

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Dasar

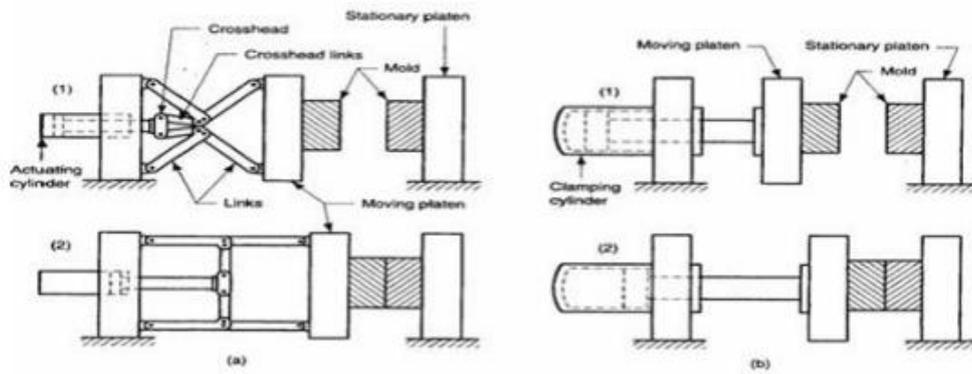
2.1.1. Proses Mesin *Injection Molding*

Injection moulding adalah suatu proses thermoplastik pada industri manufaktur untuk membentuk/mencetak material plastik menjadi sebuah produk (Ajis, 2010). Proses *injection* bertujuan untuk melelehkan material plastik melalui *nozzle* mesin ke dalam cetakan (*moulding*) lalu didinginkan oleh air sehingga *material plastic* akan menjadi dingin dan mengeras dan bisa dikeluarkan dari cetakan dengan mudah (sunaryo, 2013).

Mesin *injection molding* terdiri dari beberapa alat/komponen, seperti: *nozzle, hopper, heating elements, mold* dan *piston*. Sedangkan sumber penggerak mesin terdiri dari sumber udara yang berfungsi menekan *piston/pluyer* dan sumber listrik bolak-balik sebagai sumber tenaga untuk bagian pemanas (*heating elements*).

Menurut (Abdurrokhman, 2012), ada 3 bagian utama dalam Mesin *Injection Moulding*:

- a. *Clamping Unit*, merupakan tempat untuk menyatukan *moulding*. Fungsi dari *clamping unit* adalah untuk menahan *mould* bersatu ketika material diinjeksikan sampai material terbentuk dan mengeluarkan produk.
- b. *Injection Unit*, berfungsi untuk melelehkan material dalam cetakan (*mold*).
- c. *Drive Unit*, digunakan untuk mengontrol kinerja dari mesin *injection moulding*.



Gambar 2.1 Bagian utama mesin *injection moulding*.

Sumber: (Abdurrokhman, 2012)

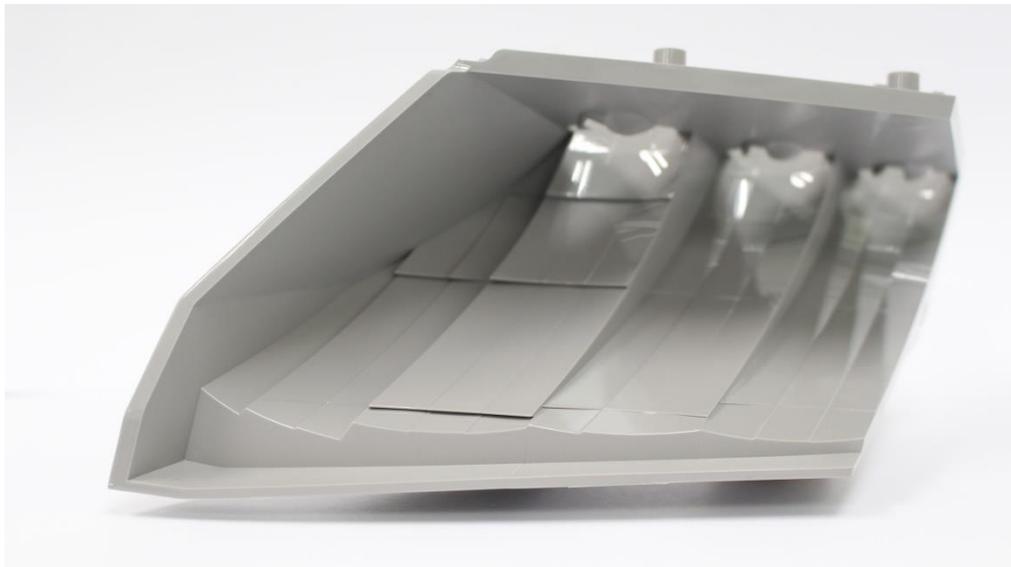
Cara kerja mesin *injection moulding* yaitu bahan baku material plastik dimasukkan kedalam tabung pemanas untuk dilelehkan melalui selang plastik. Setelah material plastik meleleh dengan temperatur tertentu, maka material plastik tersebut didorong keluar dari dalam tabung melalui *nozzle* untuk diinjeksi kedalam cetakan (Abdurrokhman, 2012).

