

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Semen

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia semen adalah serbuk atau tepung yang terbuat dari kapur dan material lainnya yang dipakai untuk membuat beton, merekatkan batu bata ataupun membuat tembok.

Bila semen dicampurkan dengan air, maka terbentuklah beton. Beton nama asingnya, concrete-diambil dari gabungan prefiks bahasa Latin con, yang artinya bersama-sama, dan crescere (tumbuh), yang maksudnya kekuatan yang tumbuh karena adanya campuran zat tertentu.



Gambar 2.1 Mesin *Vertical Roller Mill*

Sifat-sifat semen Beberapa sifat semen yang penting, antara lain

- 1) Kehalusan Laju rekasi semen dengan air sangat dipengaruhi ukuran partikel semen. Semakin halus ukuran partikel menyebabkan luas permukaannya

semakin besar, hal ini akan mempercepat laju reaksi semen dan laju pengerasan semen. Menurut SNI ukuran partikel yang memenuhi standar diameter 0,09 – 1,22 mm Hidrasi semen Senyawa-senyawa $n\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, $n\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$, $n\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ jika ditambahkan air akan mengalami reaksi hidrasi. Reaksi ini terutama dipengaruhi oleh kehalusan semen, jumlah air dan suhu. Reaksi hidrasi tersebut menghasilkan senyawasenyawa hidrat yang sebagian besar terdiri dari kalsium silikat hidrat dan kalsium hidroksida, kalsium aluminat hidrat yang semuanya berbentuk kristal halus.

- 2) Setting Sifat ini pada adonan semen dimaksudkan sebagai gejala terjadinya kekakuan pada adonan semen. Pada prakteknya sifat ini ditunjukkan oleh waktu pengikatan yaitu waktu mulai terjadinya kekakuan.
- 3) Kuat tekan adalah sifat kemampuan guna menahan beban tekan. Kekuatan tekan merupakan sifat yang penting dari beton. Umumnya kuat tekan dinyatakan pada saat umur beton mencapai 28 hari. Dengan kadar C3S yang tinggi semen akan mempunyai kekuatan tekan awal yang besar, sedangkan C2S akan menyebabkan semen mempunyai kekuatan tekan untuk waktu yang lama.
- 4) Penghidrasi Reaksi hidrasi antara komponen-komponen dengan air bersifat eksotermis. Panas yang dilepaskan per satuan massa disebut panas hidrasi. Jumlah panas hidrasi yang timbul tergantung pada jenis semen, komposisi kimia semen, kehalusan semen dan perbandingan jumlah air dan semen.
- 5) Ketahan asam dan basa Beton dari semen portland dapat mengalami kerusakan karena pengaruh asam disekitarnya. Umumnya serangan asam pada beton adalah dengan mengubah konstruksi yang tidak larut dalam air sehingga mudah dihilangkan, misalnya HCl mengubah C3S, C2S, C3A dan C4AF menjadi CaCl_2 , AlCl_3 dan FeCl_3 . Sulfat akan bereaksi dengan $\text{Cu}(\text{OH})_2$ dan juga kalsium aluminat hidrat. Reaksi yang terjadi dapat menghasilkan pengembangan volume dan mengakibatkan terjadinya ekspansi. Jika pengaruh sulfat berlangsung terus-menerus, ekspansi tersebut akan menimbulkan keretakan yang dapat mengakibatkan beton hancur.

2.2. Total Productive Maintenance

Kuniawan fajar (2013:39) *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikut sertakan semua elemen dari perusahaan yang bertujuan untuk menciptakan suasana kritis (*critical mass*) dalam lingkungan industri guna mencapai *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident*. TPM adalah sistem manajerial unik yang pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1971, dengan berdasarkan kepada konsep perawatan preventive (*preventive maintenance*) atau perawatan produktif yang dipergunakan di Amerika Serikat sejak tahun 1950. Pada era tahun 1950 Jepang mempelajari Perawatan Produktif (*productive maintenance*), perawatan korektif (*Corrective maintenance*), *Reliability Engineering*, dan *maintainability Engineering* dari Amerika Serikat. Jepang mengembangkan konsep tersebut menjadi *Total Productive Maintenance*.

