

**TESIS**

**PENGARUH SISTIM PEMELIHARAAN *TOTAL PRODUCTIVE  
MAINTENANCE (TPM)* DAN *LEAN MANUFACTURING (LM)*  
TERHADAP *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*  
(OEE)**

**(STUDI KASUS PT. SEMEN TONASA)**

**EFFECT OF TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)  
AND LEAN MANUFACTURING (LM) MAINTENANCE  
SYSTEM ON OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS  
(OEE)**

**(CASE STUDY PT. TONASA CEMENT)**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister  
Disusun dan diajukan oleh

**IRSAN  
A022202010**



**PROGRAM MAGISTER SAINS MANAJEMEN  
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

## TESIS

**PENGARUH SISTIM PEMELIHARAAN TOTAL PRODUCTIVE  
MAINTENANCE (TPM) DAN LEAN MANUFACTURING (LM)  
TERHADAP OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS  
(OEE)  
(STUDI KASUS PT. SEMEN TONASA)**

Disusun dan diajukan oleh

**IRSAN**  
**A022202010**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

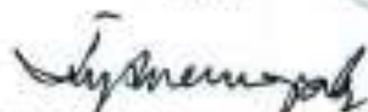
Pada tanggal 4 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat

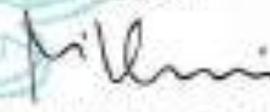
Ketua



Prof. Dr. Muhammad Idrus Taba, SE., M.Si

NIP. 196004031986091001

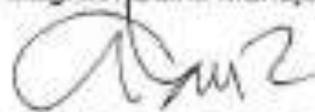
Anggota



Dr. Haeriah Hakim, SE., M., M.Mktg.

NIP. 197407202008012001

Ketua Program Studi  
Magister Sains Manajemen



Prof. Dr. A. Razak Munir, SE., M.Si., M.Mktg.

NIP. 197412062000121001

Dean Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Hasunuddin




Prof. Dr. Abd. Rahman Kadir, SE., Msi

NIP. 196402051988101001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : IRSAN

NIM : A022202010

Jurusan/ Program Studi : MAGISTER SAINS MANAJEMEN

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang berjudul:

**PENGARUH SISTIM PEMELIHARAAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)* DAN *LEAN MANUFACTURING (LM)* TERHADAP *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* (STUDI KASUS PT. SEMEN TONASA)**

Adalah karya ilmiah saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya di dalam naskah tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan/ ditulis/diterbitkan sebelumnya, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata di dalam naskah tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU NO. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Makassar, 4 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



**IRSAN**  
A022202010

## PRAKATA

Puji syukur peneliti ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga peneliti mampu menyelesaikan tesis yang berjudul “PENGARUH SISTIM PEMELIHARAAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE* (TPM) DAN *LEAN MANUFACTURING* (LM) TERHADAP *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) (STUDI KASUS PT. SEMEN TONASA)” sesuai pada waktu yang sudah ditentukan. Tesis ini merupakan tugas akhir untuk mencapai gelar Magister Sains Manajemen (MSM) pada Program Pendidikan Pascasarjana Fakultas Ilmu Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan tesis ini peneliti banyak mendapatkan bimbingan, arahan dan bantuan dari semua pihak yang terkait. Untuk itu peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Abd. Rahman Kadir, SE.,M.Si., selaku Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin
2. Bapak Prof. Dr. Abd. Razak Munir, SE.,M.Si.,M.Mktg, selaku Ketua Program Studi Magister Sains Manajemen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin, yang telah memberikan banyak arahan dan dukungan selama proses perkuliahan berjalan hingga akhir tesis ini selesai pada waktunya.
3. Bapak Prof. Dr. Muhammad Idrus Taba, SE.,M.Si, selaku Guru Besar Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Hasanuddin dan selaku pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, masukan, pengetahuan dan bimbingan selama proses pembuatan tesis ini.
4. Ibu Dr. Hj. Haeriah Hakim, SE.,M., M.Mktg, selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan, pengetahuan dan bimbingan selama proses pembuatan tesis ini.

5. Bapak Bakri Syafar, ST selaku General Manager of Maintenance PT. Semen Tonasa atas dukungannya dalam masa studi, beserta semua rekan kerja atas bantuan, kerjasama dan kesediannya dalam memberikan data yang dibutuhkan dalam pengisian kuesioner penelitian untuk kebutuhan pembuatan tesis ini serta kesediannya untuk menjadikan Direktorat Operasi sebagai tempat penelitian tesis ini.
6. Almarhum Ayahanda, Ibunda, Ayah mertua, Ibu mertua, istriku Kartika Rachmawati Abdi Gobel, SIP dan anak-anakku Ciza Ghaisani Azighah Ramadhani dan Muh. Ziggy Karadane Irsan serta keluarga besar tercinta yang telah banyak memberikan dukungan doa, kasih sayang serta motivasi hingga selesainya tesis ini.
7. Teman-teman Angkatan ke-2 (kelas B) tahun 2020 tim 9, Program Studi Magister Sains Manajemen Universitas Hasanuddin, yang telah bersama-sama berjuang dalam masa studi, berbagi pengetahuan, pengalaman dan dukungan untuk penyelesaian tesis.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu selesainya penyusunan tesis ini.

Peneliti menyadari sepenuhnya dalam penyusunan tesis tentunya masih belum sempurna, baik dari sisi penulisan, isi maupun penyusunan naskah. Untuk itu dengan sikap terbuka, peneliti bersedia menerima kritik dan saran yang sifatnya konstruktif untuk kesempurnaan tesis ini.

Makassar, 3 Agustus 2022

  
IRSAN  
A022202010

## ABSTRAK

**IRSAN. Pengaruh Total Productive Maintenance dan Lean Manufacturing terhadap Overall Equipment Effectiveness: Studi Kasus di PT Semen Tonasa** (dibimbing oleh Idrus Taba dan Haeriah Hakim).

Agar dapat berproduksi sesuai dengan kapasitas dan dapat bertahan di era global dengan tingkat persaingan yang lebih kompetitif, perusahaan harus meningkatkan kinerja di lini produksi yang tidak terlepas dari kemampuan manajemen perusahaan dalam mengelola sumber daya perusahaan. Kinerja dan daya saing bergantung pada ketersediaan, keandalan, dan produktivitas fasilitas produksinya sendiri. *Overall equipment effectiveness* (OEE) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas penggunaan suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut pandang dalam proses penghitungan tersebut. *Total productive maintenance* (TPM) dan *lean manufacturing* (LM) merupakan faktor yang dapat meningkatkan nilai OEE. *Total productive maintenance* merupakan salah satu pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan kinerja kegiatan pemeliharaan atau perawatan peralatan agar tetap dalam kondisi prima dan meminimalisasi kerusakan. Tujuan penerapan LM adalah meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya dengan menghilangkan pemborosan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh TPM dan LM terhadap OEE di PT Semen Tonasa. Desain penelitian ini bersifat kuantitatif dengan metode regresi berganda untuk mengetahui hubungan variabel independen terhadap variabel dependen. Sampel sebanyak 98 orang dengan menggunakan teknik *proportionate stratified random sampling*. Data dikumpulkan dengan memberikan kuesioner secara langsung kepada responden. Kami menemukan, TPM dan LM berpengaruh langsung, positif, dan signifikan terhadap OEE.

Kata kunci: *total productive maintenance, lean manufacturing, overall equipment effectiveness*



## ABSTRACT

**IRSAN. The Effect of Total Productive Maintenance (TPM) and Lean Manufacturing (LM) on Overall Equipment Effectiveness (OEE): A Case Study at PT. Semen Tonasa** (supervised by: Idrus Taba and Haen Hakim)

In order to be productive based capacity and survive in the global era with a more competitive level of competition, companies must improve performance in the production line which cannot be separated from the ability of company management to manage company resources. Performance and competitiveness depend on the availability, reliability, and productivity of its own production facilities. Overall equipment effectiveness (OEE) is a method used to measure the level OT effectiveness of the use of an equipment or system by including several points of view in the calculation process. Total Productive Maintenance (TPM) and Lean Manufacturing (LM) are factors that can increase the OEE value. TPM is one approach used to improve the performance of maintenance activities or equipment maintenance so that it remains in prime condition and minimizes breakdown. The purpose of implementing LM is to increase productivity and reduce costs by eliminating waste or activities that are not value added. This study aims to determine the effect of TPM and LM on OEE at PT. Semen Tonasa. This research design is quantitative analysis with multiple regression method to determine the relationship between the independent variable and the dependent variable. The samples consist of 98 people determined using proportionate stratified random sampling technique. The data were directly collected from the respondents by using questionnaires. The results show that TPM and LM have a direct, positive, and significant effect on OEE.