Selanjutnya benda dibiarkan membeku dan mendingin beberapa saat didalam cetakan sebelum dilepas dan dibuka untuk mengeluarkan produk. Berikut gambar mesin *Injection Moulding Fanuc S-150T*.



Gambar 2.2 Mesin *Injection Molding FANUC S-150T*

Sumber: PT Nittoh Batam



Gambar 2.3 *Product Reflector*

Sumber: PT Nittoh Batam



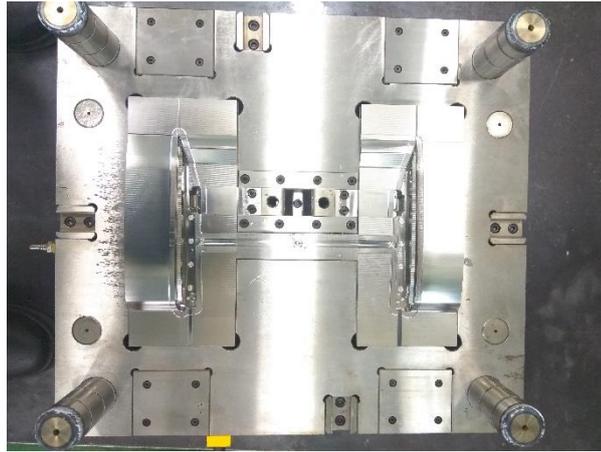
Gambar 2.4 *Product Inner Reflector*

Sumber: PT nittoh batam

2.1.2. Spesifikasi Mesin *Injection Moulding FANUC S-150T*

Spesifikasi mesin *injection moulding FANUC S-150T* yang digunakan pada proses produksi *reflector* dan *inner reflector*:

- *Merk mesin injection* : *FANUC S-150T*
- *Power of Heater* : *8.4 kw*
- *Clamping stroke* : *350mm*
- *Screw Diameter* : *32mm*
- *Maximal Injection Press* : *220 Mpa*
- *Maximal Injection volume* : *76cm³*
- *Maximal clamping force* : *150 Ton*
- *Maximal Injection rate* : *256 cm³/S*
- *Die Height (max-min)* : *450-550 mm*
- *Tie bar distance (HXV)* : *160 x 410 mm.*



Gambar 2.5 Cetakan (*Mould*) Mesin *Injection Reflector*

Sumber: Production PT Nittoh Batam

2.1.3. Parameter Proses *Injection Moulding Fanuc S-150T*

Untuk memperoleh produk dengan kualitas terbaik, perlu mengatur beberapa parameter yang mempengaruhi jalannya proses produksi. Parameter mesin tentu saja ada yang berperan sedikit dan ada pula yang memiliki peran yang sangat *signifikan* dalam proses produksi.

Menurut Brent, (2015), parameter-parameter yang berpengaruh terhadap proses produksi plastik melalui metode *injection moulding* adalah:

- a. *Temperatur Leleh (melt temperature)* adalah batas temperatur pada saat material plastik dipanaskan.

- b. Batas tekanan (*pressure limit*) adalah batas tekanan udara yang diberikan pada saat menggerakkan piston sehingga material yang telah dipanaskan bisa keluar.
- c. Waktu tahan adalah waktu yang diukur dari saat temperatur panas yang di-set hingga keseluruhan material plastik yang ada dalam tabung pemanas benar-benar sudah meleleh semuanya.
- d. Waktu penekanan (*holding pressure*) adalah durasi waktu yang diperlukan untuk mendorong produk keluar dari cetakan.
- e. Temperatur cetakan (*mould temperature*) adalah temperatur pemanasan awal cetakan sebelum dituangi material plastik yang meleleh.
- f. Kecepatan injeksi (*injection rate*) adalah kecepatan lajunya bahan plastik yang telah meleleh keluar dari *nozzle* untuk mengisi rongga cetak.
- g. Ketebalan dinding cetakan (*wall thickness*) merupakan desain secara keseluruhan dari cetakan (*moulding*), Semakin tebal dinding cetakan, maka semakin besar kemungkinan untuk terjadinya cacat produk (*defect*).