TPM adalah suatu metode yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada dalam suatu perusahaan tersebut. Melalui peningkatan kompenenisipasi dari seluruh anggota yang terlibat mulai dari manajemen puncak sampai kepada level terendah. Selain itu juga TPM bertujuan untuk menghindari perbaikan secara tiba – tiba dan meminimasi perawatan yang tidak terjadwal. TPM merupakan proses untuk memaksimalkan produktivitas penggunaan peralatan, melalui pengurangan downtime dan perbaikan kualitas dan kapasitas (John X wang, 2011:110). TPM mengedepankan proses perbaikan dengan mempertimbangkan keamanan, kualitas, pengiriman, biaya dan kreativitas yang melibatkan seluruh lini produksi. Saat ini banyak perusahaan yang mengimplementasikan TPM dengan menggunakan *Track Equipment Maintenance* (TEM). Sistem ini adalah system komputerisasi yang akan melakukan inspeksi prosedur kerja dan menjadwalkan pekerjaan perawatan. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan fasilitas dan mereduksi penggunaan energi.

TPM akan mengarahkan proses perawatan menjadi sesuatu yang sangat penting dari seluruh aktivitas manufaktur dimana TPM merupakan pendekatan

secara proaktif untuk meminimasi perawatan yang tidak terjadwal. Implementasi TPM diarahkan pada pencapaian efisiensi produksi di semua lini, karena saat ini banyak industri yang menerapkan system manusia mesin, sehingga untuk mendukung efisiensi, perlu dilakukan upaya yang tepat dalam penggunaan metode produksi dan perawatan terhadap fasilitas industry. TPM didesain untuk mengeliminir kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan, maupun keandalan fasilitas yang mulai menurun.

2.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Menurut Nakajima (1988:10), OEE *Overall equipment effectiveness* merupakan ukuran menyeluruh yang mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dari kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitasnya ataupun efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada proses produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memperbaiki cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/.peralatan.

Diantara manfaat implementasi pelaksanaan OEE menurut Ansori dan Mustajib (2013;114) ialah :

1. Dapat digunakan untuk menentukan starting point dari perusahaan ataupun peralatan / mesin
2. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kejadian *bottleneck* di dalam peralatan / mesin
3. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerugian produktifitas (*true productifity losses*).
4. Dapat digunakan untuk menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan nilai OEE dan produktifitas.

Overall equipment effectiveness adalah besarnya efektifitas yang dimiliki oleh peralatan atau mesin. OEE dihitung dengan memperoleh dari availabilitas dari alat – alat perlengkapan, efisiensi kinerja dari proses dan rate dari mutu produk.

Rumus matematis dalam perhitungan dari *Overall equipment effectiveness* (OEE) yakni:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance efficiency} \times \text{Rate of quality product} \times 100\%$$

Kondisi di atas dapat diartikan, untuk menghitung OEE pada suatu mesin atau peralatan tidak dapat dilihat dari salah satu faktor saja, semisal *performance efficiency*. Hal ini dapat menyebabkan perhitungan nilai OEE tersebut tidak akurat. ketiga faktor tersebut (*Availability, Performance efficiency, Rate of quality product*) harus dimasukkan dalam perhitungan nilai OEE. Kondisi aktual dalam mesin/ peralatan dapat diketahui dengan analisis *six big losses*. Enam faktor dalam *big six losses* tersebut dapat membantu untuk mencari nilai dari OEE mesin/ peralatan.

2.3.1. *Availability*

Perusahaan selalu mengharapkan mesin / peralatan produksi selalu tersedia. Tetapi nyatanya terkadang mesin / peralatan tersebut tidak dapat berjalan sesuai dengan apa yang perusahaan harapkan. Terdapat dua kemungkinan yang mengakibatkan mesin / peralatan tidak tersedia yakni:

- *Breakdown*

Breakdown ialah kerusakan mesin, yang biasanya lebih dari 10 menit. Waktu kerusakan (*breakdown*) dicatat dalam bentuk menit sampai mesin / peralatan tersebut dapat beroperasi kembali.

