

**PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT*
EFFECTIVENESS UNTUK PENGUKURAN
PRODUKTIVITAS MESIN LAS *OVERLAY* PADA
PT CLADTEK BI METAL MANUFACTURING**

SKRIPSI



Oleh

Ricco Samosir

180410021

**PRODI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PUTERA BATAM**

2020

**PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT*
EFFECTIVENESS UNTUK PENGUKURAN
PRODUKTIVITAS MESIN LAS *OVERLAY* PADA
PT CLADTEK BI METAL MANUFACTURING**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**



Oleh

Ricco Samosir

180410021

**PRODI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PUTERA BATAM**

2020

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ricco Samsir

NPM : 180410021

Jurusan : Teknik Industri

Fakultas : Teknik dan Komputer

Menyatakan bahwa penelitian skripsi yang berjudul "Penerapan Overall Equipment Effectiveness untuk Pengukuran Produktivitas Mesin Las Overlay Pada PT. Clattek BI Metal Manufacturing"

Benar-benar bukan merupakan bukan plagiasi dan belum pernah diteliti sebelumnya. Apabila dikemudian hari diketahui bahwa skripsi ini merupakan plagiasi, penulis bersedia menerima sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian surat ini dibuat dengan sesungguhnya untuk dipergunakan sebagai mestinya.

Batun, 11 Maret 2020



Ricco Samsir
18041002

**PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* UNTUK
PENGUKURAN PRODUKTIVITAS MESIN LAS *OVERLAY* PADA
PT CLADTEK BI METAL MANUFACTURING**

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar sarjana

Oleh:

Rico Samosir

180410021

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini

Batam, 11 Maret 2020



Welby Sugianto, S.T., M.M
Pembimbing

ABSTRAK

Kompetisi antar perusahaan dalam pembuatan produk dan menarik hati konsumen sehingga menuntut kemampuan perusahaan harus berkembang dan memiliki perubahan untuk terus mampu bersaing di semua lini dalam perusahaan. Pengoptimalan mesin dengan perawatan sanga dibutuhkan dalam persaingan era saat ini. Peningkatan produktivitas dapat tercapai, dengan mengevaluasi kinerja fasilitas produksi pada perusahaan yang biasanya menyebabkan produksi terganggu atau berhenti sama sekali. Gangguan tersebut dapat di kategorikan menjadi empat, yaitu dikarenakan oleh faktor manusia, mesin, metode dan , material. PT Cladtek BI metal manufacturing yaitu salah satu produsen pelapisan baja yang terbesar di indonesia. PT Cladtek BI Metal Manufaktur memproduksi pengelasan pipa tahan korosi, pembengkokan pipa. Metode yang di gunakan untuk mengukur performansi mesin menggunakan metode overall equipment effectiveness. Dari hasil penelitian diperoleh berlandaskan nilai OEE mesin las overlay sebesar 77,99% % belum sesuai dengan standar yang ditetapkan sebesar 85% yang dipengaruhi oleh availability 91,04 , performance efficiency 88,15 % dan rate of quality product 97,05 % . Losses yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap produksi mesin las Overlay reduce speed loss .Dimana persentase dari faktor reduce speed loss sebesar 43.26 %

Kata Kunci : *Maintenance , OEE ,six big losses, produktivitas, Mesin las overlay*

ABSTRACT

The competition between companies in manufacturing of products and attracting the customers enforces company's ability to be developed and having continuous improvements to survive in line of competition. The optimization of machines by maintenancing is needed at this competition era. Productivity improvement can be achieved, by evaluating the performance of production's facility that usually make production process in trouble or stop at all. These problem can be categorized into four, which are human factor, machine factor, method and material factor. PT Cladtek BI metal manufacturing is one of the largest steel coating producers in Indonesia. PT Cladtek BI Metal Manufacturing produces corrosion-resistant pipe welding and pipe bending. The method that used to measure the performance of machine is overall equipment effectiveness method. By the observation result was found that value of overlay welding machine OEE is 77.99%% which was not in line with the established standard value of 85%. This was affected by availability of 91.04, performance of efficiency 88.15% and product rate of quality 97.05%. Losses which have the most significant influence on the welding production machines Overlay reduce speed loss, which the percentage of the reduce speed loss factor of 43.26%

Keywords: *Maintenance, OEE, six big losses, productivity, overlay welding machine*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa mencurahkan segala rahmatnya kepada kita semua, khususnya penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Penerapan Overall Equipment Effectiveness untuk Pengukuran Produktivitas Mesin Las Overlay pada PT Cladtek BI Metal Manufakturing*”. Skripsi ini disusun dari hasil penelitian secara relevan di PT Cladtek BI Metal Manufakturing yang mana merupakan salah satu syarat kelulusan penulisan di Universitas Putera Batam Program Studi Teknik Industri. Dalam proses penyusunan skripsi tentu banyak berbagai halangan serta kesulitan yang menyertai, sehingga penulis tidak terlepas dari doa, dorongan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulis menghaturkan terimakasih yang mendalam kepada:

1. Ibu Dr. Nur Elfi Husda, S.Kom., M.SI. selaku Rektor Universitas Putera Batam.
2. Bapak Welly Sugianto, S.T., M.M., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Komputer, Ketua Program Studi Teknik Industri dan pembimbing Skripsi Universitas Putera Batam.
3. Bapak Zefri Azharman, S.Pd., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang selalu membimbing penulis.
4. Seluruh Dosen dan Staff yang telah membantu proses penyelesaian skripsi di Universitas Putera Batam.
5. Ayah dan Ibu saya yang selalu sabar yang tidak pernah lelah dalam memberikan doa dan semangat kepada penulis.
6. Bapak Charles Simangunsong selaku koordinator lapangan Departement Maintenance.
7. Bapak Irfan selaku supervisor Departement Produksi
8. Teman teman operator produksi dan teknisi maintenance di PT Cladtek BI Metal Manufakturing Batam
9. Semua pihak yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian ini dan penulis tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga semua bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan ini, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan

Batam, 11 maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	
HALAMAN JUDUL	
SURAT PERNYATAAN	i
SURAT PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR RUMUS	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	5
1.6.1 Manfaat Teoritis	5
1.6.2 Manfaat Praktis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Pengertian Mesin Las <i>Overlay</i>	6
2.1.2 <i>Overall Equipment Effetiveness</i>	11
2.1.3 <i>Total Productive Maintenance</i>	17
2.1.4 Perawatan (Maintenance).....	23
2.1.5 Diagram Fishbone	24
2.2 Penelitian Terdahulu	26
2.3 Kerangka Pemikiran.....	31
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Jenis Penelitian.....	33
3.2 Desain Penelitian.....	33
3.3 Variabel Penelitian	35
3.3.1 Variabel Bebas	35
3.3.2 Variabel Terikat	35
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian	35
3.4.1 Populasi	35
3.4.2 Sampel.....	35
3.5 Data dan Sumber Data	36
3.5.1. Data Primer	36
3.5.2 Data Sekunder	36
3.6 Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.6.1 Observasi.....	36
3.6.2 Wawancara.....	36