**Keywords:** total productive maintenance, lean manufacturing, overall equipment effectiveness



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	iii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	10
1.3. Tujuan Penelitian .....	10
1.4. Manfaat Penelitian .....	11
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>12</b>
2.1. Tinjauan Teori dan Konsep.....	12
2.2. Tinjauan Empiris.....	35
2.3. Kerangka Konseptual .....	38
2.4. Hipotesis.....	38
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>39</b>
3.1. Rancangan dan Pendekatan Penelitian .....	39
3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian.....	40
3.3. Populasi dan Teknik Sampel.....	40
3.4. Jenis dan Sumber Data .....	41
3.5. Teknik Pengumpulan Data.....	42
3.6. Teknik Analisis Data .....	44
3.7. Definisi Operasional.....	49
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>51</b>
4.1 Deskripsi Subjek, Lokasi & Waktu Penelitian .....	51
4.2 Karakteristik Responden.....	51
4.3 Hubungan Antar Variabel.....	55
4.4 Regresi Berganda.....	58
<b>BAB V PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN.....</b>	<b>69</b>
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>77</b>

6.1	Kesimpulan .....	77
6.2	Saran .....	78
DAFTAR PUSTAKA.....		80
LAMPIRAN .....		86

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Masalah**

PT. Semen Tonasa adalah perusahaan yang bergerak di pengolahan semen, dan merupakan produsen semen terbesar di Indonesia Timur yang beroperasi sejak tahun 1968. Perusahaan ini terletak di Desa Biringere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan dan saat ini memiliki 4 pabrik besar yaitu Pabrik Tonasa II dan III dengan kapasitas masing-masing 590.000 ton semen, Pabrik Tonasa IV kapasitas 2.300.000 ton semen pertahun, serta Pabrik Tonasa V yang mampu menghasilkan 2.500.000 ton semen per tahun.

Kegiatan proses produksi dimulai dari penambangan batu kapur yang diperoleh dari pegunungan batu kapur dan penambangan tanah liat yang diperoleh dari daerah sekitar pabrik. Kedua bahan baku diatas merupakan bahan baku utama dalam proses pembuatan semen dengan komposisi 80% batu kapur dan 18% tanah liat, selain kedua bahan baku diatas juga ditambah pasir silika sekitar 1,5% dan pasir besi 0,5% yang merupakan bahan koreksi terhadap kualitas kandungan bahan baku sesuai dengan yang dipersyaratkan, kedua bahan koreksi tersebut diperoleh dari pihak luar. Setelah penambangan tersebut dilanjutkan dengan proses pengeringan dan penggilingan yaitu dimana

bahan baku hasil penambangan dipecah dengan mesin pemecah, digiling halus, dan dicampur merata sesuai dengan perbandingan tertentu, kegiatan ini diporses pada mesin *raw mill*. Langkah selanjutnya adalah proses pembakaran dan pendinginan, yaitu bahan baku yang telah digiling dan sudah terhomogenisasi dimasukkan kedalam mesin tanur (*kiln*) dan dibakar sampai suhu 1450°C dan di dinginkan pada suhu  $\pm 90^{\circ}\text{C}$ , sehingga material yang keluar dari pendingin berbentuk bulat-bulatan kecil yang disebut klinker. Klinker ini yang kemudian di transport ke mesin penggiling semen (*cement mill*), dimana klinker dicampur dengan gypsum dan batu kapur bongkahan kecil (*filler*) dan digiling halus sehingga berbentuk semen. Tahap terakhir adalah pengepakan, semen-semen yang telah diproduksi dikepak sesuai dengan berat yang telah ditetapkan menggunakan mesin *rotary packer*.

Untuk dapat memproduksi sesuai dengan kapasitas dan dapat bertahan di era global dengan tingkat persaingan yang lebih kompetitif di industri persemenan, perusahaan harus meningkatkan kinerja di lini produksi yang tidak terlepas dari kemampuan manajemen perusahaan dalam mengelola sumber daya perusahaan. Peralatan merupakan sumber daya utama yang dimiliki perusahaan untuk menghasilkan suatu produk secara kontinyu, kemampuan perusahaan dalam penerapan suatu teknologi harus ditunjang dengan kemampuan menjaga dan memelihara peralatan yang dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam proses produksi. Kinerja dan daya

saing disuatu perusahaan manufaktur tergantung pada ketersediaan, keandalan, dan produktivitas fasilitas produksinya sendiri (M.Jasiulewicz-kaczmarek, 2016). Hasil produktivitas yang rendah, waktu henti, dan kinerja mesin yang buruk sering dikaitkan dengan pemeliharaan pabrik yang kurang memadai, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan tingkat produksi, peningkatan biaya, penurunan keuntungan dan hilangnya peluang (M.Jasiulewicz-kaczmarek, 2016). Salah satu pendekatan untuk meningkatkan kinerja kegiatan pemeliharaan adalah dengan menerapkan sistem *Total Productive Maintenance* (TPM) (Hermann, 2004).

*Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan filosofi yang berasal dan dikembangkan di Jepang oleh Nakajima (1988). TPM adalah teknik praktis yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas fasilitas yang dimiliki oleh suatu industri atau organisasi dengan membentuk sistem pemeliharaan produktivitas, mencakup seluruh perawatan peralatan, mencakup seluruh departemen, melibatkan partisipasi seluruh karyawan dan mengembangkan kelompok kecil dalam melakukan pemeliharaan proses dan peralatan secara mandiri (Kumar, *et al.*, 2012). Sistem pemeliharaan direncanakan untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas secara berkelanjutan. TPM menjadi suatu sistem atau aturan yang bertujuan untuk meningkatkan *availibilitas* mesin atau peralatan yang ada dan meminimalisir pengeluaran yang berlebih untuk perbaikan (Amit & Garg, 2012). Saat

ini konsep TPM tidak hanya diterapkan di Jepang atau oleh perusahaan Jepang saja, TPM juga sudah diterapkan di seluruh dunia untuk menjaga operasional pabrik. Penerapan TPM terbukti memberikan perubahan yang baik pada perusahaan berupa peningkatan produktivitas, peningkatan kualitas, pengendalian biaya, ketepatan pengiriman produk kepada konsumen, menjaga keselamatan dan peningkatan semangat dalam menciptakan tempat kerja yang kondusif untuk operasi pabrik (Shukla dan Upadhyaya, 2010). Menurut Williamson (2000) TPM adalah peralatan dan strategi perbaikan proses yang menghubungkan banyak elemen dari program perawatan yang baik untuk mencapai tingkat efektivitas peralatan yang lebih tinggi. TPM merupakan salah satu *tools* pada *Lean Manufacturing* (LM) yang fokus pada optimalisasi produktivitas mesin dan proses serta merupakan pilar penting dalam proses *continuous improvement* (Ahuja dan Khamba, 2008).

Konsep *Lean Manufacturing* (LM) pertama kali diusulkan oleh perusahaan otomotif Jepang Toyota selama tahun 1970-an ketika dikenal sebagai Toyota Production System (TPS). Tujuan pertama TPS adalah untuk meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya dengan menghilangkan pemborosan atau aktivitas yang tidak bernilai tambah. TPS berkembang pesat di Amerika Utara sejak tahun 1984 dan secara resmi disebut sebagai *lean* oleh Krafcik dan Womack pada era 1988-1994 (Ahuja dan Khamba, 2008). Dalam *lean manufacturing*

perusahaan berusaha mengoptimalkan nilai dalam proses sehingga perusahaan memperoleh hasil persis seperti yang di inginkan. Prinsip-prinsip dari lean sendiri menekankan pada peningkatan sistem, dan menekankan pada integrasi dan bagaimana setiap bagian bekerja sama secara menyeluruh, bukan pada kinerja individu dan keunggulan dari salah satu fitur atau elemen (Bicheno & Holweg, 2009). Perusahaan atau industri harus melakukan identifikasi terus menerus serta menghilangkan pemborosan (*waste*) dalam seluruh proses. *Lean manufacturing* mereduksi *lead time*, menghilangkan hambatan dalam proses, serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya perusahaan.