- *Setup / adjustment*

Setup / adjustment ialah pertukaran model atau produk yang mengakibatkan mesin tidak dapat dioperasikan. Dihitung dalam menit ketika produk terakhir dibuat hingga produk pengganti pertama yang dibuat

Sehingga dalam menghitung *availability* dibutuhkan:

- a. *Operation time*
- b. *Loading time*
- c. *Downtime*

Sedangkan *loading time* ialah waktu yang tersedia (*available time*) perhari atau perbulan yang dikurangi dengan waktu *downtime* mesin atau peralatan yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

$$loading\ time = total\ available\ time - planned\ downtime$$

Operation time adalah hasil pengurangan antara *loading time* dengan *downtime* mesin (*unplanned downtime*).

$$operation\ time = loading\ time - unplanned\ downtime$$

Dengan kata lain *operation time* merupakan jumlah waktu operasi mesin yang tersedia (*available time*) ketika *downtime* tidak di ikut sertakan. *Unplanned downtime* ialah waktu yang seharusnya dapat digunakan mesin untuk membuat produk, tetapi karena adanya gangguan mesin / peralatan mengakibatkan tidak adanya *output* atau hasil dari mesin tersebut..

2.3.2. Performance efficiency

Performance efficiency dalam perhitungan OEE ialah jumlah unit produk yang dihasilkan dalam waktu tertentu. *Performance efficiency* dapat dicari dengan mengalihkan *Operation Speed rate* dan *Net Operation Rate*, atau hasil perkalian antara produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

$$performance\ efficiency = \frac{processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{operation\ time} \times 100\%$$

$$operation\ speed\ rate = \frac{ideal\ cycle\ time}{actual\ cycle\ time}$$

$$net\ operating\ rate = \frac{actual\ process\ time}{operation\ time}$$

Operation speed rate ialah perbandingan antara kecepatan waktu *ideal* mesin atau peralatan berdasarkan kapasitas mesin sebenarnya (*ideal cycle time*) dengan kecepatan waktu mesin yang sebenarnya (*actual cycle time*)

Net operation rate ialah perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*processes amount*) dikalikan dengan waktu proses sebenarnya (*actual cycle time*) dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung kerugian yang diakibatkan oleh *minor stoppages* dan menurunnya kecepatan produksi.

2.3.3. *Rate of quality product*

Rate of quality produk dalam OEE diartikan sebagai jumlah unit produk baik yang telah diproduksi dibandingkan dengan total jumlah unit produk (baik berupa produk yang baik maupun produk yang cacat) yang dihasilkan. *Rate of quality* diperoleh dengan menghitung dua faktor yakni:

- *Processed of quality product* (jumlah produk yang diproses)
- *Defect amount* (jumlah produk yang cacat)

Rate of quality dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$\text{quality rate} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\%$$

Setelah mendapatkan ketiga nilai di atas (*availability, performance efficiency, dan juga rate of quality*) dilakukan perhitungan nilai OEE dengan rumus sebagai berikut:

$$OEE(\%) = \text{Availability} \times \text{performance efficiency} \times \text{quality rate} \times 100\%$$

2.3.4. Standar nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Menurut Nakajima (1989) dalam Ansori dan Mustajib (2013) standar *ideal* OEE pada suatu perusahaan adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Standar ideal OEE

OEE factor	OEE Procented (<i>World Class</i>)
Availability	>90%
Performance efficiency	>95%
Quality rate	>99%
OEE	>85%

Sumber : Seichi Nakajima (1989;31)

Berikut penjelasan dari standar ideal OEE pada tabel :

1. Jika OEE = 100%, maka produksi dianggap sempurna.
2. Jika OEE = 85%, maka produksi dianggap kelas dunia
3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tetapi menunjukkan ada ruang besar untuk *improvement*
4. Jika OEE = 40% maka produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tetapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-*improve* melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri akar penyebab downtime dan menangani sumber – sumber penyebab downtime secara satu persatu)

Jadi apabila suatu perusahaan ingin diakui mempunyai tingkat kinerja skala dunia, maka nilai OEE perusahaan tersebut harus mencapai standar nilai OEE kelas dunia yang telah ditetapkan.

