemeliharaan.

Petunjuk pengisian: Berilah tanda check (√) pada kolom jawaban yang sesuai.

Isilah pada kolom jawaban yang sesuai, berdasarkan pertanyaan berikut ini:

Perspektif : Merupakan kumpulan asumsi yang digunakan sebagai sudut pandang untuk mengamati berbagai keadaan disekitar.

Dimensi : Merupakan pengaruh yang meliputi kondisi serta lingkungan disuatu tempat kejadian

KPI : Merupakan satu set pengukuran kuantitatif yang digunakan untuk mengukur kinerja untuk memenuhi tujuan strategis dan operasional perusahaan.

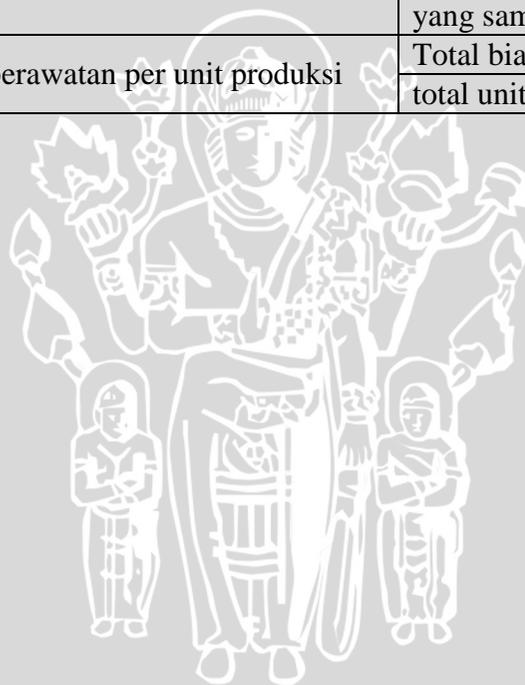
Apakah masing-masing *Key Performance Indicator* sudah relevan untuk dijadikan tujuan indikator kinerja pada masing-masing perspektif?

Perspektif	Dimensi	Kode	<i>Key Performance Indicator (KPI)</i>	Jawaban		
				Ya	Tidak	
Administrasi Perawatan (A)	Tenaga Kerja (A1)	A11	Efisiensi Tenaga Kerja	Jam kerja aktual		
				Total jam kerja yang dijadwalkan		
		A12	Waktu Lembur	Total waktu lembur yang dilakukan		
				Total jam kerja yang dilaksanakan		
		A13	Utilitas / Pemanfaatan Tenaga Kerja	Jam kerja aktual		
				Total jam kerja		
		A14	Cakupan Perawatan Prediktif dan Perawatan Pencegahan	Total waktu aktual kegiatan perawatan prediktif dan pencegahan		
				Jumlah jam kerja aktual		

Perspektif	Dimensi	Kode	Key Performance Indicator (KPI)		Jawaban	
					Ya	Tidak
Administrasi Perawatan (A)	Perintah Kerja (A2)	A21	Pekerjaan yang terlambat	Jumlah pekerjaan yang terlambat dalam satu minggu		
				Jumlah pekerjaan yang selesai dalam satu minggu yang sama		
		A22	Perintah kerja yang terencana dan terjadwal	Jumlah perintah kerja yang terencana dan terjadwal		
				Jumlah perintah kerja yang telah dilaksanakan		
		A23	Perputaran perintah kerja	Jumlah pekerjaan yang telah diselesaikan dalam satu periode		
				Jumlah pekerjaan yang masih dikerjakan saat ini		
	Operasi Pelayanan (A3)	A31	Tingkat penjadwalan	Jam kerja yang dijadwalkan		
				Total jam kerja yang digunakan		
		A32	Waktu perbaikan kerusakan	Jumlah waktu yang dihabiskan saat terjadi kerusakan		
	Total waktu perawatan langsung					
	Intensitas Perawatan (A4)	A41	Waktu perawatan yang dibutuhkan	Total waktu perawatan langsung yang digunakan		
				Total jam produksi dalam periode yang sama		
Total waktu perawatan langsung yang digunakan						
Efektivitas Perawatan (B)	Kondisi Pabrik (B1)	B11	Frekuensi kerusakan	Jumlah perawatan akibat kerusakan		
				Total jumlah kejadian kerusakan		
		B12	Waktu <i>downtime</i> yang disebabkan kerusakan	Total <i>downtime</i> yang disebabkan kerusakan		