Salah satu kendala utama yang sering di hadapi perusahaan dalam proses operasinya adalah munculnya pemborosan (*waste*). Gasperz (2007) mengartikan *waste* sebagai seluruh aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam suatu proses produksi sepanjang *value stream*. Akibat dari munculnya (*waste*) perusahaan mengonsumsi sumber daya lebih banyak dari seharusnya, ada tujuh pemborosan (*waste*) yang di kenal dalam *lean manufacturing*, yaitu *transport, inventory, motion, waiting, over-processing, overproduction* dan. Untuk menghilangkan berbagai jenis pemborosan tersebut perusahaan harus mengaplikasikan *tools* dalam *lean manufacturing*.

PT. Semen Tonasa sudah menerapkan TPM dan LM sebagai suatu sistim pemeliharaan yang secara bersinergi untuk mempertahankan kegiatan proses produksi dapat berjalan secara kontinyu dengan

mengurangi terjadinya kerusakan peralatan secara tiba-tiba (*unplanned stop*) dan *breakdown* serta dapat menghilangkan kegiatan berulang. Penerapan TPM disini dengan memelihara kondisi peralatan agar tetap dalam kondisi prima dan meminimalisir kerusakan dengan cara membuat peralatan tersebut menjadi lebih *reliable* dan lebih efisien. Masalah umum yang sering terjadi pada peralatan adalah banyaknya kotoran, mur yang hilang, oli yang jarang diganti, kebocoran, dan menimbulkan suara-suara yang tidak normal. Dan peran LM disini adalah melakukan perbaikan dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah misalnya membuat *Standard Operating Procedur* (SOP) terhadap penggantian peralatan, melakukan order peralatan sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan sehingga mengurangi *over inventory*, peralatan disusun berdasarkan *flow process* yang dapat mengurangi *over transport*, dan pengurangan beberapa *waste* lain. Dalam menerapkan *Lean Manufacturing*, ketersediaan alat atau mesin memiliki peran penting. Sehingga *preventive maintenance* menjadi aspek kunci untuk memastikan ketersediaan alat tersebut. Tentu kegiatan ini akan maksimal jika ada keterlibatan karyawan. Dengan kata lain penerapan TPM dan LM dapat meningkatkan efektivitas peralatan secara menyeluruh.

Menurut Nakajima (1989) *Overall equipment effectiveness* (OEE) adalah suatu metode pengukuran tingkat efektifitas pemakaian suatu peralatan atau sistem dengan mengikutsertakan beberapa sudut

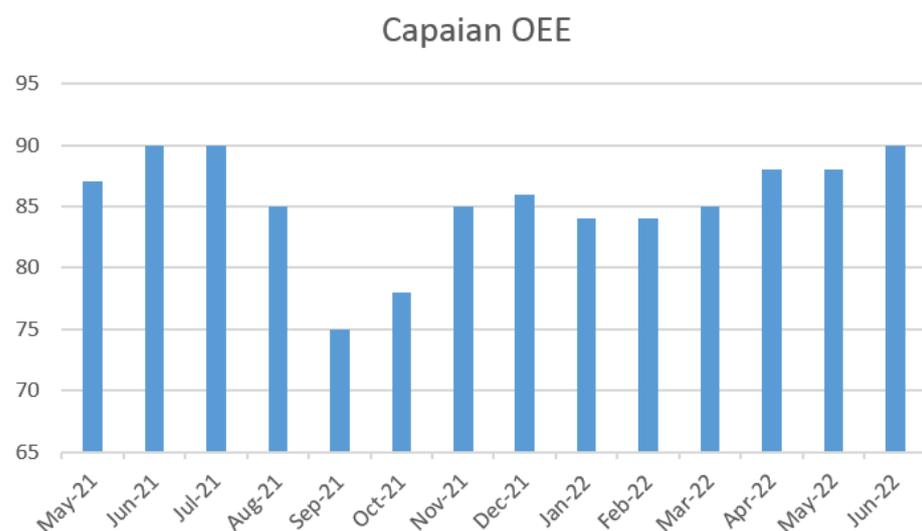
pandang dalam proses perhitungan tersebut. Metode pengukuran ini terdiri dari tiga faktor utama yang saling berhubungan yaitu *availability* (ketersediaan), *performance* (kemampuan), dan *Quality* (kwalitas). Nakajima (1988) sebelumnya menyarankan nilai ideal OEE adalah 85% (dikenal sebagai nilai untuk *world class manufacturing*) dengan ukuran komponen sebagai berikut : Nilai *availability* 90%, nilai *performance* peralatan 95%, dan nilai kualitas produk sebesar 99%. OEE mengantarkan suatu perusahaan menuju *World Class Manufacturing* dengan cara sebagai berikut:

1. Mengurangi *downtime* peralatan dan biaya perawatan yang mengarah ke manajemen *life cycle* peralatan yang lebih baik.
2. Meningkatkan efisiensi tenaga kerja sekaligus meningkatkan produktivitas. Ada peningkatan dalam visibilitas ke dalam operasi karena operator diberdayakan.
3. Produktivitas meningkat karena *bottlenecks* mudah diidentifikasi.
4. Kualitas produk lebih baik dikarenakan kurangnya cacat produksi sehingga pekerjaan berulang menjadi lebih sedikit.

Banyak perusahaan menggunakan sistim pemeliharaan baik TPM atau LM untuk meningkatkan strategi bisnis mereka. Namun, inisiatif ini sebagian besar di implementasikan secara terpisah. Integrasi TPM dengan LM akan membentuk serangkaian praktik manufaktur yang komprehensif dan konsisten yang diarahkan pada peningkatan kinerja. Baik inisiatif TPM maupun LM memiliki kekuatan masing-masing dan

memiliki dampak yang signifikan untuk mendukung orang lain. Literatur yang tersedia menyelidiki hubungan TPM dan LM cukup luas, kurangnya penelitian komprehensif yang tersedia untuk mengintegrasikan elemen TPM ke dalam LM. Integrasi yang komprehensif disarankan untuk dipelajari lebih lanjut antara kedua metodologi ini daripada hanya fokus pada metodologi tertentu saja sesuai tren saat ini (Bakrie, *et.al*, 2012) Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengintegrasikan kedua inisiatif ini secara komprehensif dan dampaknya terhadap Overall Equipment Effectivity (OEE).

Di PT. Semen Tonasa sendiri sudah lama menerapkan OEE sebagai metode yang digunakan untuk mengukur kinerja operasional perusahaan dan telah menjadi *key performance indicator* (KPI) direktorat produksi untuk peralatan utama yaitu *Kiln* tetapi capaian nilai OEE kurang stabil diatas 85% seperti yang ditunjukkan pada grafik dibawah:



Grafik 1.1: Capaian OEE PT. Semen Tonasa

Berdasarkan teori dan penelitian terdahulu maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: “pengaruh sistim pemeliharaan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan Lean Manufacturing (LM) terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (studi kasus di PT. Semen Tonasa).