2.1.4. Siklus Proses *Injection Moulding*

Unit untuk melakukan kontrol kerja mesin *injection moulding*, terdiri dari motor untuk menggerakkan *screw, piston injection* menggunakan *hydraulic system* (sistem pompa) untuk mengalirkan *fluida* dan menginjeksi resin cair ke *molding*. Menurut Abdurrokhman, (2012), siklus untuk thermoplastik terdiri dari beberapa tahapan langkah kerja:

1. *Holding* adalah material plastik yang dipanaskan didalam *mold* (cetakan) dibawah tekanan tertentu untuk mencegah lelehan keluar selama pendinginan.
2. *Mold Filling* adalah proses menutup aliran material plastik dari *injection unit* dari mesin masuk ke *mold* yang relatif lebih dingin melalui *sprue, runner, gate, dan masuk ke cavity*.
3. *Collin* adalah lelehan material plastik mengalami proses pendinginan dan membeku.
4. *Part Ejection* adalah proses membuka *mold* (cetakan) lalu produk yang telah terbentuk dikeluarkan dari *cavity* menggunakan *system ejection* mekanis, dan proses robot bekerja mengeluarkan produk dari *mold* lalu produk berjalan di *conveyor*.

Dari sini didapat siklus proses *injection moulding* dan memerlukan suatu waktu tertentu sehingga dapat melakukan satu kali proses produksi yang biasa disebut *cycle time*. *Cycle time* biasanya meliputi beberapa proses yaitu: *mold close, injec, holding, colling, charging* dan *eject*.

2.1.5. Pengertian Perawatan (*Maintenance*)

(Ebbeling, 1997) pada buku (Ansori dan Mustajib, 2013), berpendapat bahwa perawatan merupakan suatu kegiatan yang dilakukan secara terus-menerus agar tidak terjadi kerusakan yang menimbulkan kerugian. Perawatan (*maintenance*) adalah suatu cara menjaga/mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar tetap dalam keadaan lancar, sehingga menghasilkan produk yang berkualitas. Perawatan merupakan suatu kegiatan mempertahankan/merawat

mesin, sehingga perusahaan dapat mempertahankan *cost* dan meningkatkan *Quality*.

Menurut Sudrajat, (2011) perawatan sebagai proses kegiatan yang bertujuan untuk memelihara/merawat peralatan/mesin agar tetap dalam kondisi aman. Proses pemeliharaan yang dilakukan akan mempengaruhi tingkat ketersediaan (*availability*) fasilitas produksi, laju produksi, kualitas produksi akhir (*end product*), ongkos produksi, dan keselamatan operasi.

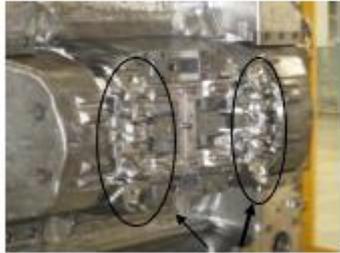
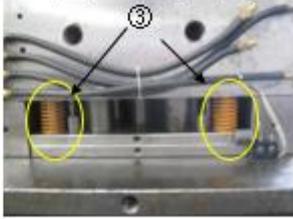
Beberapa faktor ini akan mempengaruhi tingkat keuntungan (*profitability*) bagi perusahaan. Proses perawatan sebenarnya tidak sulit untuk dilakukan, hanya saja memerlukan kerjasama dan komitmen bersama untuk menjaga/memelihara proses mesin *injection moulding Fanuc S-150T*, sehingga perusahaan dapat mewujudkan nol kerusakan (*zero breakdown*) pada mesin *injection moulding FanucS-150T*.

Dalam menjaga kelancaran proses produksi pada fasilitas dan peralatan maka diperlukan kegiatan pemeliharaan seperti pembersihan (*cleaning*), inspeksi (*inspection*), pelumasan (*oiling*), *service machine*, serta pengadaan suku cadang (*stock spare part*). Masalah perawatan berkaitan dengan pencegahan (*preventive*) dan perbaikan (*corrective*).

Berikut langkah-langkah perawatan/pemeliharaan yang dapat dilakukan pada mesin *injection molding Fanuc S-150T*:

- a. Pemeriksaan (*inspection*) merupakan kegiatan yang dilakukan dengan cara memeriksa dan memastikan seluruh komponen pada mesin *injection molding* berfungsi dengan baik serta tidak ada satupun komponen yang rusak/aus.