Perspektif	Dimensi	Kode	Key Performance Indicator (KPI)		Jawaban	
					Ya	Tidak
Efektivitas Perawatan (B)	Kondisi Pabrik (B1)	B12	Waktu <i>downtime</i> yang disebabkan kerusakan	Total <i>downtime</i> keseluruhan		
		B13	Evaluasi perawatan prediktif dan perawatan pencegahan	Jumlah kegiatan perawatan prediktif dan pencegahan yang telah selesai		
				Jumlah kegiatan perawatan prediktif dan pencegahan yang terjadwal		
	Kinerja Pabrik (B2)	B21	Ketersediaan peralatan / mesin	Waktu penggunaan peralatan / mesin		
				Waktu kerusakan		
		B22	Lama waktu produksi	Total hasil produksi tiap unit atau tiap jam		
				Jumlah perbaikan dalam periode yang sama		
		B23	Jam kerja darurat	Jam kerja yang digunakan untuk pekerjaan darurat		
				Total waktu perawatan langsung yang digunakan		
		B24	Pekerjaan darurat dan pekerjaan yang tidak terjadwal	Jumlah jam tenaga kerja darurat dan pekerjaan mendadak		
Total waktu perawatan langsung yang telah dilakukan						
Biaya Perawatan (C)	Ekonomi (C1)	C11	Biaya waktu perawatan	Total biaya perawatan		
				Total waktu tenaga kerja		
		C12	Biaya perawatan pencegahan dalam prosentase biaya perawatan akibat kerusakan	Total kegiatan perawatan pencegahan		
				Total biaya kerusakan		
		C13	Tingkat perputaran persediaan	Biaya konsumsi persediaan dalam satu periode		
Rata-rata biaya persediaan						

Perspektif	Dimensi	Kode	Key Performance Indicator (KPI)	Jawaban		
				Ya	Tidak	
Biaya Perawatan (C)	Ekonomi (C2)	C21	Dampak kerusakan	Total biaya untuk perbaikan kerusakan		
				Total kejadian kerusakan		
		C22	Biaya penjadwalan layanan perawatan	Total biaya layanan perawatan yang terjadwal		
				Total biaya produksi dalam periode yang sama		
		C23	Biaya perawatan per unit produksi	Total biaya perawatan		
				total unit yang diproduksi		



Lampiran 3 Kuisioner Pembobotan *Key Performance Indicator* (KPI)

Dalam penyusunan penelitian tugas akhir di Produsen kaca., peneliti meminta kesediaan Bapak untuk melengkapi survei pembobotan tingkat kepentingan perspektif, dimensi, dan *Key Performance Indicator* (KPI) dari sistem pengukuran kinerja sistem pemeliharaan. Hal ini ditujukan untuk memberi bobot pada tingkat kepentingan masing-masing perspektif, dimensi, dan *Key Performance Indicator* (KPI) dari sistem pengukuran kinerja sistem pemeliharaan pada penelitian ini. Petunjuk pengisian kuisioner ini dijelaskan pada tabel sebagai berikut:

- Berilah nilai sesuai dengan kriteria dibawah ini

Nilai	Tingkat Kepentingan
1	Perspektif / Dimensi / KPI A sama penting dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
3	Perspektif / Dimensi / KPI A sedikit lebih penting dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
5	Perspektif / Dimensi / KPI A lebih penting dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
7	Perspektif / Dimensi / KPI A sangat penting dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
9	Perspektif / Dimensi / KPI A jauh lebih penting dibanding dengan Perspektif / Dimensi / KPI B
2, 4, 6, 8	Nilai Tengah *)

*) Jika KPI A sedikit lebih penting dari KPI B, maka diberikan nilai 3. Apabila nilai 3 tersebut dianggap masih terlalu besar dan nilai 1 dianggap terlalu kecil, maka nilai 2 yang harus diberikan untuk prioritas antara KPI A dengan KPI B.