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka disusun rumusan masalah pada tesis ini adalah:

1. Apakah sistim pemeliharaan *Total Productive Maintenance* (TPM) berpengaruh signifikan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Semen Tonasa?
2. Apakah sistim pemeliharaan *Lean Manufacturing* (LM) berpengaruh signifikan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Semen Tonasa?
3. Apakah sistim pemeliharaan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Lean Manufacturing* (LM) berpengaruh secara simultan dan signifikan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Semen Tonasa?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian tesis ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pengaruh sistim pemeliharaan *Total Productive Maintenance* (TPM) terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Semen Tonasa
- b. Untuk mengetahui pengaruh sistim pemeliharaan *Lean Manufacturing* (LM) terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Semen Tonasa

- c. Untuk mengetahui pengaruh sistim pemeliharaan *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Lean Manufacturing* (LM) terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT. Semen Tonasa

#### **1.4. Manfaat Penelitian**

- a. Dapat memberikan sumbangan konsep teoritis terkait pengaruh *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Lean Manufacturing* (LM) di PT. Semen Tonasa untuk meningkatkan produktivitas dan utilitas peralatan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).
- b. Menjadi referensi bagi PT. Semen Tonasa dalam menetapkan startegi pengembangan dalam menerapkan system pemeliharaan peralatan yang berbasis *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Lean Manufacturing* (LM)
- c. Menjadi rujukan bagi peneliti yang akan mengkaji topik yang sama di masa yang akan datang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dijelaskan tentang tinjauan teori dan konsep serta tinjauan empiris dalam penelitian yang memiliki keterkaitan dengan objek. Adapun informasi yang dikemukakan dalam bab ini terdiri dari tinjauan teoritis, tinjauan konseptual, penelitian terdahulu dan alur berpikir sebagai berikut.

#### **2.1. Tinjauan Teori dan Konsep**

Pada sub bagian tinjauan teori dan konseptual ini telah diperiksa dan diterapkan secara selektif tentang konsep-konsep, di antaranya: Definisi & sejarah TPM, prinsip & pilar TPM, tahapan penerapan TPM, tantangan dan hambatan dalam penerapan TPM, biaya dan keuntungan yang diperoleh dalam penerapan TPM

##### **2.1.1. Defenisi dan Sejarah *Total Productive Maintenance* (TPM)**

*Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan pendekatan inovatif dalam perawatan mesin untuk mengoptimalkan efektivitas mesin dan peralatan, mengeliminasi kerusakan atau *breakdowns* dan membentuk kegiatan perawatan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator pada kegiatan sehari-hari (Ahuja & Khamba, 2008). TPM merupakan program atau sistem perawatan dan produksi yang dirancang utama untuk memaksimalkan efektivitas seluruh peralatan dan sarana melalui partisipasi dan

dukungan dari seluruh individu atau karyawan dalam suatu perusahaan (Ahuja & Khamba, 2008., Teeravaraprug, *et al.*, 2011., Dutta & Dutta, 2016). TPM dapat pula didefinisikan sebagai suatu siklus terintegrasi dengan pendekatan pada aktor perawatan atau pemeliharaan dan faktor dukungan melalui transformasi dari sistem tradisional, dengan lebih melibatkan peran karyawan, pembentukan kompetensi, transformasi proses dan peraturan yang bertujuan untuk meningkatkan keuntungan perusahaan. TPM menjadi salah satu peralatan struktural dalam peningkatan atau perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang mengarah pada optimalisasi efektivitas melalui identifikasi dan eliminasi *losses* atau kerugian produksi dengan adanya partisipasi aktif dari seluruh karyawan perusahaan (Goriwondo, *et al*, 2011). Dalam TPM, kehandalan dan availibilitas mesin merupakan tujuan yang dicapai dengan melakukan eliminasi *losses* utama atau mayor, dikenal 6 (enam) *losses* utama yang meliputi *equipment failure* (kegagalan mesin), *set-up* dan *adjustment time* (pemasangan dan pengaturan mesin), *idling* dan *minor stoppages* (pemalasan/ penurunan kinerja dan henti mesin), penurunan kecepatan mesin, *defect* (kecacatan), dan penurunan *yeild* (Arunraj & Maran, 2014).

TPM merupakan sistem yang diadopsi dan dikembangkan di Jepang oleh Dr. W. Edwards Deming's, merupakan adaptasi sistem dari *total quality maintenance* (TQM) dengan mengembangkan pada

*preventive maintenance* pada tahun 1951. Sejarah perkembangan TPM berlanjut pada tahun 1953, dimana 20 perusahaan di Jepang membentuk kelompok riset *preventive maintenance* yang selanjutnya melakukan studi perawatan atau pemeliharaan peralatan ke USA pada tahun 1962. Pada tahun 1969 dibentuklah *Japan Institute of Plant Engineers* (JIPE), yang selanjutnya diubah menjadi *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), isu *preventive maintenance* pada awalnya diterapkan di perusahaan otomotif Nippondenso yang selanjutnya mengembangkan perawatan rutin oleh operator sebagai awal mula perkembangan TPM. Penerapan TPM semakin berkembang pada tahun 1970-an dengan adanya krisis ekonomi yang cukup buruk (Ahmed, *et al.*, 2012).

TPM dibentuk untuk menuju siklus hidup sistem produksi yang lebih panjang dan membangun sistem *shopfloor* (keterlibatan langsung dalam proses) yang kongkrit untuk mencegah *losses*, termasuk mengeliminasi kecelakaan, defek, kerusakan dan waktu tunggu, dengan melibatkan keterkaitan seluruh komponen perusahaan dari eksekutif puncak sampai karyawan yang terlibat langsung di lapangan. TPM dikarakterisasi dengan adanya lima elemen yang meliputi:

- a. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas peralatan melalui peningkatan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

- b. TPM membangun sistem *preventive maintenance* yang terintegrasi untuk mengurangi *losses* dan memperpanjang masa hidup alat.
- c. TPM melibatkan seluruh departemen dan bagian fungsional perusahaan.
- d. TPM melibatkan seluruh individu perusahaan dari top manajemen hingga pekerja lapangan.
- e. TPM didasarkan pada pembentukan kelompok kecil dalam melakukan perawatan dan peningkatan efektivitas serta mencapai *zero losses* (Singh & Bhatia, 2015).

### **2.1.2. Prinsip dan Pilar TPM**

Penerapan TPM didasarkan pada prinsip menyeluruh atau total, yang mencakup poin sebagai berikut:

- a. *Total Effectiveness*, mengindikasikan bahwa TPM mengarah pada efisiensi biaya atau keuntungan yang meliputi faktor produktivitas, kualitas biaya, pengiriman, keamanan, kesehatan, dan moral.
- b. *Total Maintenance*, mencakup perawatan pencegahan dan perawatan perbaikan serta *preventive maintenance*.
- c. *Total Participation*, melibatkan seluruh individu meliputi perawatan mandiri (*autonomous maintenance*) dari operator melalui kegiatan kelompok kecil (Singh & Bhatia, 2012).

Hal yang mendasari penerapan TPM adalah diawali dengan adanya penerapan 5S yang baik. 5S merupakan proses yang sistematis dalam rangka pembenahan untuk mencapai lingkungan kerja yang baik dan menyenangkan. Penerapan 5S bermanfaat untuk mengidentifikasi dan menilai masalah yang ada. 5S berasal dari istilah Jepang, yaitu *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, dan *Shitsuke* yang dalam bahasa Indonesia dapat diartikan sebagai 5R yaitu Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin. Penerapan 5S yang tidak baik dapat mengarah pada 5D yaitu *defects*, *delays*, *dissatisfied customers*, *demoralized employees*, dan *declining profits* (Tewari & Rawat, 2017).