2.4. *Six Big Losses*

Menurut Nakajima (1989) dalam Ansori dan Mustajib (2013;114) terdapat 6 kerugian besar yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Keenam kerugian tersebut sering disebut sebagai *six big losses* dari *downtime losses* yaitu *equipment failure (breakdown loss)* dan *setup and adjustment loss*. *speed losses* yaitu *idling and minor stoppages* dan *reduce speed loss*. *Defect losses* yaitu *process defect loss* dan *reduced yield loss*.

2.4.1. *Equipment failure (breakdown loss)*

Equipment failure (breakdown loss) yaitu kerugian yang berhubungan dengan kegagalan. Jenis kegagalan meliputi fungsi stoving kegagalan sporadic dan kegagalan mengurangi fungsi dimana fungsi peralatan turun dibawah tingkat normal.

Untuk menghitungnya digunakan rumus :

$$\text{Equipment Failure} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.4.2. *Setup and adjustment loss*

Set up and adjustment loss yaitu kemacetan yang terjadi akibat perubahan sistem kerja. Kerugian ini disebabkan adanya perubahan pada saat beroperasi. Penggantian peralatan memerlukan waktu shutdown sehingga alat dapat dipertukarkan. Untuk menghitung *setup and adjustmen loss* digunakan rumus:

$$\text{setup and adjustment loss} = \frac{\text{total setup and adjustment}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.4.3. *Idling and minor stoppages*

Idling and minor stoppages yaitu kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendiamkan berhubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang. Hal ini disebabkan oleh kejadian – kejadian seperti perhentian mesin sejanak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. *Non productive time* merupakan waktu yang mengakibatkan mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk dikarenakan gangguan diluar mesin (gangguan listrik, keterlambatan bahan baku, pembersihan mesin, dll) sehingga mesin tidak bekerja secara produktif. Untuk menghitung *idle and minor stoppages* digunakan rumus:

$$\text{idle and minor stoppages} = \frac{\text{non productive time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.4.4. *Reduced speed loss*

Reduced speed loss merupakan kerugian yang berhubungan dengan kecepatan operasi actual yang rendah, dibawah kecepatan operasi *ideal*. Untuk menghitung *reduce speed loss* digunakan rumus:

reduce speed loss

$$= \frac{\text{Actual operation time} - (\text{ideal cycle time} \times \text{processed amount})}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.4.5. *Process defect loss*

Process defect loss yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Untuk menghitung *process defect loss* digunakan rumus

$$\text{process defect loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{total defect amount}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.4.6. *Reduce yield loss*

Reduce yield loss merupakan kerugian material sehubungan dengan perbedaan pada *input* berat bahan dan berat dari produk berkualitas. Untuk menghitung *reduce yield loss* digunakan rumus:

$$\text{reduce yield loss} = \frac{\text{ideal cycle time} \times \text{reduce yield}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

2.5. FMEA

Failure Mode and Effect Analysis FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber - sumber dan akar penyebab dari suatu masalah. Terdapat dua pengaplikasian metode FMEA yaitu dalam bidang desain dan dalam proses. Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai FMEA, definisi FMEA tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa.

Ada beberapa tipe dari FMEA. Berikut ini dijelaskan beberapa tipe dari FMEA, yaitu :

a. Design FMEA

Desain FMEA digunakan untuk menganalisa produk sebelum memasukkan ke dalam proses produksi. Desain FMEA fokus pada modus kegagalan yang diakibatkan oleh desain (Stamatis. 2003).

b. Process FMEA

Process FMEA digunakan menganalisa proses produksi dan perakitan. Process FMEA ini fokus pada modus kegagalan yang disebabkan oleh proses produksi atau perakitan (Stamatis. 2003).

c. System FMEA

System FMEA digunakan untuk menganalisa sistem dan subsistem dalam proses desain dan konsep. System FMEA ini fokus pada modus kegagalan antara fungsi dari sistem yang disebabkan oleh definisi sistem (Stamatis. 2003).

d. Service FMEA

Service FMEA digunakan untuk menganalisa servis sebelum mencapai ke konsumen. Service FMEA fokus pada kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses (Stamatis. 2003).

e. Product FMEA Product FMEA fokus pada modus kegagalan yang terjadi pada produk atau proyek (Stamatis. 2003).

f. Software FMEA

Software FMEA digunakan untuk menganalisa modus kegagalan pada sebuah Software (Stamatis. 2003).