- b. *Service* merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjaga suatu/mesin yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian mesin. Seperti: *service mold, temperature*, dan lain sebagainya.
- c. Penggantian komponen (*replacement*) yaitu langkah yang dilakukan apabila komponen-komponen mesin *injection* telah rusak/aus atau tidak memenuhi kondisi yang diinginkan. Tindakan ini biasanya dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan pencegahan terlebih dahulu oleh pihak *maintenance*. Seperti: mengganti pin *ejector*.
- d. Perbaikan (*repairment*) yaitu tindakan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil. Seperti: sensor yang mati tiba-tiba.
- e. *Overhaul* merupakan tindakan besar-besaran yang biasanya dilakukan pada akhir periode tertentu. Seperti: *service* tahunan pada saat *inventory*.

Standar Pemeliharaan Rutin				PT. Nittoh Batam					
Fasilitas Produksi: Mold Jig				Tanggal	Isi Revisi	Disetujui	Diperiksa	Dibuat	
KYZA RCL BODY				15-08-2011					
(Ejector)				  					
No	Titik Pemeriksaan	Cara pemeriksaan	Standar Keputusan	Periode	Alat	Penanganan saat Abnormal	Tujuan		
①	Ejector Pin	Visual	Tidak gores (kajiri)	15000 S		Perbaikan Diganti	○		○
②	Core Pin	Visual	Tidak Bengkok	15000 S		Diganti	○	○	
③	Ejector Spring	Visual	Tidak menyusut	15000 S		Diganti	○	○	
* () Tiem ini, Pembongkaran-Pemeriksaan, Keputusan pada saat itu, ketika ada tindakan, masukkan ke dalam pemeliharaan rutin ※ Pemeliharaan ini, dilakukan oleh penanggung jawab.									
F-PIK-MLD-010A-Rev-001									

Gambar 2.7 Standar Pemeliharaan Rutin

Sumber: PT. Nittoh Batam

Abdurrokhman, M. (2015), berpendapat bahwa Proses perawatan (*maintenance*) bertujuan sebagai proses pencegahan, mengurangi, bahkan menghindari kerusakan yang parah, sehingga dapat meminimalkan biaya perawatan. Sehingga perusahaan dapat mempertahankan *zero breakdown* dan tidak ada waktu dan biaya yang terbuang. Cara yang tepat agar dapat meningkatkan produktifitas perusahaan, yakni:

1. Mencegah terjadinya *down time*.
2. Meningkatkan kualitas produk.
3. Melakukan *improvement* terus-menerus.
4. Meningkatkan produktifitas.
5. Melakukan *shipment product* tepat waktu.

Menurut Jummatul, K. (2018), tujuan utama dilakukan sistem perawatan menurut *Japan Institute of Plan Maintenance and Consultant TPM India* disebutkan sebagai berikut:

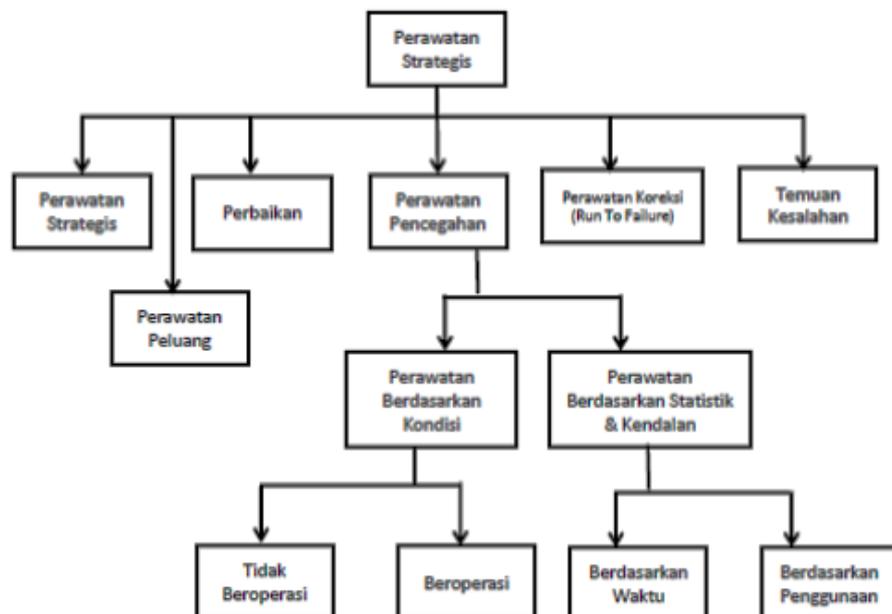
1. Memperpanjang umur pakai fasilitas mesin produksi.
2. Menjamin tingkat ketersediaan optimal dari fasilitas produksi.
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh aktifitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
4. Menjamin keselamatan operator dan pemakaian mesin.
5. Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsi.
6. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan perusahaan selama waktu yang

ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.