Prinsip kegiatan dan penerapan TPM disusun dengan adanya delapan pilar penunjang TPM, yang meliputi (Goriwondo *et al*, 2011., Tekawari & Rawat, 2017):

a. *Autonomous Maintenance (Jishu Hozen)*

Merupakan upaya perawatan mesin secara mandiri oleh operator produksi dengan melakukan pembersihan, lubrikasi, inspeksi secara rutin, melakukan perbaikan yang memungkinkan, mendeteksi adanya abnormalitas dan memeriksa kepresisian mesin untuk mencegah kerusakan mesin dan penghentian proses. Bertujuan untuk meningkatkan efektivitas di area kerja, meningkatkan kepekaan operator, mengurangi *waste* dan *losses*. Langkah penerapan *autonomous*

*maintenance* terdiri dari *initial cleaning* dan penelusuran potensi abnormalitas, menghilangkan sumber kontaminan dan area yang sulit dijangkau, penyiapan standar dan pelaksanaan pembersihan, lubrikasi, inspeksi, dan *tightening*, *general equipment inspection*, *process inspection*, *autonomous standardization*, dan *autonomous management*.

b. *Focused Improvement (Kobetsu Kaizen)*

Bertujuan untuk mengurangi *losses* yang dapat menurunkan efisiensi proses serta menurunkan defek. Peningkatan standar kualitas dan penurunan *losses* dilakukan melalui *improvement* sederhana namun berkelanjutan. Peningkatan proses produksi berkaitan dengan peningkatan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

c. *Planned Maintenance*

Merupakan pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan fokus pada apa yang akan terjadi kedepan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sehingga menghindari kerusakan besar. Bertujuan untuk menghilangkan masalah pada mesin dan peralatan, menurunkan hingga menghilangkan produk cacat atau *defect product* untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, meningkatkan avaiabilitas dan rata-rata waktu antar kerusakan (MTBF), menurunkan waktu rata-rata perbaikan. *Planned*

*maintenance* dikategorikan menjadi *preventive maintenance* (pemeliharaan pencegahan), *corrective maintenance* (pemeliharaan perbaikan), dan *predictive maintenance*.

d. *Quality Maintenance*

Bertujuan untuk mencapai *zero defect* dan *zero rework*, meminimalisir hingga menghilangkan komplain dari pelanggan baik internal maupun eksternal. Dalam penerapan *quality maintenance* terdapat beberapa aturan diantaranya mengumpulkan data *defect* untuk selanjutnya dianalisis, penentuan akar masalah dan membuat rancangan perbaikan, implementasi rencana perbaikan, dan mengevaluasi output yang diperoleh.

e. *Training & Education*

Bertujuan untuk meningkatkan kompetensi dan kemampuan pekerja untuk dapat melaksanakan tugas pekerjaannya dengan baik dan mandiri, serta untuk menurunkan perbedaan kompetensi antar pekerja. Dalam pelaksanaannya perlu dibentuk suatu lingkungan yang mendorong pekerja untuk belajar dan meningkatkan kompetensi dan kemampuannya dengan berdasarkan pada rasa ingin dan butuh. Kemampuan dan kompetensi yang dibentuk tidak terbatas pada bagaimana melaksanakan pekerjaan dan menyelesaikan masalah, namun juga membangun kepekaan dalam mengidentifikasi akar suatu

permasalahan. Pelaksanaan pelatihan dan peningkatan kompetensi harus dilakukan secara berkelanjutan.

f. *Early Equipment Management*

Bertujuan untuk meminimalkan waktu yang diperlukan oleh suatu alat atau mesin untuk mencapai kondisi operasional yang stabil pada saat instalasi mesin, *test-run*, dan *commisioning*, sert menemukan masalah yang terjadi untuk selanjutnya dilakukan perbaikan untuk mengeliminasi masalah selanjutnya. Pelaksananya didasarkan pada optimalisasi *life cycle costing* (memperhatikan biaya pembelian dan pengoperasian mesin) dan *maintenance prevention design* (desain pemeliharaan pencegahan berdasarkan masalah yang sudah terjadi). *Maintenance prevention design* merupakan bagian dari kegiatan yang bertujuan untuk mencegah kerusakan mesin dan cacat produk pada mesin yang baru diinstalasi menggunakan tehnik *preventive maintenance*, termasuk di dalamnya adalah untuk menemukan kelemahan mesin yang digunakan, meningkatkan kehandalan mesin.

g. *Offiice TPM*

*Offiice TPM* merupakan pilar TPM yang harus diimplementasikan dalam lingkup administratif dan logistik untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas serta mengidentifikasi dan mengeliminasi *losses*. Penerapan *office TPM* dilakukan untuk

membentuk sistem perkantoran dan administrasi yang efisien dan akurat serta menunjang kegiatan produksi.

h. *Safety, Health, & Environment*

Bertujuan untuk mencapai *zero accident* atau kecelakaan kerja, menciptakan kondisi dan area kerja yang aman, bebas polusi dan bebas dari bahan atau barang yang membahayakan kesehatan.

### 2.1.3. Tahapan Penerapan TPM

Implementasi TPM dilakukan secara bertahap melalui 12 langkah yang terbagi menjadi 4 fase tahapan, dengan uraian pada Tabel 1 terkait langkah implementasi TPM (Siddiq *et al*, 2018) dibawah:

Tahap	Langkah
<i>Preparation</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemberitahuan resmi keputusan untuk melakukan implementasi TPM</li> <li>2. Menyelenggarakan pelatihan serta kampanye mengenai TPM</li> <li>3. Membentuk organisasi atau divisi untuk mempromosikan TPM</li> <li>4. Menentukan kebijakan dasar dan target TPM</li> <li>5. Penyiapan dan penyusunan <i>master plan</i> untuk pengembangan TPM</li> </ol>
<i>Preliminary Impementation</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Peresmian dimulainya implementasi TPM</li> </ol>
<i>TPM Implementation</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Melakukan <i>improvement</i> keefektifan alat atau mesin</li> </ol>

	8. Mengembangkan penerapan <i>autonomous maintenance</i>
	9. Mengembangkan penerapan <i>planned maintenance</i>
	10. Mengembangkan pilar <i>training &amp; education</i> untuk meningkatkan <i>skill</i>
	11. Pengembangan manajemen program tentang peralatan
<i>Stabilization</i>	Penerapan TPM secara menyeluruh dan melakukan evaluasi

Tabel 2.1: Langkah Implementasi TPM

#### 2.1.4. Tantangan dalam penerapan TPM

Menurut Hartmann (2000), setidaknya setiap detik upaya penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM), menghasilkan kegagalan. Alasannya banyak: kurangnya pemahaman yang tepat tentang upaya total yang diperlukan, kurangnya dukungan manajemen, kurangnya staf TPM yang memadai, penolakan serikat pekerja, tidak cukupnya pelatihan yang dilakukan, perubahan prioritas, kurangnya ketekunan, kegagalan untuk mengembangkan strategi pemasangan yang baik, dan hanya memilih pendekatan yang salah. ChoyDS (2003), menyimpulkan bahwa penerapan TPM adalah perubahan organisasi yang dramatis yang dapat mempengaruhi struktur organisasi, sistem manajemen rantai kerja, tanggung jawab karyawan, pengukuran kinerja, sistem insentif, pengembangan keterampilan dan penggunaan teknologi informasi. Tidak heran

tingkat keberhasilan perubahan skala besar seperti itu kurang dari 30% untuk sebagian besar organisasi dan itulah sebabnya, TPM sulit untuk diterapkan.

#### **2.1.5. Hambatan Dalam Penerapan TPM**

Menerapkan TPM bukanlah tugas yang mudah seperti yang terlihat. Diperlukan infrastruktur dan komitmen yang baik dari semua personel mulai dari manajemen tingkat atas hingga tingkat bawah. Banyak masalah yang harus dihadapi saat menerapkannya. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut:

- a. Sumber daya yang memadai seperti orang, uang, waktu, dll. dan bantuan tidak disediakan.
- b. TPM bukanlah pendekatan “perbaikan cepat”, ini melibatkan perubahan budaya pada cara melakukan sesuatu.
- c. Pemahaman yang tidak lengkap tentang metodologi dan filosofi oleh manajemen menengah.
- d. Banyak orang memperlakukannya hanya sebagai “program bulan ini” tanpa memperhatikan fokus dan juga meragukan keefektifannya.
- e. Pekerja menunjukkan resistensi yang kuat terhadap perubahan apa pun.

### 2.1.6. Biaya Penerapan TPM

Salah satu kekhawatiran yang paling sering di antara pemilik pabrik adalah: Berapa biaya penerapan TPM? (Mora, 2002). Jawabannya adalah: Biaya pelaksanaan TPM, adalah formula dimana komponen sudah ada di *plant* yaitu:

- a. Ada program pemeliharaan, beberapa pabrik memiliki program yang sangat baik dan telah menjaga peralatan dalam kondisi yang sangat baik, sehingga biaya untuk menerapkan TPM di pabrik ini akan lebih rendah daripada mereka yang memiliki program yang buruk atau tidak ada sama sekali.
- b. Usia peralatan, peralatan lama terkadang akan menghadapi biaya suku cadang yang tinggi jika dapat dicapai.
- c. Kecepatan yang harus diambil, jika penerapan cepat diperlukan, biaya per tahun akan lebih tinggi.