Desain FMEA

Berikut desain dari FMEA :

o *Header Information*

Mendokumentasikan sistem/subsistem/komponen (dibawah nama proyek/deskripsi) dan perlengkapan informasi lain tentang kapan dan siapa yang membuat FMEA.

- *Item/Function*
Berisi nama dan jumlah item yang dianalisis dengan ringkas, tepat, dan mudah untuk memahami penjelasan dari fungsi atau respon yang dianalisis untuk memenuhi maksud dari desain.
- *Potential Failure Mode*
Didefinisikan sebagai proses yang potensial akan menimbulkan kegagalan pada proses produksi.
- *Potential Effect(s) of Failure*
Efek yang ditimbulkan oleh adanya modus kegagalan potensial pada konsumen.
- *Severity*
Menilai seberapa besar efek dari kegagalan terhadap komponen, sistem, subsistem ke depannya. Menurut tingkat keseriusan, severity dinilai pada skala 1 sampai 10
- *Classification*
Menjelaskan mengenai informasi tambahan seperti karakteristik penting yang mungkin memerlukan proses kontrol tambahan.
- *Potential Causes(s) of Failure*
Menunjukkan bagaimana sebuah kegagalan dapat terjadi.
- *Occurrence*
Memperkirakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi.
- *Current Process Controls*
Daftar kegiatan yang dimaksudkan untuk pengendalian sebuah proses untuk modus kegagalan.
- *Detection*
Penilaian kemampuan pengendalian kontrol saat ini untuk mendeteksi modus kegagalan berkelanjutan atau penyebab potensial dari kelemahan proses sebelum memulai produksi.
- *Risk Priority Number*
Nilai dari Perkalian *severity*, *occurrence*, dan tingkat *detection*.

- *Recommended Action(s)*
Menjelaskan tindakan-tindakan yang dapat mengurangi tingkat severity, occurrence, dan tingkat detection atau mengurangi tingkat mode kegagalan RPN tinggi.
- *Responsibility for Recommended Action*
Berisi tentang individu-individu yang bertanggung jawab atas tindakan yang direkomendasikan dan target penyelesaian. - Action Taken
Menggambarkan tindakan pelaksanaan dan waktu yang efektif.
- *Resulting RPN*
Berisikan hasil dari perhitungan ulang akibat tindakan korektif yang mempengaruhi severity, occurrence, dan tingkat detection sebelumnya.

Pengukuran terhadap besarnya nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* adalah sebagai berikut :

1. Nilai *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisis resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi hasil akhir proses. Dampak tersebut di rating mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk dan penentuan terhadap rating terdapat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai *severity*

Rating	Kriteria
1	Tidak Ada Pengaruh
2	Kegagalan akan mengganggu minoritas lini produksi, produk cacat dapat dipilih dan jumlahnya kurang dari 100 %, produk tersebut dapat diperbaiki dan dikerjakan pada lini produksi dan pada stasiun tersebut

3	Kegagalan akan mengganggu minoritas lini produksi, produk cacat dapat dipilih dan jumlahnya kurang dari 100 %, produk tersebut dapat diperbaiki dan dikerjakan pada lini produksi tersebut namun dilakukan pada stasiun yang berbeda
4	Kegagalan akan mengganggu minoritas lini produksi, produk cacat dapat dipilih dan jumlahnya kurang dari 100 %, produk tersebut di perbaiki pada lini dan stasiun yang berbeda.
5	Kegagalan akan mengganggu minoritas lini produksi, 100 % produk harus diperbaiki. Fungsi produk dapat digunakan namun nilai kenyamanan produk berkurang
6	Kegagalan akan mengganggu minoritas lini produksi. Kurang dari 100 % porsi produk yang cacat masuk dalam kategori tidak dapat diperbaiki (scrap)
7	Kegagalan akan mengganggu minoritas lini produksi. Produk masih dapat dipilih dan terdapat jumlah kurang dari 100 % produk masuk dalam kategori tidak dapat diperbaiki (scrap). Fungsi produk dapat digunakan tapi kegagalan menyebabkan fungsi tersebut berkurang
8	Kegagalan akan mengganggu mayoritas lini produksi. 100 % produk masuk dalam kategori tidak dapat diperbaiki (scrap)
9	Kesalahan yang terjadi dapat menyebabkan mesin rusak dan dapat membahayakan keselamatan operator pada saat proses produksi. Ada signal yang memperingatkan kesalahan itu terjadi.