- Contoh pengisian kuisioner

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>

Pengisian kuisioner seperti diatas menunjukkan bahwa perspektif *Maintenance Administration* sama pentingnya dengan perspektif *Maintenance Effectiveness*, yang ditandai pada skala penilaian dengan nilai 1.

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>

Pengisian kuisioner seperti diatas menunjukkan bahwa perspektif *Maintenance Administration* lebih penting daripada perspektif *Maintenance Effectiveness*, yang ditandai pada skala penilaian dengan nilai 5.

KUISIONER TINGKAT KEPENTINGAN PERSPEKTIF

Keterangan:

1. *Maintenance administration* : Perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengawasan kegiatan pemeliharaan.
2. *Maintenance effectiveness* : Efektivitas kegiatan pemeliharaan berdasarkan dengan kondisi perusahaan dan performansi perusahaan.
3. *Maintenance cost* : Biaya-biaya yang dikeluarkan dalam kegiatan pemeliharaan.

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>
<i>Maintenance Administration</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Maintenance Cost</i>
<i>Maintenance Effectiveness</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Maintenance Cost</i>

KUISIONER TINGKAT KEPENTINGAN DIMENSI

Keterangan:

1. *Manpower* : Performansi tenaga kerja atau operator mekanik dalam melakukan aktivitas perawatan.
2. *Work order* : Tingkat perintah kerja dalam kegiatan pemeliharaan.
3. *Service operation* : Tingkat pelayanan operasi pemeliharaan.
4. *Plant condition* : Kondisi plant yang ada di perusahaan.
5. *Plant performance* : Kinerja plant pada aktivitas pemeliharaan.

6. *Economy* : Tingkat keekonomian perusahaan.
 7. *Service cost* : Biaya pelayanan pemeliharaan

Perspektif *Maintenance Administration*

Dimensi	Skala Penilaian																	Dimensi
<i>Manpower</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Service Operation</i>
<i>Manpower</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Work Order</i>
<i>Service Operation</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Work Order</i>

Perspektif *Maintenance Effectiveness*

Dimensi	Skala Penilaian																	Dimensi
<i>Plant Condition</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Plant Performance</i>

Perspektif *Maintenance Cost*

Dimensi	Skala Penilaian																	Dimensi
<i>Economy</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Service Cost</i>

KUISIONER TINGKAT KEPENTINGAN KPI

KPI Perspektif *Maintenance Administration Manpower*

1. A11 (Manpower Efficiency) : Prosentase efisiensi operator untuk aktivitas pemeliharaan
2. A12 (Overtime) : Prosentase kemampuan dari perencanaan atau penjadwalan aktivitas pemeliharaan
3. A13 (Utilisation) : Prosentase pemanfaatan dan penggunaan dari *manpower* untuk aktivitas pemeliharaan
4. A14 (Predictive and PM) : Prosentase efektivitas *manpower* terhadap aktivitas pemeliharaan terencana dan efektivitas perencanaan dan penjadwalan aktivitas pemeliharaan di perusahaan

Kode KPI	Skala Penilaian																Kode KPI	
A11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A12
A11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A13
A11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A14
A12	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A13
A12	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A14
A13	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A14

KPI Perspektif *Maintenance Administration Work Order*

1. A21 : Overdue task
2. A22 : Work Order, planned, and scheduled
3. A23 : Work order turnover

Kode KPI	Skala Penilaian																Kode KPI	
A21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A22
A21	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A23
A22	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A23