3.6.3 Dokumentasi	37
3.7 Pengambilan Data	37
3.8 Analisis Data	37
3.9 Lokasi dan Jadwal Penelitian	38
3.9.1 Lokasi penelitian	38
3.9.2 Jadwal Penelitian.....	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1. Pengumpulan Data	40
4.1.1. Data waktu kerusakan / <i>Downtime</i> mesin	40
4.1.2 <i>Planned Downtime</i>	41
4.1.3 Data waktu <i>Setup</i> mesin	42
4.1.4 Data Produksi	43
4.1.5 Data jumlah waktu kerja (<i>Available Time</i>)	45
4.1.6 Pengolahan Data.....	46
4.1.7 Penentuan waktu <i>ideal cycle</i>	46
4.2 Analisis OEE.....	46
4.2.1 Availability.....	46
4.2.2 Performance efficiency	52
4.2.3 <i>Rate of Quality</i> Produk.....	54
4.2.4 Perhitungan OEE.....	55
4.2.5. Perhitungan <i>Six Big Losses</i> OEE.....	57
4.3 Analisis Hasil Perhitungan Overall Equipment Effectiveness.....	68
4.4 Analisis Hasil Perhitungan Six Big Losses	70
4.5 Rekomendasi perbaikan	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mesin Las Overlay	7
Gambar 2.2 Prinsip las listrik	8
Gambar 2.3 Alur pengukuran <i>six big losses</i>	14
Gambar 2.4 Pilar pendekatan untuk implementasi TPM	21
Gambar 2.5 Diagram <i>Fishbone</i>	26
Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran	32
Gambar 3.1 Desain Penelitian	34
Gambar 3.2 Lokasi PT Cladtek BI Metal Manufaktur	38
Gambar 4.1 Grafik <i>kerusakan mesin</i>	41
Gambar 4.2 Grafik <i>preventif maintenance</i>	42
Gambar 4.3 Grafik total waktu setup mesin overlay	43
Gambar 4.4 Data produksi pengelasan pipa	44
Gambar 4.5 Grafik <i>Available time</i>	45
Gambar 4.6 Grafik <i>loading time</i>	47
Gambar 4.7 Grafik data <i>downtime</i>	49
Gambar 4.8 Grafik <i>operation time</i>	50
Gambar 4.9 Grafik <i>Avaibility</i>	52
Gambar 4.10 Grafik <i>Performance efficiency</i>	53
Gambar 4.11 Grafik <i>Rate of Quality</i>	55
Gambar 4.12 Grafik <i>Avaibility</i>	56
Gambar 4.13 <i>Breakdown losses</i>	58
Gambar 4.14 Grafik <i>setup and adjustment loss</i>	60
Gambar 4.15 Grafik <i>idling and minor stoppage</i>	62
Gambar 4.16 Grafik <i>reduced speed</i>	64
Gambar 4.17 <i>Rework loss</i>	65
Gambar 4.18 <i>Reject loss</i>	67
Gambar 4.19 Persentase faktor <i>six big losses</i>	68
Gambar 4.20 Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone</i>) <i>reduce speed loss</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal penelitian	39
Tabel 4.1	Data waktu kerusakan mesin las overlay	40
Tabel 4.2	Data waktu Pemeliharaan mesin <i>welding</i> overlay	42
Tabel 4.3	Grafik total waktu setup mesin overlay.....	43
Tabel 4.4	Data produksi pengelasan pipa.....	44
Tabel 4.5	Data <i>Available time</i>	45
Tabel 4.6	<i>Loading time</i>	47
Tabel 4.7	Data <i>downtime</i> mesin las <i>overlay</i>	48
Tabel 4.8	<i>Operation time</i>	50
Tabel 4.9	<i>Avaibility</i> mesin las overlay	51
Tabel 4.10	<i>Performa efficiency</i>	53
Tabel 4.11	Data <i>Rate of Quality</i>	54
Tabel 4.12	Perhitungan OEE.....	56
Tabel 4.13	<i>Breakdown losses</i> pada mesin las <i>overlay</i>	58
Tabel 4.14	<i>Setup and adjustment loss</i> pada mesin las <i>overlay</i>	60
Tabel 4.15	<i>Idling and minor stoppage</i>	62
Tabel 4.16	<i>Reduced Speed Loss</i>	63
Tabel 4.17	<i>Rework loss</i>	65
Tabel 4.18	<i>Yield/reject loss</i>	66
Tabel 4.19	Persentase faktor six big losses	67
Tabel 4.20	Rata rata nilai OEE.....	68

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 <i>Loading time</i>	
Rumus 2.2 <i>Total downtime</i>	15
Rumus 2.3 <i>Operation time</i>	15
Rumus 2.4 <i>Total breakdown</i>	15
Rumus 2.5 <i>Jam kerja efektif</i>	15
Rumus 2.6 <i>Waktu siklus ideal</i>	15
Rumus 2.7 <i>Equipment faliure</i>	15
Rumus 2.8 <i>Setup and adjustment</i>	15
Rumus 2.9 <i>Availability rate</i>	16
Rumus 2.10 <i>Performance rate</i>	16
Rumus 2.11 <i>Quality rate</i>	16
Rumus 2.12 <i>Nilai OEE</i>	17

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kompetisi antar perusahaan dalam pembuatan produk dan menarik hati pelanggan atau konsumen, sehingga menuntut kemampuan perusahaan harus berkembang dan selalu memiliki perubahan untuk terus mampu bersaing di semua lini dalam perusahaan, salah satunya adalah operasi pengelasan. Perusahaan produksi pengelasan tergolong sedikit sehingga menimbulkan persaingan yang kuat dari perusahaan pengelasan lain. Perusahaan dalam memproduksi hasil pengelasan harus menjaga mutu pengelasan. Mutu dari pengelasan bergantung pada mesin las yang ada di perusahaan tersebut dan juga kemahiran dari pemakai mesin las dengan persediaan alat sebelum pengoperasian pengelasan.

Mesin dan peralatan merupakan salah satu kekuatan utama penunjang produksi perusahaan saat keberlangsungan proses produksi. Untuk itu perusahaan menyediakan mesin dan peralatan yang lengkap, supaya menghasilkan setiap produk yang berkualitas tinggi dan diperlukan pekerja yang berkompeten dibidangnya masing-masing. kondisi mesin dan peralatan akan mengalami penurunan dalam proses produksi. Hal ini disebabkan oleh faktor eksternal seperti : kesalahan dalam pengoperasian mesin, input bahan baku yang tidak sesuai, kesalahan instalasi peralatan pendukung ataupun penyebab lainnya yang mengakibatkan mesin tersebut tidak dapat bekerja seperti keadaan normal (Samatdkk, 2011 :8).

Proses produksi akan terhambat jika mesin atau peralatan mengalami kerusakan. Perusahaan manufaktur harus melakukan proses produksi secara efisien dan efektif. Penjelasan Lazim dan Ramayah (2010:2) efisien dan efektifnya operasi produksi membuat perusahaan manufaktur harus mampu memastikan tidak terjadi hambatan produksi yang diakibatkan oleh kerusakan, kegagalan pada mesin.

PT Cladtek BI Metal manufakturing adalah perusahaan yang bergerak dalam pengelasan pipa, pembengkokan pipa dimana operasi produksi 2 shift dimana dalam satu shift bekerja 12 jam. PT Cladtek BI-Metal Manufacturing memiliki 4 gedung yaitu gedung A, gedung B, gedung C dan gedung D. Gedung A terdiri dari mesin *welding overlay*, mesin *Computer Numerical Control* (CNC). Gedung B terdiri dari mesin laser, *final visual*. Gedung C terdiri dari mesin *bending* hingga gedung D yaitu tempat pencucian dan *packaging* pipa. Operasi pengelasan mesin overlay sering terjadi kerusakan mesin yang menyebabkan *downtime* mesin yang lama sehingga operasi produksi mengalami perlambatan. Untuk mengurangi downtime kerusakan mesin harus ada sebuah tolak ukur atau indikator untuk mengukur kinerja perawatan dan perbaikan mesin sehingga dapat dilakukan *improve* dalam menambah kecepatan operasi produksi

Manfaat dari OEE Menurut Muwajih (2015:11) sebagai acuan untuk performance dimana waktu periodenya, seperti: *shiftly*, harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Pengukuran OEE sangat efektif dipakai pada suatu peralatan produksi. Secara umum, manfaat OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) diantaranya yaitu: menentukan *starting point* dari perusahaan

ataupun peralatan/mesin, mengidentifikasi kejadian *bottleneck* di dalam peralatan/mesin, mengidentifikasi kerugian produktivitas (*true productivity losses*), memilih prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan peningkatan produktivitas.

Jika nilai OEE tinggi membuat biaya produksi akan semakin rendah dan kualitas selalu terjaga. Nilai OEE dipengaruhi oleh tiga variabel yaitu *availability*, *performance* dan *quality*. Kondisi ideal nilai OEE adalah 85% yang merupakan hasil perkalian dari *availability* 90%, *performance* 95% dan *quality* 99%. Jika *downtime* bisa ditekan lebih kecil lagi oleh perusahaan berarti perusahaan telah berhasil mengurangi kerugian yang terjadi dan mampu memenuhi kapasitas produksi yang sudah direncanakan. Hal ini mungkin jika perusahaan memiliki mesin-mesin dengan kondisi yang baik untuk menunjang proses produksi.

Untuk pengukuran produktivitas mesin las *overlay* di PT Cladtek BI Metal Manufacturing yang digunakan adalah metode OEE. Dalam melakukan penganalisaan penelitian ini dilakukan dengan analisis diagram tulang ikan (*fishbone*).

Berlandaskan pemamaparan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk memilih judul **“Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* untuk Pengukuran Produktivitas Mesin Las *Overlay* pada PT Cladtek BI Metal Manufacturing”**

1.2 Identifikasi Masalah

Berlandaskan pemaparan latar belakang penelitian yang diuraikan diatas, maka diperoleh identifikasi masalah dalam penelitian antara lain yaitu:

1. *Downtime* kerusakan mesin.
2. Kurang efektifnya pelaksanaan *preventif maintenance* pada mesin las *overlay*

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya berfokus pada mesin las *overlay* dengan data hasil produksi periode juli 2019 sampai november 2019.
2. Penelitian ini dilakukan terhadap pipa dengan diameter 150 mm dengan panjang weldingan 24 cm

1.4 Perumusan Masalah

Berlandaskan uraian latar belakang penelitian, maka perumusan masalah yang akan dibahas , sebagai berikut:

1. Berapa hasil nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin las *overlay*?
2. Berapa hasil nilai *losses* pada mesin las *overlay* ?