10	Kesalahan yang terjadi dapat menyebabkan mesin rusak dan dapat membahayakan keselamatan operator pada saat proses produksi. Tidak ada signal yang memperingatkan kesalahan itu terjadi.
----	---

Sumber : Cayman Business System, 2004

2. Nilai *Occurance* Apabila sudah ditemukan rating pada proses Severity, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurance*. *Occurance* merupakan kemungkinan bahwa penyebab kegagalan akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa produksi produk. Penentuan nilai *occurance* bisa dilihat berdasarkan Tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai *occurance*

Degree	Berdasarkan Frekuensi Kejadian	Rating
Remote	0,01 per 1000 item	1
Low	0,1 per 1000 item	2
	0,5 per 1000 item	3
Moderate	1 per 1000 item	4
	2 per 1000 item	5
	5 per 1000 item	6
High	10 per 1000 item	7
	20 per 1000 item	8
Very High	50 per 1000 item	9
	100 per 1000 item	10

Sumber : Cayman Business System, 2004

3. Setelah diperoleh nilai *occurance*, selanjutnya adalah menentukan nilai *detection*. *Detection* berfungsi untuk upaya pencegahan terhadap proses produksi dan mengurangi tingkat kegagalan pada proses produksi. Penentuan nilai *detection* bisa dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Nilai *detection*

Rating	Kriteria	Berdasarkan frekuensi kejadian
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul	0,01 per 1000 item
2	Kemungkinan terjadi sangat rendah	0,1 per 1000 item
3		0,5 per 1000 item
4	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab itu terjadi.	1 per 1000 item
5		2 per 1000 item
6		5 per 1000 item
7	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif. Penyebab masih berulang kembali.	10 per 1000 item
8		20 per 1000 item
9	Kemungkinan penyebab terjadi masih sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif. Penyebab masih berulang kembali.	50 per 1000 item
10		100 per 1000 item

Sumber : Cayman Business System, 2004

Setelah mendapatkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada mode kegagalan maka akan diperoleh nilai RPN, dengan cara mengalikan nilai Severity, Occurrence, dan detection ($RPN = S \times O \times D$) yang kemudian dilakukan pengurutan berdasarkan nilai RPN tertinggi sampai yang terendah. Setelah itu kegiatan proses produksi yang mempunyai nilai RPN besar dan mempunyai peranan penting dalam suatu kegiatan produksi, dilakukan usulan perbaikan untuk menurunkan tingkat kecacatan produk.

2.6. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian – penelitian terdahulu yang mengukur nilai overall equipment effectiveness (OEE), serta sebagai analisis usaha untuk melakukan perbaikan dengan menggunakan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA), diantaranya:

1) Nur Hasyim. M, Universitas Muhammadiyah Gresik (2017) dalam skripsi yang berjudul Analisa nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin mixing machine type B (studi kasus : PT. HANAMPI SEJAHTERA KAHURIPAN)