### 2.1.7. *Benefit* Penerapan TPM

Perusahaan yang mempraktikkan TPM selalu mencapai hasil yang mengejutkan, terutama dalam mengurangi kerusakan peralatan, meminimalisir *idle* peralatan dan *minor stop*, mengurangi cacat dan klaim kualitas, meningkatkan produktivitas, memangkas tenaga kerja dan biaya, menyusutkan inventaris, memotong kecelakaan, dan mempromosikan keterlibatan karyawan (Suzuki, 1994) Dia mengutip, misalnya, peningkatan PQCDMS (Productivity, Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale) untuk pelaksana TPM awal

di Jepang. (Tan, Hoh *et al.* 2003) Gardner memberikan gambaran tentang keberhasilan TPM di National Semiconductor yang merupakan ciri khas tentang manfaat yang bisa diperoleh oleh banyak perusahaan. "Ratusan ribu dolar dihemat setiap bulan dalam hal mengurangi pendapatan yang hilang atau dalam hal penghindaran biaya. Peralatan dan proses yang lebih efisien berarti lebih sedikit peralatan baru yang perlu dibeli untuk memenuhi permintaan. Deteksi dini masalah berarti lebih sedikit sumber daya yang dihabiskan untuk kerusakan besar. Pabrik yang bersih dan aman lebih menyenangkan untuk bekerja dan mengesankan auditor eksternal dan pelanggan. Keterlibatan total tenaga kerja menggunakan metode TPM adalah cara yang sangat berharga untuk mengurangi kerugian dan meningkatkan keuntungan." (Gardner, 2000).

Perusahaan Jepang yang memenangkan penghargaan JIPM PM antara tahun 1984 dan 1986 menunjukkan perbaikan yang serupa. (Fredendall & Patterson, 1997) Kegagalan peralatan berkurang dari 1.000 per bulan menjadi 20 per bulan; Cacat kualitas berkurang dari 1,0% menjadi 0,1%; Klaim garansi berkurang 25%; Biaya perawatan berkurang 30%; WIP turun 50%. Produktivitas meningkat 50%. Hartmann juga menemukan hasil nyata untuk inisiatif TPM di pabrik Non-Jepang. (Hartmann, 1992) Panggilan layanan pemeliharaan berkurang 29%; Produksi meningkat sebesar

40%; Kecepatan manufaktur (waktu siklus) meningkat 10%; Cacat berkurang 90%; Produktivitas meningkat 50%; Biaya perawatan berkurang 30%; Pengembalian Investasi meningkat sebesar 262% menjadi 500%.

Manfaat *intangible* dari penerapan TPM juga sering dikutip dalam literatur. Suzuki, misalnya, mengidentifikasi hasil penerapan TPM yang *intangible* yang mencakup manajemen mandiri karyawan level bawah, peningkatan kepercayaan pekerja produksi, pembersihan area produksi dan administrasi, dan peningkatan citra perusahaan di mata pelanggan. (Suzuki, 1994) Di Fairchild Semiconductor Tan mencatat bahwa TPM adalah kunci untuk menyatukan karyawan dalam proses dan kinerja mesin serta dapat membangun kerja tim level bawah pabrik, yang mengarah ke budaya kerja standar dan disiplin, dan peningkatan disiplin pada bidang teknik. (Tan, Hoh *et al.* 2003) Sementara Manajer Program TPM untuk SEMATECH, Ames mengamati bahwa manfaat *intangible* dari penerapan TPM dalam operasi semikonduktor termasuk peningkatan keterlibatan manajemen dalam kegiatan sehari-hari, tingkat keterlibatan karyawan level tinggi (kegiatan tim) dalam kegiatan peningkatan, dan pemberdayaan karyawan yang lebih besar. (Ames, 2003).

### **2.1.8. Definisi *Lean Manufacturing***

Menurut Taiichi Ohno dalam Kusuma (2010), penemu dari *Toyota Production Sistem*, *lean manufacturing* adalah segala kegiatan sampai dengan produsen memperoleh uang kontan. Fokus dari *lean manufacturing* adalah mengurangi *timeline* dengan mengeliminasi pemborosan yang tidak memberi nilai tambah (*non value added*). *Lean manufacturing* atau sama dengan *Toyota production system* pada intinya merupakan suatu sistem produksi yang bertujuan untuk mengeliminasi pemborosan (*waste*) disemua aspek produksi, mulai dari aliran bahan baku dari *supplier* sampai dengan aliran produk akhir ke konsumen, melalui metode *continuous improvement* sehingga dapat meningkatkan *output* dan produktivitas. Pemborosan dapat dikurangi dengan melakukan produksi pada jumlah yang tepat, pada waktu yang tepat (konsep *just-in-time*). *Continuous improvement* merupakan tindakan perbaikan secara bertahap dan dilakukan terus-menerus.

### **2.1.9. Jenis-jenis *Waste* pada *Lean Manufacturing***

Salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi adalah dengan menghilangkan pemborosan (*waste*). Pemborosan dalam bahasa jepang adalah Muda, merupakan segala sesuatu baik *material*, mesin, perlengkapan dan peralatan, sumber daya manusia, modal

informasi, proses, *managerial* yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) pada produk atau hasil kerja (Womack & Jones, 1990).

Toyota telah mengidentifikasi tujuh jenis aktivitas utama yang tidak memiliki nilai tambah dalam bisnis atau proses manufaktur. Tujuh pemborosan ini dapat digunakan pada pengembangan produk, penerimaan pemesanan, dan prosedur dikantor, tidak hanya di jalur produksi. Berikut beberapa jenis aktivitas pemborosan:

- a. Produksi berlebihan (*over production*). Memproduksi sesuatu barang lebih awal atau dalam jumlah yang besar daripada yang dibutuhkan oleh pelanggan. Hal ini menyebabkan pemborosan lain seperti biaya berlebih tenaga kerja, penyimpanan, dan transportasi.
- b. Waktu menunggu (*Waiting*). Para pekerja hanya mengamati mesin otomatis yang sedang berjalan menunggu antrian pada proses selanjutnya atau menganggur saja karena kehabisan material, dan menunggu mesin rusak, keterlambatan proses.
- c. Transportasi atau pengangkutan yang tidak perlu (*Excessive Transportation*). Memindahkan barang, material, komponen, atau barang jadi ke dalam atau keluar gudang penyimpanan atau dari satu proses ke proses lain. Hal ini menciptakan angkutan yang tidak efisien karena jarak yang jauh.

- d. Proses yang tidak tepat (*Innapropriate processing*). Melakukan langkah yang tidak perlu untuk memproses komponen. Melaksanakan pemrosesan yang tidak efisien karena alat dan rancangan produk yang buruk menyebabkan gerakan yang tidak perlu dan menghasilkan barang cacat. pemborosan juga terjadi ketika membuat produk yang memiliki kualitas yang lebih tinggi daripada yang diperlukan.
- e. Persediaan berlebih (*Unnecessary Inventory*). Bahan baku, barang dalam proses atau barang jadi yang berlebih menyebabkan *lead time* yang panjang, barang kadaluwarsa, barang rusak, peningkatan biaya transportasi dan penyimpanan, dan keterlambatan. Persediaan berlebih juga menyembunyikan masalah ketidakseimbangan produksi, keterlambatan pengiriman dari pemasok, produk cacat, waktu turun mesin peralatan dan waktu *setup* yang lebih lama.
- f. Gerakan yang tidak perlu (*Motion*) . Setiap gerakan yang dilakukan oleh karyawan selama melakukan pekerjaan mereka yang bukan gerakan yang memberi nilai tambah pada komponen, seperti mencari, meraih, menumpuk komponen, alat, berjalan juga merupakan pemborosan dan lain-lain.
- g. Produk cacat (*Deffect*). Produksi komponen yang cacat atau yang memberikan perbaikan. Perbaikan atau pengerjaan ulang,

barang rongsokan, memproduksi barang pengganti dan inspeksi berarti penanganan, waktu dan upaya yang sia-sia.