1.5 Tujuan Penelitian

Pencapaian tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai nilai *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin las *overlay*
2. Mengetahui nilai *losses* pada mesin las *overlay*.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini yaitu :

1.6.1 Manfaat Teoritis:

- a. Menambah pengetahuan dan keahlian mengenai penerapan *overall equipment effectiveness*.
- b. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai alat dalam mencari permasalahan atau kegagalan yang terjadi.

1.6.2 Manfaat Praktis

- a. Perusahaan mendapatkan informasi mengenai tingkat keefektifitasan mesin las *overlay* sebagai sarana meningkatkan perawatan dan perbaikan mesin las *overlay* demi meningkatkan hasil produksi.
- b. Dapat meningkatkan waktu produksi dan mengurangi biaya *maintenance* mesin las *overlay*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Landasan teori digunakan untuk menguatkan dasar penelitian secara ilmiah. Sesuai dengan judul penerapan *overall equipment effectiveness* untuk pengukuran produktivitas mesin las *overlay*, berikut akan di jelaskan konsep teoritis untuk menjelaskan pengertian dari variabel-variabel terkait agar memudahkan dalam tahap penelitian.

2.1.1 Pengertian Mesin Las *Overlay*

Defenisi pengelasan menurut Yassir Maulana (2016:7) adalah sebagai rangkaian perpaduan logam dengan logam yang lain dalam siklus metalurgi dalam keadaan cair. Sehingga pengelasan ini mempunyai peran dalam sistem operasi produksi dengan bahan baku logam dimana pengelasan ini berfungsi untuk menambah material atau penyambungan material besi atau logam pada konstruksi baja dan mesin. Jadi mesin las *overlay* yaitu mesin pengelasan yang digerakkan oleh manusia di mana mesin akan melakukan pengelasan secara otomatis dengan dikontrol oleh seorang operator. Mesin las *overlay* ini sudah diprogram secara otomatis. Mesin las *overlay* dibuat untuk mempercepat proses pelapisan pipa. Mesin las *overlay* ini mengganti peranan manusia dalam operasi pengelasan sehingga fungsi pengelasan dapat cepat selesai. Mesin las *Overlay* terdiri dari trafo las yang diprogram menggunakan program *logic controler*.

Faktor produksi pengelasan yaitu alat dan bahan yang dipakai, pelaksanaan, persiapan pengelasan, proses pembuatan, pelaksanaan, (meliputi:

penunjukan mesin las, penentuan juru las, penggunaan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Naharuddin, 2015:3).

Mesin las overlay ini memakai parameter arus 200 sampai 250 ampere dengan tegangan yang dipakai 11- 15 ampere. Dari pengelasan ini preheat nya mencapai 110-130 °C. Arus dan tegangan mesin las overlay ini bersumber dari trafo las. Jenis trafo las yang dipakai yaitu fronius. Mesin las overlay ini menggunakan gas argon dan jenis kawat las yang dipakai yaitu kawat las rajaratna.



Gambar 2. 1 Mesin las overlay

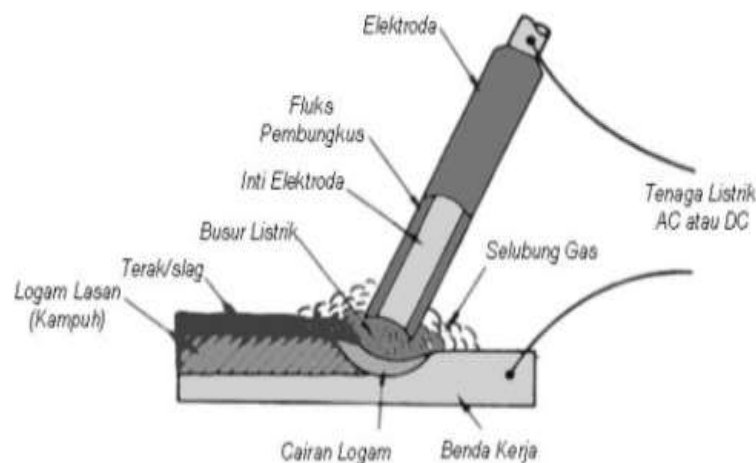
2.1.1.1 Teori Teknik Pengelasan

Arti proses pengelasan menurut Daryanto (2013:1) yaitu operasi penerusan dua potong logam dengan pemanasan sampai keadaan plastis atau cair, dengan atau tanpa tekanan. Logam dalam proses penyambungan yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses dasar pemanasan, sehingga mengalami penyatuan bagian bahan yang disambung. Penyambungan dua logam tidak akan menyatu secara langsung namun adakalanya bahan tambahan lain diperlukan agar deposit logam lasan terbentuk dengan baik, bahan tersebut bahan tambah (*filler metal*).

Filler metal berbentuk batangan, sehingga biasa dinamakan *welding rod* (Electroda las).

A. Pengelasan *Shield Metal Arc Welding (SMAW)*

Shield Metal Arc Welding (SMAW) atau las elektroda terbungkus. Elektroda terbungkus ini yaitu suatu proses penerusan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus.



Gambar 2.2 Prinsip las listrik

Teknik pengelasan *SMAW* melakukan proses perlindungan logam lasan dalam dua kategori:

1. Saat logam las dalam kondisi cair dilindungi oleh beragam gas hasil pembakaran elektroda las.
2. Saat terjadi proses membeku, cairan ini dilindungi oleh lapisan terak yang terjadi dari *fluks* yang membeku.

B. Reaksi Dalam Proses Pengelasan

Dalam proses *SMAW* bagian dari logam yang dilas harus dipanasi sampai mencair. Pemanasan logam dengan *temperature* yang sangat tinggi ini bisa mengakibatkan terjadinya reaksi kimia antara logam tersebut dengan oksigen dan *nitrogen* yang ada dalam udara. Jika selama proses las cairan logam las (*welding pool*) tidak dilindungi dari pengaruh udara, maka logam akan bereaksi dengan oksigen dan *nitrogen* membentuk *oxides* dan *nitrides* yang mampu menyebabkan logam tersebut menjadi getas dan keropos karena adanya kotoran (*slag inclusions*), sedangkan kandungan unsur karbon dalam logam akan membentuk gas yang bisa mengakibatkan adanya rongga dalam logam las (*cavity*).

C. Posisi Pengelasan

Posisi pengelasan bergantung pada letak kampuh-kampuh benda kerja yang akan dilas. Posisi pengelasan terdiri dari :

- 1) Posisi di bawah tangan. Posisi yang paling sederhana dilakukan. Posisi dilakukan pada permukaan rata/datar dengan letak elektroda diatas benda kerja. Kemiringan elektroda las sekitar 75 derajat dan sudut kerja 90 derajat terhadap benda kerja.
- 2) Posisi mendatar. Proses pengelasan dengan posisi mendatar arah elektroda mengikuti *horizontal*. Arah ayunan elektroda sangat diperhatikan karena akan mempengaruhi mutu dari pengelasan.
- 3) Posisi tegak (*vertical*). Posisi pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak. Gerak elektroda sedikit searah dengan posisi benda kerja.

- 4) Posisi di atas kepala (*over head*). Benda kerja terletak diatas juru las. Posisi pengelasan ini lebih sukar dibandingkan dengan posisi pengelasan lain Oleh karena itu perlengkapan yang lengkap sangat dibutuhkan antara lain: baju las, sarung tangan, sepatu kulit dan lain-lain.

Pada penelitian ini penggunaan mesin las overlay dengan posisi pengelasan datar dimana posisi mengelas merata di mana kedudukan benda kerja dibuat tegak dan arah elektroda .

D. Proses Pengelasan

Proses pengelasan adalah proses dari dimulainya persiapan pengelasan hingga *finishing* hasil pengelasan:

1) Persiapan bahan pengelasan

Logam utama atau *base metal* sebagai bahan utama dalam pengelasan, akan dilas sesuai dengan bentuk sambungan las dan bentuk kampuh las yang diinginkan. Material pipa pengelasan terlebih dahulu dibersihkan korosi pipa dengan cara digerinda agar kampuh las dan kawat las dapat menyatu dengan material las.

2) Pengesetan Mesin Las

Mesin las yaitu alat utama dalam pelaksanaan pengelasan. Arus listrik menjadi sumber tenaga utama untuk operasional pada mesin las . Sumber arus las terdiri dari 3 jenis dan menghasilkan dua macam arus las, yaitu:

- a) *Trafo* las menghasilkan arus bolak-balik.
- b) Arus searah dihasilkan oleh penyearah las
- c) arus searah dihasilkan oleh generator las

Arus yang dibutuhkan sangat tinggi untuk dapat mencairkan permukaan benda kerja dan ujung elektroda. Kombinasi arus dan tegangan menjadi hal penting dalam pengelasan karena akan berpengaruh pada kawat las, di mana akan mengakibatkan kawat las tidak meleleh atau cair. Jika elektroda jauh, maka arus yang mengalir akan terhenti sehingga berakibat pada elektroda tidak menyala. Sebaliknya, jika terlalu dekat atau menyentuh benda kerja, maka busur yang terjadi terlalu pendek/tidak ada jarak sehingga elektroda akan menempel pada benda kerja, dan jika hal ini agak berlangsung lama, maka keseluruhan batang elektroda akan menerima panas yang sama yang berakibat mencairnya keseluruhan batang elektroda tersebut.