PT. hanampi sejahtera kahuripan adalah satu – satunya perusahaan yang memproduksi pupuk urea terkendali dan pupuk kompon. Permasalahan yang dialami saat ini adalah terjadinya banyak kerusakan pada mesin produksi pupuk urea terkendali (mixing machine type – B) yaitu mesin UTK -02, sehingga mesin tersebut tidak dapat bekerja dengan efektif. Untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, melakukan pengukuran dengan menggunakan metode OEE. Terdapat tiga faktor dalam OEE: avability (A), performance Effecincy (P) , dan rate product (R) jika nilai OEE belum memenuhi standar OEE kelas dunia, maka akan dilakukan perhitungan six big losses, kemudian dilakukan Analisa menggunakan diagram pareto dan memberikan usulan perbaikan dengan menggunakan metode FMEA. Rata - rata nilai OEE pada bulan Februari – juli 2017 mesin UTK-02 yaitu 60,18%. Nilai mesin tersebut belum memenuhi standar OEE kelas dunia yakni 85%. Hasil six big losses dan Analisa diagram pareto yang menunjukkan bahwa menyebabkan rendahnya pencapaian nilai OEE pada mesin UTK-02 adalah pada rate product dengan faktor terbesar 112,41 jam dan 414,78 jam serta kerugian produk rework dan scrap sebanyak 2.699.230 selama bulan Februari – juli 2017. Usulan perbaikan dari penyeban kegagalan masa pakai screw terlalu lama pada mesin UTK-02 yaitu: melakukan pergantian screw yang preventif dan menentukan umur atau masa pakai screw pada mesin. Dari penyebab kegagalan banyaknya bahan baku yang menggumpal pada mesin UTK-02 didapatkan usulan perbaikan yaitu: melakukan pengecekan

terhadap bahan baku yang mau diproses dan melakukan manajemen penyimpanan bahan baku yang tepat.

2) Indra Setiawan UNIVERSITAS ISLAM NEGRI SUNAN KALIJAGA(2015).dalam skripsi yang berjudul analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai rekomendasi perbaikan Maintenance (study kasus di CV. Sinar albasia Utama Yogyakarta)

CV. Sinar albasia Utama adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengolahan kayu yang memproduksi berecore. Penelitian dilakukan pada bagian lini produksi III yang menganalisis Maintenance Performance measurnment (mpm) mesin Double Surface Planer GT-610A dan mesin Gang Rip Saw SK-305HA. Penelitian ini mengangkat tema pengukuran performansi perawatan dengan metode Overall Equipment Effectiveness (OEE). Hasil perhitungan losses yang terjadi dilakukan dengan metode analisis six big losses sebagai dasar rekomendasi perbaikan dengan pendekatan 8 pilar TPM untuk meningkatkan efektifitas maintenance dan mesin produksi. Dari hasil penelitian diketahui nilai OEE periode triwulan I mesin GT-610A dan SK-305HA berada di bawah nilai 85% standar JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance). Nilai – nilai rata- rata OEE periode triwulan I mesin GT-610A adalah 60,62% dan mesin SK-305HA adalah 62,09%. Hasil analisis six big losses diketahui losses yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE mesin GT-610A dan SK-305HA adalah reduced speed losses, breakdown loss, set up and adjustment losses, dan idle and small stop losses. Salah satu dari rekomendasi perbaikan dengan pendekatan 8 (delapan) pilar TPM adalah autonomous maintenance penggantian v-belt yang merampingkan proses penanganan kerusakan penggantian v-belt dari rata – rata awal 184 menit menjadi 74 menit. Untuk perawatan berkala pada v-belt bagian bawah dihasilkan dari analisis MTBF, waktu perawatan v-belt adalah per 100 jam kerja operasi.

3) Dianra Alvira, Yanti Helianty, Hendro Prassetiyo di Jurnal Reka Integra itenas Bandung, Vol. 03 No 03 (2015) yang berjudul USULAN PENINGKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS

(OEE) PADA MESIN TAPPING MANUAL DENGAN MEMINIMUMKAN SIX BIG LOSSES

PT X merupakan penghasil produk feederclamp yang digunakan untuk tower telekomunikasi. Banyak permintaan produk feeder clamp dari para konsumen, menjadikan salah satu faktor utama bagi PT X untuk meningkatkan produktivitas dengan cara memanfaatkan peralatan produksi seefektif mungkin dan menuntut kinerja mesin yang lebih tinggi untuk mencapai permintaan tersebut. Oleh karena itu diperlukan usaha perbaikan agar dapat meningkatkan efektifitas mesin dan dapat bekerja dengan optimal. Makalah ini membahas mengenai overall equipment effectiveness . OEE ini ialah pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu mesin / peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin ,performansi dan kualitas produk yang dihasilkan. Berdasarkan ketiga faktor diatas jika nilai OEE berada di bawah nilai standar sebesar 84% maka perlu dilakukan analisis six big losses untuk mengetahui kerugian yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE . Penelitian dilakukan pada bulan Februari - Maret 2015, dari perhitungan didapatkan rata - rata nilai OEE yaitu sebesar 55,192% . Nilai tersebut berada di bawah nilai standar sehingga perlu dilakukan perbaikan sistem yang dapat meningkatkan faktor - faktor nilai OEE.