KPI Perspektif *Maintenance Administration Service Operation*

1. A31 : Prosentase ketepatan waktu dari pekerjaan yang dieksekusi terhadap rencana awalnya
2. A32 : Waktu yang digunakan dalam melakukan aktivitas *breakdown maintenance*

Kode KPI	Skala Penilaian																Kode KPI	
A31	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A32

KPI Perspektif *Maintenance Effectiveness Plant Condition*

1. B11 : Prosentase frekuensi breakdown yang terjadi
2. B12 : Prosentase kejadian downtime mesin produksi dikarenakan kegagalan yang disebabkan oleh kerusakan sehingga tidak tersedia untuk digunakan
3. B13 : Prosentase tingkat penyelesaian pekerjaan pemeliharaan yang terjadwal dalam hal pemeliharaan preventive dan predictive

Kode KPI	Skala Penilaian																Kode KPI	
B11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B12
B11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B13
B12	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B13

KPI Perspektif *Maintenance Effectiveness Plant Performance* memiliki satu indikator saja yaitu B21 *Equipment Availability* sehingga skala penilaian sama dengan 1. *Equipment Availability* bertujuan untuk mengukur prosentase setiap komponen pada mesin produksi dapat beroperasi normal.

KPI Perspektif *Maintenance Cost Economy*

1. C11 : Tingkat efektivitas tenaga kerja dalam melakukan aktivitas pemeliharaan dengan besar jumlah biaya pemeliharaan yang dikeluarkan
2. C12 : Berapa besar perbandingan antar biaya pemeliharaan preventive dengan biaya breakdown
3. C13 : Prosentase perputaran suku cadang digudang

Kode KPI	Skala Penilaian																		Kode KPI
C11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C12	
C11	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C13	
C12	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	C13	

KPI Perspektif *Maintenance Cost Service Cost* memiliki satu indikator saja yaitu C21 *Breakdown Severity* sehingga skala penilaian sama dengan 1. *Breakdown Severity* bertujuan untuk mengukur berapa besar biaya breakdown yang terjadi akibat rendahnya kualitas yang dihasilkan dari kegiatan pemeliharaan.

Terima kasih atas kesediaannya untuk meluangkan waktu melakukan pengisian kuisioner ini. Setiap jawaban yang Bapak berikan sangat bermanfaat bagi keberlangsungan penelitian ini

Menyetujui,
Dept. Maintenance
Produsen Kaca

(.....)



Lampiran 4 Data Rekap Kuisioner

Kriteria Kontrol	Dimensi yang Dibandingkan	Responden			Geometrical Mean
		1 (0,4)	2 (0,3)	3 (0,3)	
Perspektif	MA vs ME	4	4	2	3,249
	MA vs MC	3	4	3	3,270
	ME vs MC	2	2	4	2,462

Keterangan:

MA : *Maintenance Administration*ME : *Maintenance Effectiveness*MC : *Maintenance Cost*

Kriteria Kontrol	Dimensi yang Dibandingkan	Responden			Geometrical Mean
		1 (0,4)	2 (0,3)	3 (0,3)	
Dimensi	M vs WR	4	4	3	3,669
	M vs SO	5	4	1	2,885
	WR vs SO	5	1	1	1,904
	PC vs PP	5	3	1	2,647
	E vs SC	5	2	1	2,344

Keterangan:

M : *Manpower*WR : *Work Order*SO : *Service Operation*PC : *Plant Condition*PP : *Plant Performance*E : *Economy*SC : *Service Cost*

Kriteria Kontrol	KPI yang Dibandingkan	Responden			Geometrical Mean
		1 (0,4)	2 (0,3)	3 (0,3)	
<i>Manpower</i>	A11 vs A12	7	2	2	3,301
	A11 vs A13	7	3	2	3,728
	A11 vs A14	7	4	3	4,590
	A12 vs A13	6	2	2	3,104
	A12 vs A14	6	2	2	3,104
	A13 vs A14	6	3	1	2,847
<i>Work Order</i>	A21 vs A22	5	4	2	3,552
	A21 vs A23	6	4	4	4,704
	A22 vs A23	5	2	3	3,259
<i>Service Operation</i>	A31 vs A32	6	2	7	4,520