2.1.2 Overall Equipment Effectiveness

Overall equipment effectiveness adalah sebuah metode pengukuran dasar untuk pengukuran kinerja. Dalam (Karismawan dan Kastias 2015:51) menyatakan bahwa OEE metrik mendukung manajemen pemeliharaan dalam pengukuran peralatan ketersediaan dan perencanaan tingkat, yang merupakan fungsi dari yang direncanakan dan masing-masing *downtime* yang tidak direncanakan.

Metode ini juga dapat digunakan untuk mengukur efektivitas penggunaan peralatan sebagai salah satu aplikasi program Total *Productive Maintenance* dengan mengeliminasi *six big losses* peralatan. *Overall equipment effectiveness* adalah tingkat keefisienan fasilitas secara menyeluruh yang didapatkan dengan memperhitungkan *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*. Pengukuran OEE ini dipengaruhi pada pengukuran tiga perbandingan utama,

yaitu: *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality product* (Ansori dan Mustajib 2013:114).

Fungsi OEE pada lingkungan perusahaan sangat dibutuhkan. Manfaat penggunaan OEE menurut ansori dan mustajib (2013:23) seperti:

1. untuk mengukur rencana perusahaan dalam performansi mesin .
2. Untuk membandingkan garis performansi melintang dari perusahaan, maka akan terlihat aliran yang tidak penting.
3. Memilih mesin mana yang mempunyai performansi buruk.
4. *Starting point* dari perusahaan dapat ditentukan.
5. Kerugian produktivitas dapat diidentifikasi .
6. Prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan produktivitas dapat ditentukan.

2.1.2.1 Enam Jenis Kerugian (*Six Big Loss*)

Mengukur kerusakan dalam operasi produksi harus memahami enam jenis kerugian. Sesudah nilai OEE didapat baru dilakukan penghitungan *six big loss* agar perbaikan dapat dilakukan (Ansori dan Mustajib 2013:114-115). Enam jenis *six big losses* dibagi dalam tiga kategori.

1. Kerugian waktu (*down time*).
 - a. Kerugian (*breakdown*) diakibatkan kegagalan alat, hambatan tidak terkira (kerusakan alat seketika).
 - b. *Set up and adjustment*, disebabkan modifikasi bentuk produk, penggantian jarum las dan kawat las, penggantian argon, dan lain sebagainya. Kedua *loss* ini dipakai untuk menghitung *aviability rate*.

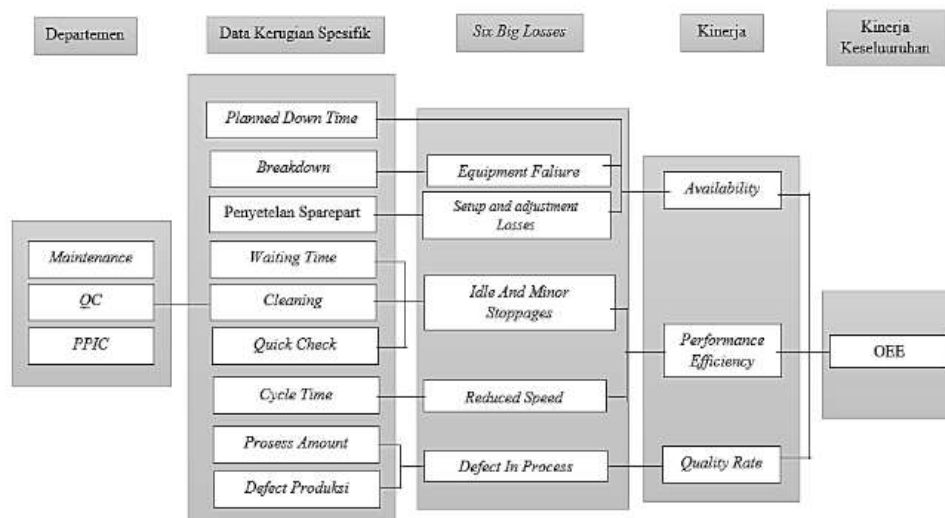
2. Kehilangan kecepatan (*speed loss*)
 - a. *Idle and minor stoppages* operasi, mesin berhenti karena masalah dari pengoperasian trafo las ,program default dan *coolant* sumbat.
 - b. *Reduced speed* adalah terjadinya perbedaan antara rencana dan kecepatan *actual* dari mesin atau peralatan. *performance rate* dihitung menggunakan loss rencana dan kecepatan actual
3. Cacat (*defect*)
 - a.cacat atau rusak yang masih bisa diperbaiki dan cacat produk.
 - b. Penurunan *yield*, karena ada penyettingan sampai kondisi normal.

Di mana kedua *losses* ini digunakan untuk menghitung *quality rate*.

2.1.2.2 Proses Identifikasi Six Big Losses

Pengukuran nilai OEE dan ketiga perbandingannya, harus memahami jenis-jenis kerugian peralatan yang ada. Menurut Nakajima dalam Ansori dan Mustajib (2013:116), terdapat 6 kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan :

1. kegagalan peralatan
2. Kerugian penyetelan dan penyesuaian
3. Kerugian karena menganggur dan menghentikan mesin
4. Kerugian karena turunnya kelajuan operasi
5. Kegagalan produk cacat ketika dalam operasi produksi
6. Kerugian akibat hasil turun



Gambar 2.3 Alur pengukuran *six big losses*
 Sumber (Ansori Dan Mustajib 2013:116)

Jenis kerugian dan peralatan sangat diperlukan menurut Ansori dan Mustajib (2013:116-117) untuk ketelitian hasil beserta mencerminkan situasi sebenarnya. Sesudah kerugian peralatan diklarifikasikan berlandaskan perbandingannya, kemudian pengumpulan data dilakukan untuk nilai OEE. Data yang digunakan berhubungan dengan kegagalan mesin adalah sebagai berikut:

1. Total waktu kerja (*availabe time*).
2. Total durasi operasi produksi berhenti yang ditetapkan oleh perusahaan meliputi *preventif* mesin. (*Planned downtime*).
3. Lama waktu *downtime* mesin.
4. Lama waktu menganggur dan gangguan kecil (*Idle and minor stoppages*) meliputi *scrap handling* dan waktu menunggu lainnya.
5. Waktu siklus per periode.
6. Jumlah produksi per periode.
7. Jumlah cacat produksi per periode.

8. Historis perawatan mesin.

2.1.2.3 Perhitungan Six Big Losses

Berlandaskan buku Ansori Dan Mustajib (2013:117-121). Beserta jurnal Syaiful, Rapi, Novawanda 2014. Menjelaskan bahwa rumus untuk mengetahui nilai OEE sebagai berikut:

1. Menghitung Data *Time*.

- a. Data *Loading time* :

$$\text{Loading time} = \text{Availabe time} - \text{Planned downtime} \quad (2.1)$$

- b. Perhitungan *Downtime*:

$$\text{Total Downtime} = \text{Schedule Shutdown} + \text{Penyetelan Sparepart} + \text{Waktu Pembersihan Mesin} \quad (2.2)$$

- c. *Operation time*

$$\text{Operation Time} = \text{Loading Time} - \text{Total Downtime} \quad (2.3)$$

- d. Perhitungan *Breakdown time*:

$$\text{Total Breakdown} = \text{Machine Break} + \text{Power Cut/off}. \quad (2.4)$$

- e. Perhitungan Jam Kerja Efektif :

$$100 - [\text{Total Delay} / \text{Avaliable Time}] \times 100\% \quad (2.5)$$

- f. Menghitung Waktu Siklus Ideal.

$$\text{Waktu Siklus} = \text{Loading Time} / \text{Output Mesin (Output Product)} \quad (2.6)$$

2. Menghitung *Losses* penurunan waktu.

- a. *Equipment Faliure* = $\text{Total Breakdown} / \text{Loading Time}$ (2.7)

- b. *Setup and Adjustment* = $\text{Total setup and Adjustment Time} / \text{Loading Time}$ (2.8)

2.1.2.4 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness(OEE)

Perhitungan nilai OEE didapatkan dari tiga faktor yaitu *availability performance efficiency*, dan *quality*. (Ansori dan Mustajib 2013:118-122)

1. *Availability* yaitu persentase ketersediaan mesin dan peralatan dalam kegiatan operasi produksi . *Availability* merupakan perbandingan dari *operation time*, dengan dikurangi waktu *downtime* atas *loading time*. Maka, rumus yang dipakai untuk nilai *availability* yaitu :

$$Availability\ rate = \frac{Loading\ Time - down\ time}{Loading\ Time} \times 100\ % \quad (2.9)$$

2. *Performance efficiency* yaitu Persentase kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan output tanpa melihat mutu produk yang dihasilkan. Runus nilai *performace efficiency* yaitu :

$$Performance\ rate = \frac{Processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{Loading\ Time} \times 100\ % \quad (2.10)$$

3. *Quality* merupakan persentase antara jumlah produk yang bermutu dengan total hasil keseluruhan produk. Formula yang digunakan untuk pengukuran perbandingan ini adalah :

$$Quality\ Rate = \frac{Process\ amount - defect\ amount}{Processed\ amount} \times 100\ % \quad (2.11)$$

4. Rumus pengukuran nilai OEE adalah:

$$OEE (\%) = Availability (\%) \times Performance rate (\%) \times Quality rate (\%) \quad (2.12)$$

Menurut Ansori dan Mustajib (2013:122), ideal nya nilai OEE dengan kondisi :

- a. *Availability* > 90%
- b. *Performance* > 95%
- c. *Quality* > 99%

Sehingga jika dikalikan semua nilai *availability*, *performance* , *quality* maka nilai ideal OEE yang harus dicapai adalah 85%.