#### **2.1.10. Tools Lean Manufacturing**

Mishra (2016) dan Zahraee (2015) menggunakan 5 tools terhadap penerapan *lean manufacturing* di industri, yaitu:

- a. *Cellular manufacturing*, adalah suatu sistem proses manufaktur dimana peralatan dan stasiun kerja ditata/disusun dengan urutan yang lebih efisien dimana aliran, persediaan dan material untuk membuat produk dari awal hingga akhir dalam *single process flow*, serta membuat transportasi dan waktu menunggu yang minimal. Manfaat dari pada sistem *Cellular* ini adalah mempercepat respon terhadap perubahan permintaan pelanggan dengan cepat dikarenakan *cell* ini didisain dengan proses yang cepat atau dengan kata lain *lead time*-nya sangat pendek sekali, biaya persediaan akan turun drastis karena sistem *cell* menuntut aliran *one pieces flow*. Hasil produk dari segi kualitas akan meningkat karena sistem *cell* ini memudahkan anda untuk menemukan permasalahan dengan mudah dan cepat dalam melakukan tindakan perbaikan. Meningkatkan keterampilan pekerja dikarenakan sistem *cell* menuntut pekerjaan lebih dari satu atau disebut *multi tasking*, dan produktifitas akan meningkat dengan signifikan. Dan lebih dari itu

adalah kepuasan pelanggan akan terpenuhi dengan menggunakan sistem *cell* ini.

- b. *Value stream mapping*, adalah suatu metode yang pada awalnya dikembangkan oleh Toyota untuk memetakan alur produksi dan alur informasi yang diperlukan untuk memproduksi satu produk atau jasa. Tidak hanya pada setiap area kerja, tetapi pada tingkat total proses produksi atau alur layanan. VSM tidak saja digunakan untuk mengidentifikasi pemborosan. Tetapi, juga digunakan untuk menyusun action plan dengan mengintegrasikan berbagai teknik lean untuk mendapatkan kondisi yang lebih ideal. Tujuan utama lean adalah menurunkan biaya. Dengan cara mengeliminasi berbagai macam pemborosan di dalam proses bisnis dan sistem. Agar berbagai pemborosan dapat diungkapkan dengan tepat dan memiliki gambaran menyeluruh, maka dibutuhkan pendekatan VSM.
- c. *Just in time* atau sering disingkat dengan JIT adalah suatu sistem produksi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan tepat pada waktunya sesuai dengan jumlah yang dikehendakinya. Tujuan sistem produksi JIT adalah untuk menghindari terjadinya kelebihan kuantitas/jumlah dalam produksi (*overproduction*), persediaan yang berlebihan (*excess Inventory*) dan juga pemborosan dalam waktu penungguan (*waiting*). Dengan adanya sistem JIT, kita telah dapat mengatasi

3 pemborosan (*overproduction*, *excess inventory* dan *waiting*) diantara 7 pemborosan (7 *Waste*) yang harus dihindari dalam sistem produksi Toyota.

- d. *Continuous improvement* atau *Kaizen* adalah suatu metode untuk mengidentifikasi peluang perbaikan untuk merampingkan cara kerja dan mengurangi pemborosan. Dalam metodologi *Lean Agile*, *continuous improvement* merupakan fokus utama, untuk meningkatkan standar layanan pelanggan dan pengurangan pemborosan dalam bentuk biaya, waktu dan defect (pengerjaan kembali). Manfaat *continuous improvement* adalah untuk merampingkan alur kerja, menurunkan biaya dan mencegah kelebihan biaya proyek.
- e. *Standardized work* adalah salah satu *improvement tool* yang digunakan oleh Toyota dan merupakan kunci dalam mengidentifikasi pemborosan. Dengan mengulangi metode kerja yang sudah di *standardized*, prosesnya lebih teratur dan peluang peningkatan menjadi lebih nyata karena telah tersandarisasi. Dalam menentukan ataupun membuat *standardized work* bergantung pada pengumpulan dan pencatatan data pada beberapa bentuk. Umumnya dalam menetapkan standarisasi dapat melihat 3 unsur yaitu:

1. *Takt time* adalah waktu atau tingkat dimana produk harus dibuat dalam suatu proses untuk memenuhi permintaan pelanggan
2. Urutan kerja, yaitu dimana kerja operator di observasi saat melakukantugas dan dijadikan *takt time*
3. Standar peralatan, yaitu kondisi peralatan diperlukan pekerja dalam pengertian standar agar proses tersebut lancar

#### **2.1.11. Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Tujuan utama penerapan TPM adalah untuk meningkatkan produktivitas suatu perusahaan. Produktivitas perusahaan salah satunya dapat dinilai dari parameter nilai OEE atau *overall equipment effectiveness*. OEE merupakan metode perhitungan secara menyeluruh sebagai indikator tingkat produktivitas dan kinerja mesin atau peralatan, dengan mengidentifikasi persentase waktu manufaktur memiliki nilai produktivitas, semakin tinggi OEE maka semakin tinggi pula produktivitas suatu perusahaan atau industri. Nilai OEE memberikan gambaran nilai tambah produksi secara konsisten (Braglia & Zammori, 2008). Pengukuran OEE dapat diaplikasikan pada berbagai tingkat lingkup operasional yang berbeda untuk meningkatkan produktivitas, antara lain:

- a. OEE dapat digunakan untuk mengukur kinerja awal dari proses operasional, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai pembanding pada proses *improvement*.

- b. OEE dapat digunakan untuk membandingkan kinerja aktivitas *across process*, untuk menandai aktivitas dengan kinerja yang rendah.
- c. Jika prosedur operasional dikerjakan secara individu, OEE dapat mengidentifikasi proses mana yang memiliki kinerja paling buruk (Mansour *et al.*, 2013).

Nilai OEE dapat diuraikan sebagai pengkalian nilai *availability*, *performa*, dan *kualitas produk* (Tewari & Rawat, 2017). *Availability Rate* menggambarkan waktu dimana mesin atau peralatan beroperasi, dibandingkan dengan keseluruhan waktu yang tersedia dalam proses produksi. Waktu operasi mesin diperoleh dari pengurangan total waktu yang tersedia (*loading time*) dikurangi dengan waktu mesin berhenti atau tidak beroperasi (*downtime*), misalkan pada saat persiapan produksi, perbaikan mesin dan lain-lain. *Operating time = loading time - downtime*.

$$\text{availability Rate} = \frac{\text{Operating time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

(Ahmed *et al*, 2012).

*Performance Rate* merupakan rasio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam memproduksi produk. Semakin tinggi nilai *performance rate* menandakan bahwa saat mesin beroperasi, mesin dapat berjalan dengan kecepatan semaksimal mungkin.

$$\text{performance rate} = \frac{\text{speed operating rate} \times \text{actual number of parts produced}}{\text{operating time}}$$

(Tewari & Rawat, 2017., Ahmed, *et al*, 2012).

*Quality rate* menggambarkan rasio produk dengan kualitas yang baik terhadap total produk yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai *quality rate* mengindikasikan bahwa kinerja alat dalam menghasilkan produk berkualitas baik semakin tinggi, *less defect*.

$$\text{quality rate} = \frac{\text{number of good product}}{\text{total product produced}}$$

(Tewari & Rawat, 2017)

## 2.2. Tinjauan Empiris

Beberapa hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini, di antaranya:

No	Peneliti (Tahun)	Judul	Variabel	Hasil
1	Ahuja & Khamba (2008)	<i>Total Productive Maintenance : Literature review &amp; direction</i>	TPM	Implementasi program TPM memberikan dampak meliputi peningkatan OEE (14-45%), penurunan inventori/ barang pasif (45-58%), peningkatan <i>output</i> plan (22-41%), penurunan penolakan atau <i>reject</i> oleh <i>costumer</i> (50-75%), penurunan kecalakaan kerja (90-98%), penurunan biaya perawatan (18-45%), penurunan <i>refect</i> dan <i>rework</i> (65-80%), penurunan <i>breakdown</i> (65-78%), penurunan biaya untuk energi (8-27%), dan peningkatan saran <i>improvement</i> dari karyawan (32-65%).
2	Pratesh Jayawasl & Hemant SR (2012)	<i>Implementation Of Kaizen &amp; Jishu Hozen To Enhance Overall Equipment Performance In A Manufacturing Industry</i>	<i>Kaizen (focus Improvement), Jishu Hozen (Autonomous Maint.), OEE</i>	Implementasi <i>kaizen</i> dan <i>jishu hozen</i> memberikan dampak peningkatan OEE dari 43% ke 68% dan penurunan biaya tenaga kerja sebesar 43%
3	Mayur M Mhamunkar & Prof. Arun Kumar (2017)	<i>A Review on Employment Of TPM to Improve OEE in Manufacturing Industry</i>	TPM OEE	Implementasi program TPM pada industri skala kecil dan menengah dapat meningkatkan OEE dengan mengurangi <i>losses</i> .
4	Alam, Meraj, & Verma (2016)	<i>Case Study on Implementation of TPM</i>	TPM	Implementasi TPM pada fasilitas manufaktur, yaitu mesin <i>boiler</i> , menunjukkan peningkatan nilai OEE yang progresif yang mengindikasikan peningkatan avaibilitas mesin, penurunan <i>rework</i> dan <i>reject</i> , serta peningkatan kecepatan kinerja, sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas. Dengan adanya peningkatan OEE seiring dengan berjalannya waktu akan mengarah pada pencapaian nilai <i>world class OEE</i> yaitu 85-90%.
5	Kumar, Pradeep, Varambally	<i>A Methodology for Implementing Total Productive Maintenance in</i>	OEE, <i>Total productivity of Machine,</i>	Penentuan nilai OEE dilakukan terhadap empat mesin pada industri <i>packaging</i> , diperoleh hasil bahwa nilai OEE mesin masih

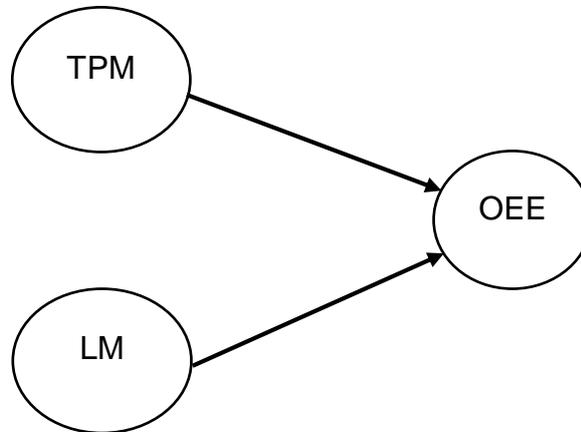
	& Rodrigues (2012)	<i>Manufacturing Industries—A Case Study</i>	TPM	berada pada posisi 15-16% dibawah OEE yang dianjurkan (85%) yang menandakan bahwa efisiensi mesin masih rendah. Tingkat penggunaan mesin sangatlah tinggi sehingga membutuhkan program perawatan yang lebih. Penyebab utama rendahnya OEE disebabkan oleh adanya <i>downtime</i> . Rendahnya nilai OEE berbanding lurus dengan tingkat produktivitas. Sebagai studi lanjutan, dilakukan studi banding antara industri kelas dunia yang menerapkan TPM dengan yang tidak menerapkan untuk selanjutnya diidentifikasi masalah yang menyebabkan penurunan efisiensi proses sehingga dapat dilakukan rekomendasi yang bermanfaat dalam penyusunan prioritas pada penerapan TPM.
6	Adesta, Prabowo, & Agusman (2018)	<i>Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing perform</i>	Pilar-pilar TPM, <i>Manufacturing Performance (Quality, Cost, Delivery, Flexibility, OEE)</i>	Dampak penerapan 8 pilar TPM pada kinerja manufaktur di Indonesia, diperoleh hasil bahwa implementasi 8 pilar TPM di Indonesia relatif sudah baik. Pilar <i>autonomous maintenance, continous improvement, quality maintenance</i> , dan edukasi & <i>training</i> telah berjalan sangat baik, sedangkan keempat pilar lainnya masih harus diperbaiki dan ditingkatkan, terutama pada pilar SHE ( <i>safety, health, environment</i> ), selain itu penerapan pilar TPM memiliki hubungan yang <i>reliable</i> terhadap kinerja manufaktur, dimana pilar TPM memberikan pengaruh variabilitas sebesar 62,6% terhadap kinerja manufaktur.
7	Sahu Shekhar, Lakhan, & Pradeep Kumar Soni, (2015)	<i>5S transfusion to overall equipment effectiveness (OEE) for enhancing manufacturing productivity</i>	5S, OEE, <i>Manufacturing Productivity</i>	Implementasi 5S, OEE dan produktivitas memiliki hubungan positif yang saling berkaitan
8	Amit, Gupta & Garg (2012)	<i>OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study</i>	OEE TPM	Implementasi TPM pada <i>automobile manufacturing organization</i> terjadi peningkatan OEE dari 53% menjadi 70%
9	Choubey, Aditya (2012)	<i>Study The Initiation Steps Of Total Productivity</i>	TPM OEE	Keberhasilan implementasi TPM memberikn dampak yang baik jika dibandingkan dengan system

		<i>Maintenance In An Organization And Its Effect In Improvement Of Overall Equipment Efficiency</i>		pemeliharaan lain karena meningkatkan kapabilitas tenaga kerja (pengetahuan, keterampilan, dan perilaku)
10	Ramachandra, Srinivas, Prashanth, & Raghavendra (2016)	<i>OEE – A Tool to Measure the Effectiveness of TPM Implementation in Industries - Review</i>	OEE	Implementasi TPM meningkatkan ketersediaan, tingkat kinerja dan tingkat kualitas dan menghasilkan peningkatan efektivitas peralatan secara keseluruhan dan menggunakan OEE sebagai alat yang efektif untuk membandingkan, menganalisis, dan meningkatkan sistem produksi.
11	Mansour, Ahmad, & Ahmed (2013)	<i>Potential of using OEE in evaluating the operational performance of workover activities</i>	OEE	Evaluasi hasil OEE didasarkan pada hasil metode evaluasi <i>workover rig</i> dan daerah <i>improvement</i> . Peningkatan efisiensi dapat dicapai melalui upaya pengelolaan yang efektif untuk mengurangi <i>delivery time</i> dan meningkatkan produktivitas. Metode OEE yang diusulkan sangat efektif untuk melakukan perbaikan peningkatan efektivitas prosedur <i>workover</i> dalam jangka waktu tertentu dengan mengidentifikasi masalah secara tepat. Perbaikan prosedur <i>workover</i> seperti penarikan dan pemasangan ESP yang disebabkan oleh prosedur operasi yang salah dapat dicapai. TPM dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja kegiatan <i>workover</i> . Selanjutnya, metrik OEE untuk aktivitas <i>workover</i> dapat digunakan sebagai <i>benchmark</i> di berbagai level untuk mencapai standar kelas dunia.
12	Adesta & Prabowo (2018)	<i>Total Productive Maintenance (TPM) Implementation Based on Lean Manufacturing Tools in Indonesian Manufacturing Industries</i>	TPM, Lean Manufacturing, Manufacturing Performance (Quality, Cost, Delivery, Flexibility, OEE)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menyediakan faktor penghambat dan pendukung terkini dalam penerapan TPM dan LM di Industri Manufaktur.</li> <li>2. Menyediakan model CFA (pengukuran) yang andal untuk TPM, LM dan MP.</li> <li>3. Mengusulkan model referensi (struktural) hubungan antara TPM, LM dan MP untuk industri manufaktur Indonesia.</li> </ol>

Tabel 2.2: Tinjauan Empiris

### 2.3. Kerangka Konseptual

Kerangka model konseptual dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1: Kerangka Konseptual

### 2.4. Hipotesis

Hipotesis merupakan jawaban sementara terhadap permasalahan yang menjadi objek penelitian, dimana tingkat kebenarannya masih perlu diuji atau dibuktikan secara empiris. Sesuai identifikasi masalah, kajian teori dan kerangka konseptual, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

$H_1$  : *Total Productive Maintenance* (TPM) berpengaruh secara langsung, positif dan signifikan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

$H_2$  : *Lean Manufacturing* (LM) berpengaruh secara langsung, positif dan signifikan terhadap terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

$H_3$  : *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Lean Manufacturing* (LM) berpengaruh secara langsung, positif dan signifikan terhadap *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)