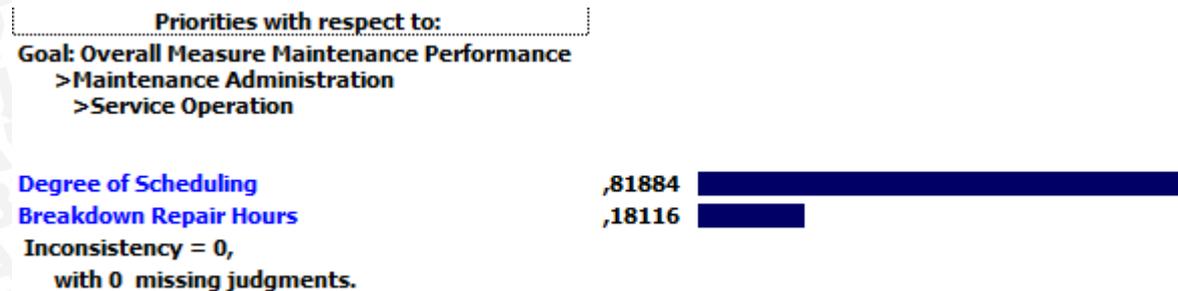
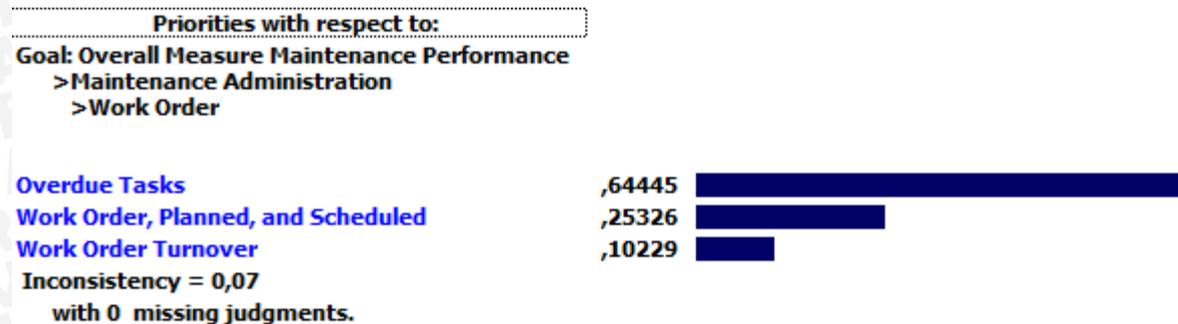
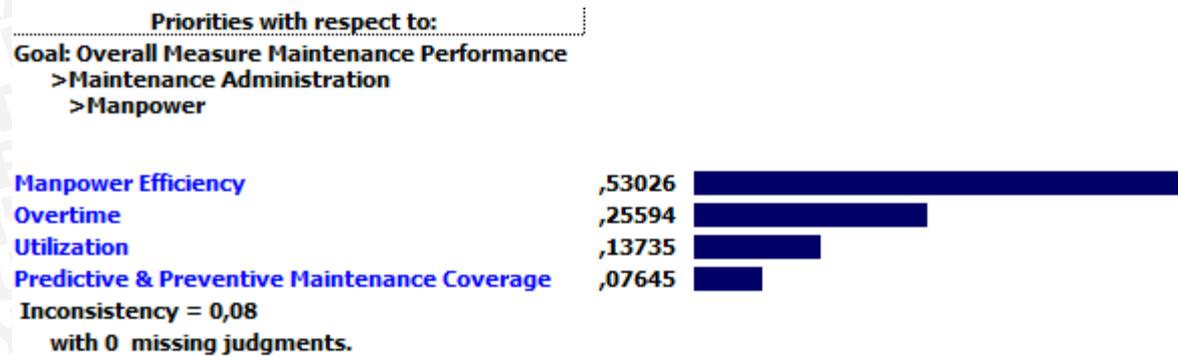
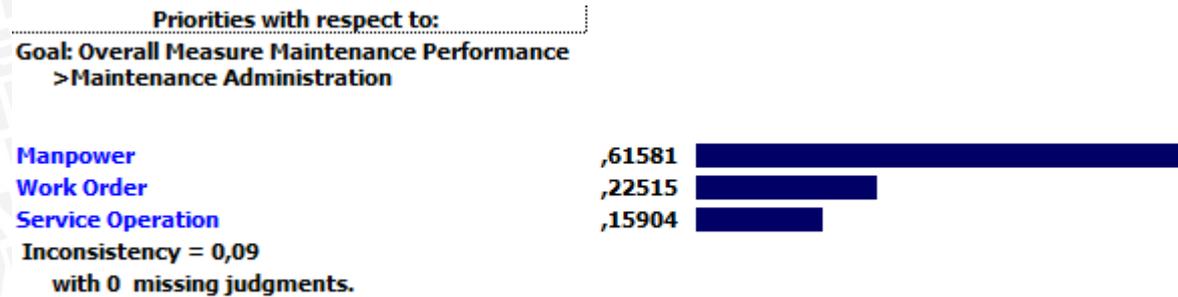
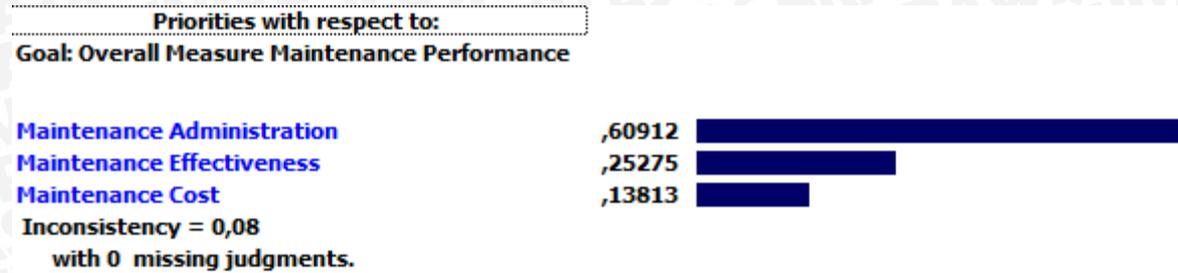
Kriteria Kontrol	KPI yang Dibandingkan	Responden			Geometrical Mean
		1 (0,4)	1 (0,3)	1 (0,3)	
<i>Plant Condition</i>	B11 vs B12	6	1	1	2,048
	B11 vs B13	6	2	9	4,874
	B12 vs B13	6	4	8	5,792
<i>Plant Performance</i>	B21	1	1	1	1,000
<i>Cost Economy</i>	C11 vs C12	6	3	4	4,315
	C11 vs C13	5	3	5	4,290
	C12 vs C13	6	2	1	2,521
<i>Service Cost</i>	C21	1	1	1	1,000