2.1.3 Total Productive Maintenance

Defenisi total *productive maintenance* menurut mobaleghi (2014), adalah rancangan perawatan untuk mengikutsertakan semua lini karyawan berpartisipasi dan kegiatan pemeliharaan yang produktif. Objek dari total *produktive maintenance* yaitu memaksimalkan *overall equipment effectiveness* (OEE) dengan mengurangi waktu *downtime* yang tidak sengaja, sehingga meningkatkan kemampuan peralatan dan dapat mengurangi biaya. upaya-upaya untuk melakukan peningkatan kinerja yaitu :

1. Produktivitas
2. Kualitas
3. Biaya Pengiriman
4. Keamanan dan keselamatan
5. Moral

2.1.3.1 Unsur Dalam Total Productive Maintenance

Total *productive maintenance* sebagai satu strategi pabrikasi yang berisikan dari langkah berikut dalam Ansori dan Mustajib (2013:107). Memaksimalkan efektifitas alat-alat perlengkapan melalui optimasi dari *availabilitas* alat-alat perlengkapan, kinerja, efisiensi mutu dan produk.

- a. Menciptakan strategi pemeliharaan pencegahan untuk jalan kehidupan dari seluruh alat-alat perlengkapan.
- b. Meliputi semua departemen seperti perencanaan, operator, dan departemen pemeliharaan. Melibatkan semua anggota yang terorganisir dari mulai manajemen teratas sampai kelantai pekerja.
- c. Meningkatkan pemeliharaan melalui otonomi aktivitas grup kecil.

Kata "*Total Productive Maintenance*" mempunyai tiga arti yang mendeskripsikan fitur terpenting dalam TPM berkaitan dengan lima unsur *Total Productive Maintenance* (TPM) di atas:

1. Efektivitas total pencapaian tujuan pada efisiensi ekonomi atau *probabilitas*.
2. Sistem pemeliharaan total meliputi *maintenance improvement* seperti halnya *preventive maintenance*.
3. Keikutsertaan semua karyawan meliputi pemeliharaan otonomi oleh operator melalui aktivitas grup kecil

2.1.3.2 Tujuan Total Productive Maintenance (TPM)

Total *productive maintenance* (TPM) bertujuan untuk mengurangi kerugian. Kerugian dibagi kedalam tiga kategori yaitu :

1. Kerugian karena *down time*.

Kerugian karena *downtime* pada operasi produksi yaitu diakibatkan oleh tidak bisa berfungsi peralatan dengan baik ketika operasi produksi. Kerugian *downtime* dibagi menjadi dua kategori, yaitu: *Break down* serta *Setup* dan Penyesuaian. Penyebab kerugian *downtime* atau *breakdown* karena kegagalan sporadis ataupun *kronis*, kegagalan sporadis terjadi ketika ada beberapa kerusakan tersembunyi dalam mesin atau peralatan. Akibat kerugian *setup* dan penyesuaian terjadi adalah ketika produksi berakhir dan peralatannya dimodifikasi atau disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan item lainnya.

2. Kerugian Karena Kinerja Buruk.

Kinerja buruk berfokus pada penggunaan peralatan yang hilang sebagai akibat dari hasil peralatan yang dijalankan pada kecepatan yang kurang dari maksimum. Hilangnya kapasitas masuk dalam sub kategori yaitu pengurangan kecepatan serta penghentian *minor*. Kerugian pengurangan kecepatan terjadi ketika ada perbedaan antara kecepatan yang diinginkan dengan kecepatan sesungguhnya serta kondisi kecepatan desain yang diinginkan. Diakibatkan karena kurangnya kepastian operator dalam proses manufaktur

3. Kerugian Karena Kualitas Buruk.

Kerugian yang timbul akibat kualitas produk buruk dibagi menjadi dua yaitu Kerusakan proses dan kerugian *Set up*. Kerusakan dalam *output* terkadang disebabkan oleh kerusakan dalam operasi yang terkait dengan kinerja peralatan. Kerusakan operasi produksi bisa seperti masalah produksi *kronis dan sporadis*.

2.1.3.3 Tahapan Implementasi Total Productive Maintenance (TPM)

Terdapat 12 tahapan dalam mengimplementasikan *Total Productive Maintenance* (TPM) dalam Ansori dan Mustajib (2013:108).

A. Tahap Persiapan

1. Manajemen puncak membuat keputusan untuk memperkenalkan TPM.
2. Mengadakan pelatihan dan pembelajaran dalam rangka pengenalan TPM.
3. Organisasi untuk pengembangan TPM harus dibentuk .
4. Kebijakan dan tujuan dasar TPM harus ditetapkan.
5. Menyusun jadwal induk untuk lebih mengembangkan TPM.

B. Tahapan implementasi persiapan

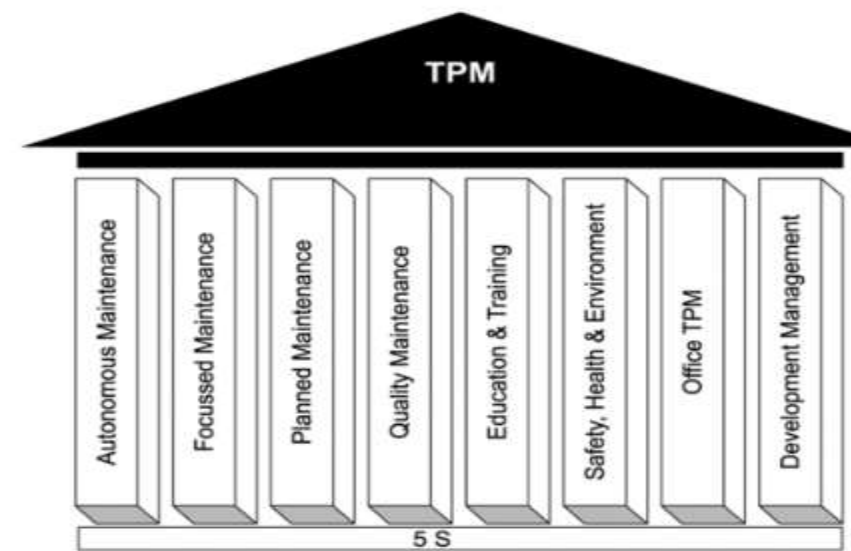
Mulai memegang erat *Total Productive Maintenance* (TPM).

C. Tahap Implementasi *Total Produktive Maintenance* (TPM).

1. Efektifitas masing-masing peralatan mesin dinaikkan.
2. Melaksanakan program pemeliharaan otonomi.
3. Melaksanakan program pemeliharaan yang dijadwalkan untuk departemen pemeliharaan.
4. Mengadakan pelatihan untuk meningkatkan operasional dan keterampilan pemeliharaan.
5. Membangun lebih dahulu program management perawatan.

D. Tahap Pemantapan

Implementasi TPM yang sudah ada disempurnakan dan level TPM dinaikkan.



Gambar 2.4 Pilar pendekatan untuk implementasi TPM
 Sumber: Ansori dan Mustajib (2013:107)

Berikut ini adalah penjelasan dari 8 pilar TPM Ansori dan Mustajib (2013:107).