4) Agil Septiyan Habib dan H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE (JURNAL TEKNIK POMITS 2012) dalam JURNAL TEKNIK POMITS Vol .1 no.1 yang berjudul Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin CNC Cutting

Produksi boiler yang dilakukan oleh PT ALSTOM Power Energy System Indonesia melibatkan banyak komponen, salah satu komponen yang paling banyak terlibat dalam aktivitas produksi adalah komponen attachment yang diproduksi oleh mesin CNC Cutting. Karena komponen ini memegang peranan penting dalam aktivitas produksi, maka mesin yang dipergunakan untuk memproduksinya harus senantiasa berada dalam kondisi baik dan memiliki efektivitas yang tinggi. Efektivitas mesin dapat diketahui dengan mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dari mesin CNC

Cutting tersebut. Dalam pengukuran OEE terdapat tiga faktor penting yang mempengaruhinya, yaitu availability rate, performance rate, dan quality rate. Nilai standar dari ketiga faktor tersebut berturut-turut adalah 90%, 95%, dan 99%. Sedangkan untuk standar global dari nilai OEE adalah 85%. Data pengukuran menunjukkan bahwa besaran nilai dari availability rate adalah 84,9%, performance rate sebesar 72,9%, quality rate sebesar 100%, dan OEE sebesar 61,8%. Penyebab belum optimalnya nilai OEE mesin dikaji lebih lanjut dengan menggunakan tools seperti RCA (Root Cause Analysis), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), dan AHP (Analytical Hierarchy Process). RCA dipergunakan untuk mengidentifikasi faktor root cause dari terjadinya suatu non value activity. Sedangkan FMEA dipergunakan untuk mencari aktivitas paling kritis untuk kemudian dirumuskan alternatif solusinya. AHP dipergunakan untuk memberikan pembobotan terhadap kriteria performansi, dan kemudian dengan menggunakan value management dapat ditentukan alternatif solusi terbaik. Hasil dari penelitian ini adalah diketahuinya beberapa faktor penyebab belum optimalnya availability rate dan performance rate. Aktivitasaktivitas yang menjadi faktor penyebab tersebut adalah mengulang proses potong, menunggu ketersediaan material, dan mengoperasikan mesin dengan kecepatan potong rendah.

Table 2.5 Perbandingan dengan penelitian terdahulu

Penulis Tahun	Judul	OE E	Six big loss es	FM EA
Nur Hasyim. M 2017	Analisa nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada mesin mixing machine type B (studi kasus : PT. HANAMPI SEJAHTERA KAHURIPAN)	V	V	V
Indra Setiawan 2015	analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) sebagai rekomendasi perbaikan Maintenance (study kasus di CV. Sinar albasia Utama Yogyakarta)	V	V	
Dianra Alvira, Yanti Helianty, Hendro Prasetyo 2015	USULAN PENINGKATAN OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) PADA MESIN TAPPING MANUAL DENGAN MEMINIMUMKAN SIX BIG LOSSES	V	V	V

<p>Agil Septiyan Habib dan H. Hari Supriyanto, Ir., MSIE 2012</p>	<p>Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Sebagai Pedoman Perbaikan Efektivitas Mesin CNC Cutting</p>	<p>V</p>	<p>V</p>	<p>V</p>
<p>Wahyu Amrillah M. 2019</p>	<p>Analisis efektivitas mesin Vertical roller mill menggunakan metode <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> dan <i>Failure Mode Effect and Analisis (FMEA)</i> (study kasus PT Cemindo Gemilang Gresik)</p>	<p>V</p>	<p>V</p>	<p>V</p>