Keterangan:

A11 : *Manpower efficiency*A12 : *Overtime*A13 : *Utilization*A14 : *Predictive & Preventive**Maintenance Coverage*A21 : *Overdue Task*A22 : *Work order, Planned,**Schedule*A23 : *Work Order Turnover*A31 : *Degree of Scheduling*A32 : *Breakdown Repair hours*B11 : *Breakdown Frequency*B12 : *Equipment Downtime Caused Breakdown*B13 : *Evaluation of Preventive &**Predictive Maintenance*B21 : *Equipment Availability*C11 : *Cost of Maintenance Hours*C12 : *Preventive Maintenance Cost as Percent Of Breakdown Cost*C13 : *Inventory turnover rate*C21 : *Breakdown Severity*
 Nilai indikator KPI bagian kiri

 Nilai indikator KPI bagian kanan

Lampiran 5 Hasil Pembobotan dan Hasil Inconsistency Masing-masing Level



Priorities with respect to:

Goal: Overall Measure Maintenance Performance
 >Maintenance Effectiveness

Plant Condition	,72527	
Plant Performance	,27473	

Inconsistency = 0,
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: Overall Measure Maintenance Performance
 >Maintenance Effectiveness
 >Plant Condition

Breakdown Frequency	,55269	
Equipment Downtime Caused by Breakdown	,36300	
Evaluation of Predictive & Preventive Maintenance	,08430	

Inconsistency = 0,08
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: Overall Measure Maintenance Performance
 >Maintenance Cost

Economy	,70149	
Service Cost	,29851	

Inconsistency = 0,
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: Overall Measure Maintenance Performance
 >Maintenance Cost
 >Economy

Cost of Maintenance Hours	,67251	
Preventive Cost as Percent of Breakdown Cost	,21253	
Inventory Turnover Rate	,11496	

Inconsistency = 0,09
with 0 missing judgments.

Priorities with respect to:

Goal: Overall Measure Maintenance Performance
 >Maintenance Cost
 >Service Cost

Breakdown Severity	,60062	
Scheduled Service Cost	,23325	
Maintenance Cost per Unit of Production	,16614	

Inconsistency = 0,09
with 0 missing judgments.



Lampiran 6 TROUBLE RECORD 2014

No.	Date	Process	Equipment	E. Rank	Situation
1	28/01/2014	Furnace	Boiler	B	Boiler could not firing and flame failure alarm appear
2	10/02/2014	Cutting & Packing	Main Line FT	A	Pad Chain was release from sprocket
3	25/02/2014	Cutting & Packing	Main Line FT	A	Motor of main line driving FT stop/trip suddenly due to overload during thicker glass
4	26/02/2014	Cutting & Packing	Main Line FT	A	Motor of main line driving FT stop/trip suddenly due to overload during thicker glass
5	06/03/2014	Cutting & Packing	A1 Cold CPU	A	Operator inform, shaft sprocket of roll HO Dumping Conveyor was hent
6	09/03/2014	Utility	3 KV Metal Clad	A	PLN Feeder #1 & #2 trip due to lightning at Ketegen Sepanjang area and could not change diesel generator
7	20/03/2014	Cutting & Packing	Crosswise #3	B	Glass cutting size not same with setting and crosswise stop during testing
8	29/03/2014	Batch House	Dolomite Scale	A	Dolomite scale could not charging due to drive motor of charging screw conveyor
9	14/04/2014	Cutting & Packing	Silent Chain #2 of A1 Take Off Conveyor	A	Silent chain suddenly abnormality of sound and sheared to bracket tensioner has damage
10	14/04/2014	Lehr	A1 Lehr Drive #1	A	Ther lehr drive suddenly abnormality of current motor
11	27/04/2014	Cutting & Packing	A1 Mainline Conveyor	A	Transfer shaft from ML FT to ML convey roll were stop rotation
12	03/05/2014	Cutting & Packing	Change Coneyor CC-10	A	The chain conveyor was broken