1. *Autonomous Maintenance* atau *Jishu Hozen* operator melakukan kegiatan secara berkelanjutan seperti pembersihan mesin, pemberian minyak atau oli dan inspeksi mesin.
2. *Planned Maintenance* (Perawatan Terencana)
 Pilar *planned maintenance* yaitu pemeliharaan yang dilaksanakan oleh teknisi atau pekerja perawatan mesin berlandaskan pada rasio kerusakan yang terjadi pada mesin. *Planned maintenance* bisa *mereduce* kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba dan dapat menjaga kerusakan pada komponen mesin atau peralatan.
3. Pilar *Quality Maintenance*
 Menentukan peralatan atau mesin produksi tidak mengalami gangguan sehingga dapat mencegah kesalahan selama operasi produksi berjalan. Pengecekan mesin sebelum berproduksi harus dilakukan agar tidak terjadi

cacat produk yang diakibatkan oleh mesin. Dengan demikian, tingkat kegagalan produk bisa dikendalikan dengan kualitas yang bagus dan menurunkan biaya produksi.

4. *Focused Improvement / Kobetsu Kaizen* (Perbaikan yang terfokus)
Membuat kelompok kerja untuk secara terus-menerus mengidentifikasi mesin yang mengalami masalah dan memberikan solusi atau usulan-usulan perbaikan. Dalam melakukan *Focused Improvement* juga bisa mendapatkan karyawan-karyawan yang ahli di bidang mesin untuk mendukung kinerja perusahaan dalam mencapai targetnya.
5. *Early Equipment Management* (Manajemen Awal pada Peralatan kerja)
Salah satu pilar TPM yang menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal. Tujuan dari pilar ini adalah agar mesin atau peralatan produksi baru dapat mencapai kinerja yang optimal pada waktu yang sesingkat - singkatnya.
6. *Training dan Education* (Pelatihan dan Pendidikan), pelatihan dan pendidikan ini penting sekali guna mengisi kesenjangan pengetahuan saat penerapan TPM. Minimnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menyebabkan kerusakan pada peralatan dan mengakibatkan rendahnya produktivitas kerja sehingga menimbulkan kerugian perusahaan. Kemampuan operator wajib ditingkatkan dari pelatihan yang dilakukan sehingga dapat melakukan kegiatan perawatan dasar sedangkan Teknisi dapat meningkatkan kemampuannya untuk melakukan perawatan

pencegahan dan kemampuan dalam menganalisis kerusakan mesin atau peralatan kerja. Pelatihan dan pendidikan pada teknisi wajib ditingkatkan agar dapat menyelesaikan masalah kritis yang terjadi pada mesin. Pelatihan pada *level* manajerial juga dapat meningkatkan kemampuan manajer dalam membimbing dan mendidik tenaga kerjanya (*mentoring dan coaching skills*) dalam penerapan TPM.

7. *Safety, Health and Environment* (Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan)

Perusahaan harus diwajibkan untuk menyediakan Lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya. Para pekerja wajib bekerja dalam lingkungan yang aman dan sehat. Para pekerja juga harus memikirkan keselamatan sebelum bekerja dengan mempersiapkan alat keselamatan kerja sebelum melakukan pekerjaan terlebih dahulu. Tujuan pilar ini adalah mencapai target tempat kerja yang “ *Zero Accident*” (tempat kerja yang bebas dari segala kecelakaan).

8. *TPM in Administration* (TPM dalam administrasi) fungsi administrasi dalam

TPM sangat diperlukan agar semua pihak dalam organisasi (perusahaan) memiliki konsep dan persepsi yang sama termasuk *staff* administrasi (pembelian, perencanaan dan keuangan). Fungsi TPM dalam administrasi tentu yaitu membuat dokumen perawatan dan pemeliharaan sehingga konsep dari TPM sendiri dapat terencana dengan baik.

2.1.4 Perawatan (Maintenance)

Kelancaran operasi produksi menjadi faktor yang penting dalam keberhasilan industri manufaktur (Rinawati dan Dewi 2014:21). Jika operasi

produksi lancar dengan pemakain mesin/ peralatan produksi yang efisien dan efektif sehingga produk yang berkualitas dapat dihasilkan. Kondisi sumber daya seperti manusia, mesin ataupun sarana penunjang lainnya sangat mempengaruhi operasi produksi pengelasan.

Arti perawatan menurut setiawan fajar (2016:18) adalah aktivitas yang dilakukan pada suatu industri untuk mempertahankan atau menambah daya dukung mesin selama proses produksi berjalan. Mesin produksi akan mengalami penurunan jika mesin tersebut dipakai secara terus-menerus, oleh sebab itu perawatan sangat penting untuk diterapkan dan dilaksanakan. Perawatan yang optimal wajib dilakukan secara terus-menerus agar mesin dapat berfungsi dengan maksimal.

2.1.5 Diagram Fishbone

Diagram Fishbone yaitu satu alat bantu yang dipakai untuk menemukan suatu penyebab permasalahan dan menganalisanya *Fishbone Diagram* digunakan untuk :

1. Mengorganisasi akar pemicu permasalahan yang terjadi.
2. Memperoleh gagasan beserta membuat solusi dalam pemecahan masalah
3. Membantu dalam penyeledikan fakta lebih lanjut

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan diagram fishbone :

1. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yang terjadi. Permasalahan selanjutnya digambarkan dengan bentuk kotak sebagai kepala dari *fishbone*

diagram. Permasalahan yang terjadi menjadi hal yang utama dalam proses pembuatan *fishbone diagram*

2. Mengidentifikasi faktor-faktor utama masalah

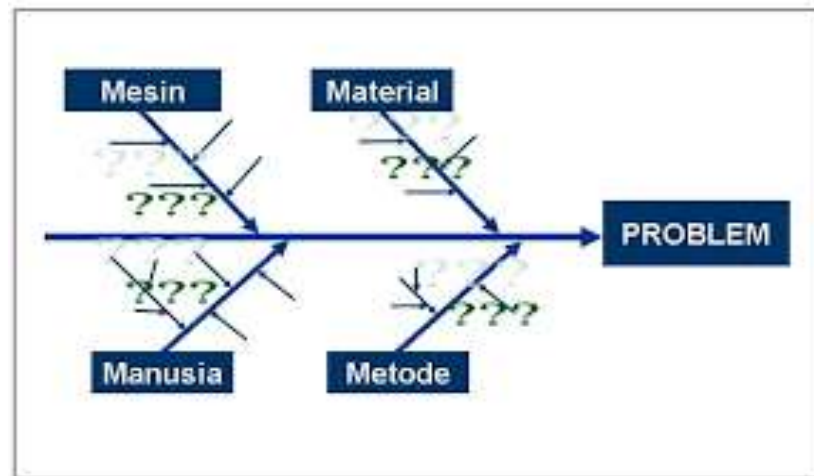
Penentuan faktor-faktor utama dari permasalahan. Faktor-faktor ini akan menjadi penyusun “tulang” utama dari *fishbone diagram*. Faktor ini bisa seperti sumber daya manusia, metode yang digunakan, cara produksi, dan lain-lain.

3. Menemukan kemungkinan penyebab dari setiap faktor

Pokok masalah menjadi faktor utama dalam permasalahan, maka perlu dilakukan pengamatan untuk mencari apa kemungkinan penyebabnya. Kemungkinan-kemungkinan penyebab setiap faktor, akan digambarkan sebagai “tulang” kecil pada “tulang” utama. Setiap kemungkinan penyebab juga perlu dicari tau akar penyebabnya dan dapat digambarkan sebagai “tulang” pada tulang kecil kemungkinan penyebab sebelumnya. Kemungkinan penyebab dapat ditemukan dengan cara melakukan *brain storming* atau analisa keadaan dengan observasi.

4. Melakukan analisa hasil diagram yang sudah dibuat

Setelah *fishbone diagram* dibuat maka dapat diamati semua akar penyebab masalah. Dari akar penyebab yang sudah didapatkan, perlu dilakukan analisa lebih jauh dan signifikansi dari penyebabnya. Setelah itu dapat dicari tau solusi untuk menyelesaikan masalah yang ada dengan menyelesaikan akar masalah.



Gambar 2.5 Diagram *Fishbone*

2.2 Penelitian Terdahulu

Referensi dan pertimbangan penelitian ini didapatkan dari hasil penelitian terdahulu. Berkaitan dengan judul penelitian. Maka penelitian terdahulu yang diambil sebagai acuan atau referensi adalah sebagai berikut:

1. Bernadus Yosep dan Yurida Ekawati (2016) (ISSN 1412-6869) beserta judul “Pengukuran Efektivitas Mesin Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* untuk dasar usulan Perbaikan” Menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness*, FMEA, Diagram *Ishikawa* menyimpulkan bahwa:
 - a. Perusahaan melakukan penerapan seperti tata letak baku terhadap mesin didekatkan untuk mengurangi waktu tunggu
 - b. Nilai rata-rata hasil penelitian 60%, dimana *availability* mengalami peningkatan sehingga OEE mengalami fungsi yang baik terhadap perusahaan
2. Rahmad, Pratikto dan Slamet wahyudi (2012) (ISSN 0216-468X) dengan judul “Penerapan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Dalam

implementasi total *productive maintenance* (TPM) dengan menggunakan metode teknik analisa data OEE menyimpulkan bahwa:

- a. Faktor manusia menjadi penyebab lemahnya faktor *reduced speed loss* pada mesin giling I umumnya
- b. Sistem perawatan belum optimal sehingga menyebabkan faktor *breakdown loss* pada mesin giling I.

3. Edi Sumarya (2017) (ISSN 2301-7244) dengan judul “Pengukuran Produktivitas dengan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) untuk mengetahui efektifitas mesin *filling* botol di PT.XYZ” metode yang digunakan *loading time* dan *downtime*, menyimpulkan bahwa:

- a. Tidak tercapainya nilai kriteria nilai quality rata-rata nilai quality yang didapatkan 93%.
- b. Manajemen perawatan dan pemeliharaan yang dilakukan belum maksimal diakibatkan belum mencapai kriteria *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM).

4. Ida Nursanti dan Yoko Susanto (2014) (ISSN 1412-6869) dengan judul “Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada Mesin *Packing* untuk meningkatkan nilai *Availability* mesin” metode yang digunakan metode *fishbone*, menyimpulkan bahwa:

- a. Nilai OEE mesin *Weighing* 76.08% Hal ini menunjukkan bahwa nilai OEE *packing* belum sesuai dengan kriteria OEE yang ditentukan oleh perusahaan.

- b. Berlandaskan data dan analisis menggunakan diagram *pareto* faktor-faktor nilai *availability* mesin membuktikan bahwa *setting* mesin di awal dan akhir *shift* merupakan faktor dominan dan harus segera di atasi.
5. Eko Nursubiyantoro Puryani dan Mohamad Isnaini Rozaq (2016) (ISSN 1693-2102) dengan judul “*Implementasi Total Productive Maintenance (TPM) Dalam Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE)*” metode yang dipakai yaitu metode OEE, menyimpulkan bahwa:
 - a. Hasil rata-rata nilai OEE yang didapatkan yaitu 55.24%.
 - b. Pokok permasalahan yang mengakibatkan faktor *loses* yaitu sedikitnya rata-rata nilai *performance ratio* sebesar 62.11% karena dipengaruhi oleh faktor *idle and minor stoppages and speed losses*.
 - c. Penerapan *Total Productive Maintenance* sangat diperlukan yaitu membuat perencanaan pemeliharaan mesin dengan mengenali gejala kerusakan mesin *press*.
6. Nofriani Fajrah dan Noviardi (2018) (ISSN 2442-8795) dengan judul “*Analisis Performansi Mesin Pre-Turning dengan metode Overall Equipment Effectiveness pada PT APCB*” metode yang digunakan *survey* pendahuluan, studi *literature*, identifikasi masalah, pengumpulan data dan pengolahan data OEE, menyimpulkan bahwa:
 - a. Tingkat persentase OEE pada proses mesin *pre-turning* di PT APCB pada bulan Januari sampai dengan November 2016 masih di bawah nilai OEE standar kelas dunia yaitu 85%.

- b. Nilai tingkat persentase OEE paling rendah di bulan Februari 2016 sebanyak 53.29% sedangkan nilai OEE tertinggi di bulan September 2016 sebanyak 83.23%, dengan rata-rata nilai OEE 67.45%, maka nilai OEE membuktikan bahwa tingkat efektifitas performansi proses mesin *pre-turning* masih rendah.
 - c. Rendahnya efektifitas *maintenance* proses mesin *pre-turning* adalah bar feeder problem dengan nilai *request frequency* tertinggi sebanyak 250.
 - d. Penerapan *Total Productive Maintenance* di PT APCB sangat diperlukan untuk meningkatkan performansi proses mesin *pre-turning*. Dan PT APCB dituntut untuk selalu melakukan pengontrolan tingkat persentase OEE sebagai tolak ukur *key performance indicator* perusahaan.
7. Richard hedman, Mukun subramaniyan dan Peter almstorm (2016) (CIRP-CMS 2016) beserta judul "*Analysis of Critical Factors for Automatic Measurement of OEE* " metode yang digunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), menyimpulkan bahwa:
- a. Rata rata OEE yang dihitung dari data 884 mesin yaitu 65%. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan mesin belum secara optimal karena belum mencapai kondisi ideal ($\geq 85\%$).
 - b. Diketahui 90% dari waktu berhenti yang diklasifikasikan bukan hanya dari proses otomasi melainkan dari kegiatan operator itu sendiri.

8. Anwar, Syukriah dan Muslem (2016) (ISSN 2302 934X) dengan judul “Analisis *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dalam Meminimalisir *Six Big Losses* Pada Mesin Produksi di UD. Hidup Baru” metode yang digunakan yaitu *Overall Equipment Effectiveness dan Failure Mode and Effect Analysis*, menyimpulkan bahwa :
- a. Hasil nilai OEE tertinggi pada mesin pres 2 yaitu 58,35 % di bulan maret dan terendah sebesar 43,64% di bulan februari.
 - b. Hasil analisa FMEA didapat aktivitas yang dilakukan untuk mengurangi kerusakan pada mesin pres 2 yaitu penambahan alarm dan sensor cahaya pada mesin dan juga program perawatan mesin harus dilakukan secara berkesinambungan (*preventive maintenance*).
9. Andita Rahayu (2014) (ISSN 2088-4842) dengan judul “ Evaluasi Efektivitas Mesin Kiln dengan Penerapan *Total Productive Maintenance* pada Pabrik II/III PT. Semen Padang “ metode yang digunakan yaitu *Total Productive Maintenance dan Overall Equipment Effectiveness*, menyimpulkan bahwa:
- a. Nilai OEE mesin kiln W1 yaitu 49% hingga 96%. Sedangkan nilai OEE mesin kiln W2 antara 60% hingga 98%. Nilai *availability* mesin kiln W1 92% sedangkan nilai *availability* mesin kiln W2 94% diakibatkan oleh durasi kerusakan mesin kiln W1 yang begitu lama.
 - b. Rendahnya nilai OEE pada mesin kiln mengakibatkan tingkat kelajuan kinerja mesin mengalami penurunan.

2.3 Kerangka Pemikiran

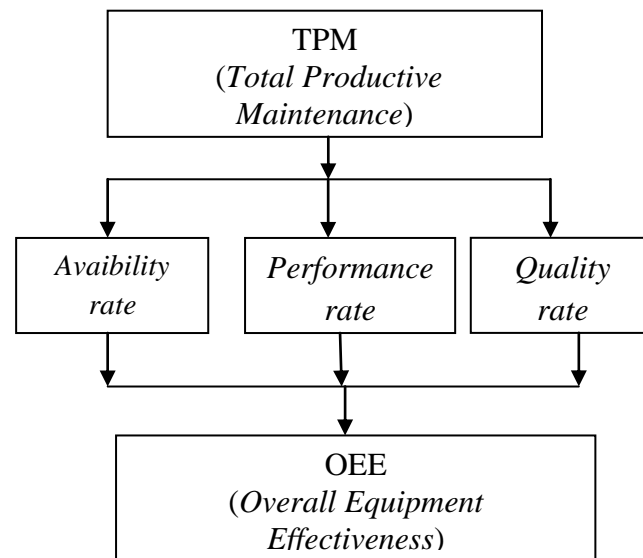
Arti kerangka berfikir berasaskan Sugiyono (2014:60) yaitu bentuk abstrak tentang bagaimana teori berhubungan dengan beragam faktor yang telah dikenal seperti masalah yang penting.

Kerangka pemikiran dari penelitian ini yaitu rendahnya kualitas mesin karena dipengaruhi oleh kuantitas waktu kerusakan mesin. Sehingga, perlu dianalisis waktu kerusakan mesin di PT Cladtek BI Metal Manufacturing.

Pengoperasian mesin las *overlay* tidak boleh seenaknya dioperasikan oleh operator. Sehingga, operator wajib mendapatkan surat izin mengelas agar tidak terjadi kelalaian saat menjalankan mesin las *overlay*.

Pemeliharaan dan perawatan terhadap mesin las *overlay* sangat berpengaruh untuk mengatasi masalah kerusakan mesin. Penerapan TPM oleh perusahaan membuat perubahan dalam kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dulunya dilakukan pada saat mesin mengalami kerusakan saja. Menggunakan aktivitas TPM, pemeliharaan dan perawatan terhadap mesin-mesin produksi dilakukan dengan kegiatan membersihkan (*cleaning*), melumasi (*lubricating*), memeriksa (*checking and inspection*), penyetelan (*adjustment*), penggantian periodik (*periodic replacemet*) dan kalibrasi (*calibration*).

Penerapan TPM membuat perubahan sistem pemeliharaan dan perawatan mesin yang dilaksanakan oleh perusahaan. Perubahan sistem pemeliharaan dan perawatan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kesiapan mesin untuk berproduksi, kinerja mesin dan kualitas produksi yang dihasilkan.