No.	Date	Process	Equipment	E. Rank	Situation
13	12/05/2014	Cutting & Packing	Innomes-LCS	A	Innomes defect data was not match with LCS defect data so miss marking occurred
14	15/05/2014	Lehr	A1 Lehr Drive #1	A	Current of lehr drive motor was decreased suddenly due to coupling motor was broken
15	15/05/2014	Lehr	Control Valve Zone C (T641)	A	Control valve abnormaly work
16	01/06/2014	Cutting & Packing	Innomes Warming System Relay	A	Washing machine down stream breakage
17	07/06/2014	Cutting & Packing	FT PAD Mainline #12	A	FT Pad mainline suddenly stop, due to lock set screw and sprocket loosen from shaft
18	19/06/2014	Lehr	Support Roller Bearing LOR #1	A	Bottom roller bearing upstream no touch with shaft LOR
19	22/06/2014	Utility	No 2 Kaeser Compressor	B	Oil leakage from tubing from pressure control
20	23/06/2014	Utility	Desicant Dryer	B	Dew point output out of standard
21	20/07/2016	Lehr	Motor VP Machine Stopsol	A	VP machine was suddenly stop
22	02/08/2014	Cutting & Packing	FT Pad Mainline	A	FT Pad mainline suddenly stop, due to lock set screw and sprocket loosen from shaft
23	28/08/2014	Cutting & Packing	A1 HO Dumping Conveyor	A	Inform from operator that the level of HO dumping conveyor was different
24	30/07/2014	Cutting & Packing	A1 HO Dumping Conveyor	A	Operator inform, shaft sprocket of roll HO Dumping conveyor was hent
25	18/08/2014	Cutting & Packing	A1 Cold CPU	A	All crosswise, snapping & acceleration stop
26	22/08/2014	Cutting & Packing	A1 Cold CPU	A	All crosswise, snapping & acceleration stop

No.	Date	Process	Equipment	E. Rank	Situation
27	04/09/2014	Lehr	Stopsol VP Machine	A	VP Machine movement stop suddenly
28	06/09/2014	Lehr	Stopsol VP Machine	A	VP Machine to be stop because synchro belt damage
29	28/09/2014	Utility	3 KV Metal Clad	A	When PLN shutdown, VCB could not turn ON
30	28/09/2014	Metal Bath	Bath Heater Load Center	A	When PLN shut down then after diesel generator supplied to float plant, bath heater zone could turned ON
31	15/11/2014	Cutting & Packing	Main line Roll Conveyor	A	Bearing of idler sprocket main line roll was broken



Lampiran 7 TROUBLE RECORD 2015

No.	Date	Process	Equipment	E. Rank	Situation
1	02/01/2015	Cutting & Packing	A1 Cold CPU	A	Operator inform, shaft sprocket of roll HO Dumping Conveyor was hent
2	02/01/2015	Metal Bath	A/Roll 2L 3L	A	Suddenly indicator speed hunting after aroll #6L bath out
3	05/02/2015	Batch House	A1 Weighning Scale	A	Weighning complete indicator lamp OFF and can't continues to next weighning step
4	02/03/2015	Cutting & Packing	FT Pad Main Line	A	FT Pad Main Line suddenly stop
5	03/03/2015	Cutting & Packing	A1 Cold CPU	A	All crosswise, snapping & acceleration stop
6	02/03/2015	Lehr	MV11 Lehr Fan	A	MV11 Lehr Fan trip and motor stop
7	22/03/2015	Furnace	Melter Furnace Press	A	Pressure of melter abnormal
8	25/03/2015	Batch House	Syntron Feeder Mixed Bath Discharging	A	Syntron feeder mixed bath discharging low vibration and fuse broken
9	19/04/2015	Furnace	Melter Furnace Combustion	A	A1 hydra motor port 5R couldn't full open and due to valve heavy during operated
10	06/05/2015	Utility	UPS #2 and UPS#1	A	UPS #2 suddenly stop inverter failure, also UPS#1 stop
11	22/06/2015	Lehr	MV1 Lehr Fan	A	MV11 Lehr Fan trip and motor stop
12	27/08/2015	Cutting & Packing	Take off conveyor	A	During glass breakage. Suddenly roll conveyor take off stoped

No.	Date	Process	Equipment	E. Rank	Situation
13	09/09/2015	Cutting & Packing	Roller chain driving pad #11 FT mainline	B	FT mainline block #3 suddenly stop. Roller chain driving broken and rubber coupling loss
14	16/09/2015	Furnace	Deep Cooler For Side Wall Port #5L	A	Deep cooler was broken and fall down to furnace also water leakage and fall into furnace on port 5L for a few minutes
15	08/11/2015	Lehr	MV15 Lehr Fan	A	MV15 Lehr Fan trip and motor stop due to shaft of fan was bend