Gambar 2.6 Kerangka Pemikiran

BAB III

METODE PENELITIAN

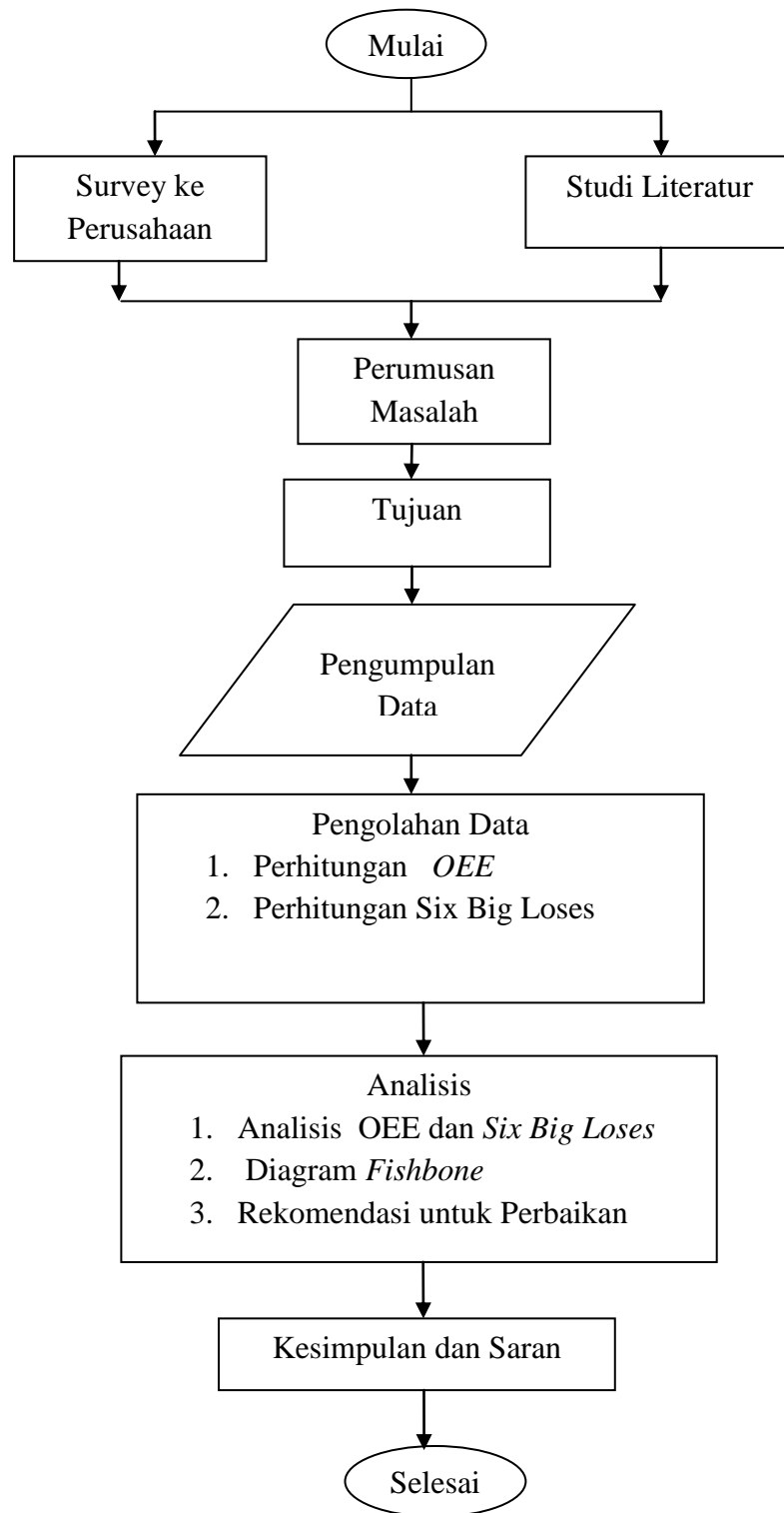
3.1 Jenis Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan penelitian lapangan dimana peneliti ke lapangan untuk melakukan pengamatan tentang suatu masalah secara langsung. Objek penelitian perusahaan manufaktur pelapisan pipa baja, penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif.

Penelitian kuantitatif yaitu data yang ditunjukkan dalam bentuk angka – angka yang mana dipakai dalam penelitian ini yaitu dalam bentuk jumlah waktu produksi beserta jumlah waktu *downtime* mesin.

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian yaitu langkah rancangan struktur penelitian berupa solusi masalah dalam penulisan. Bagian desain penelitian ini yaitu langkah kerja penelitian seperti gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yaitu titik perhatian penelitian pada sebuah objek penelitian. Variabel penelitian yang dipakai yaitu variabel bebas bersama variabel terikat.

3.3.1 Variabel Bebas

Penggunaan variabel bebas pada penelitian ini yaitu ketersediaan mesin , kemampuan mesin dan kualitas produk.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu tingkat *overall equipment effectiveness* (OEE)

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi

Populasi yaitu peneliti menentukan subjek atau objek yang memiliki pengaruh dalam pengambilan kesimpulan. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi proses produksi pengelasan pipa dalam yang berada di PT Cladtek BI Metal Manufaktur.

3.4.2 Sampel

Metode sampel yang dipakai untuk penelitian ini adalah *purposive sampling*. Metode *purposive sampling* merupakan cara pengambilan sampel dengan mempertimbangkan dari sampel yang dimiliki oleh populasi. *Non-probability sampling* adalah teknik pengambilan sampel yang dipakai dalam penelitian ini. *Non-probability sampling* yakni pengambilan sampel berlandaskan kebutuhan peneliti.

3.5 Data dan Sumber Data

3.5.1. Data Primer

Melakukan pengamatan secara langsung pada PT Cladtek BI Metal Manufaktur khususnya produksi, *Quality* dan *maintenance*. Selain itu juga melakukan wawancara operator, teknisi, foreman, kepala seksi, dan kepala departemen guna memperoleh informasi yang sesuai dengan topik penelitian.

3.5.2 Data Sekunder

Menggunakan data laporan harian produksi dan maintenance yang dibuat oleh operator dan teknisi mesin. Laporan harian produksi ini berisi *planning* produksi, jumlah produk OK, dan laporan harian *maintenance* berisi *downtime* kerusakan dan perbaikan mesin.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

3.6.1 Observasi

Data dalam penelitian ini didapatkan dari observasi di perusahaan. Pengamatan secara langsung dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan bahan yang diperlukan dalam proses penelitian. Bahan dikumpulkan baru diolah setelah itu dilakukan langkah dalam mengambil kesimpulan

3.6.2 Wawancara

Informasi dan data pendukung penelitian didapatkan oleh peneliti dari jawaban objek peneliti.

3.6.3 Dokumentasi

Penggunaan data penelitian yaitu metode *overall equipment effectiveness* dan *six big losses*

3.7 Pengambilan Data

Data untuk penelitian ini diambil pada juli 2019-november 2019. Data terdiri dari:

1. Data *machine working time* adalah Jumlah waktu efisien mesin las *overlay* dalam menghasilkan produk
2. Data *planned down time*
3. Data *Setup* dan *adjustment*
4. Data perbaikan mesin
5. Data jumlah produk per bulan
6. Data jumlah *reject* dan *rework*

Setelah data penelitian didapatkan, Pengolahan data untuk mengukur komponen TPM meliputi:

- a. *Availability*
- b. *Performance Rate*
- c. *Quality Rate*
- d. *Overall Equipment Effectiveness*
- e. *Six Big losses*

3.8 Analisis Data

Analisis data dilakukan setelah pengumpulan data dan data diolah berdasarkan hasil pengamatan di lapangan. Analisis yang dilakukan yaitu:

- a. Analisis *Overall Equipment Effectiveness*.
- b. Analisis *Six Big Losses*.
- c. Rekomendasi perbaikan.

3.9 Lokasi dan Jadwal Penelitian

3.9.1 Lokasi penelitian

Tempat penelitian di PT Cladtek BI Metal Manufacturing di Jl. Tengiri, batu merah, kecamatan batu ampar, kota batam, kepulauan riau.



Gambar 3.2 Lokasi PT Cladtek BI Metal Manufacturing

3.9.2 Jadwal Penelitian

Penelitian dimulai dari klinik proposal, pengumpulan data hingga penyelesaian penelitian dimana waktu penelitian dimulai pada bulan Agustus 2019 sampai dengan Januari 2020. Tabel jadwal penelitian dapat diamati pada Tabel 3.1 berikut ini

Tabel 3.1 Jadwal penelitian

No	Kegiatan	Juli				Agustus				September				Oktober				November				Desember				Januari			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Perancangan penelitian	■	■	■	■																								
2	Klinik Proposal					■	■	■	■																				
3	Judul									■	■	■	■																
4	Pengumpulan Data	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
5	Pengolahan Data									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
6	Analisis Data																	■	■	■	■	■	■	■	■				
7	Penyelesaian Penelitian																									■	■	■	■

Sumber: Data olahan sendiri