7. Mencapai tingkat biaya perawatan seminimal mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan kegiatan maintenance secara efektif dan efisien.
8. Mengadakan kerjasama yang erat dengan agar mencapai tujuan utama perusahaan.

2.1.6. Strategi Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan mesin/peralatan adalah menjaga keadaan mesin/peralatan *injection moulding* dalam kondisi level maksimum produksi. Proses perawatan mesin yang digunakan perusahaan terbagi dalam dua bagian yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*).



Gambar 2.8 Struktur Strategi Perawatan

(Sumber: Jummatul, K. 2015)

Berikut beberapa strategi perawatan yang harus dilakukan:

A. Perbaikan (*Overhaul*)

Merupakan kegiatan yang dilakukan *maintenance* dengan cara membongkar dan memeriksa bagian dari komponen-komponen didalam mesin, sehingga performa mesin dapat kembali. Menurut *maintenance* PT Nittoh Batam perbaikan overhaul dikategorikan sebagai perbaikan ketika kecepatan mesin menurun drastis (turun mesin).

B. Pemeliharaan/perawatan peluang (*Opportunity Maintenance*).

Perawatan peluang merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan tanpa mengganggu proses produksi. Contoh; mengganti komponen pada saat mesin tidak beroperasi.

C. Perawatan pencegahan (*Preventive Maintenance*).

Preventive maintenance merupakan yang dilakukan secara terencana dan sudah terjadwal untuk mencegah terjadinya potensi kerusakan yang besar (Ardian & Pd, n.d.). Manfaat perawatan pencegahan (*preventive maintenance*):

1. Mengurangi kemungkinan *repair* yang cukup besar.
2. Mengurangi biaya (*cost*) tak terduga perusahaan.
3. Mengurangi besarnya produk cacat (*defect*).
4. Menjaga agar tidak terjadi turun mesin (*Overhaul*).
5. Meningkatkan produktifitas perusahaan.

Menurut Ansori dan Mustajib (2015), *Breakdown maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan apabila mesin tidak beroperasi tidak normal yang disebabkan oleh komponen mesin *injection*.

Waktu perbaikan ini meliputi beberapa aktifitas yang terbagi menjadi 3 bagian, antara lain:

1. Persiapan (*Preparation time*) yakni mempersiapkan keperluan yang dibutuhkan pada proses perbaikan mesin. Seperti: alat-alat *maintenance*, *crane*, dan lain-lain.
2. Perawatan (*Active maintenance*) berupa kegiatan rutin dalam pekerjaan perawatan. Seperti: kegiatan 5S.
3. Menunggu dan logistik (*Delay time and logistik time*) berupa waktu tunggu persediaan. Seperti: mempersiapkan komponen-komponen mesin *injection*.

D. Temuan Kesalahan (*Fault Fiding*).

Fault fiding merupakan perawatan yang dilakukan pada saat proses produksi berlangsung dalam bentuk inspeksi untuk mengetahui tingkat kerusakan. Adapun tujuan dari *fault fiding* agar menemukan masalah kerusakan/kendala yang pada saat mesin sedang beroperasi. Contohnya: Menemukan produk cacat (*defect*) yang banyak, dimensi produk melewati batas ukuran dan lain-lain.

E. Pemeliharaan berbasis kondisi (*Condition Based Maintenace*).

Soesetyo dan Bendatu, (2014), berpendapat bahwa *Condition based maintenance* merupakan langkah pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memantau kondisi keseluruhan mesin *injection*. Ketika kita menemukan ada masalah, maka kita dapat mengetahui langkah apa yang harus kita lakukan. Jadi, perawatan berbasis kondisi adalah pemeliharaan untuk mencegah agar tidak terjadi kerusakan yang cukup parah.

Menurut Adit, S. (2016), Terdapat dua bentuk pengukuran perawatan ini sebagai berikut:

- Mengukur parameter-parameter yang berhubungan dengan performansi suatu peralatan secara langsung seperti temperatur dan tekanan.
- Mengukur keadaan peralatan dengan melakukan pengawasan terhadap getaran yang ditimbulkan akibat pengoperasian perawatan tersebut.

Pada perawatan berbasis kondisi, semua bentuk pengukuran tidak diperkirakan, ada beberapa klasifikasi perawatan berbasis kondisi antara lain; mengidentifikasi dan melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter yang berhubungan dengan awal terjadinya kerusakan. Menentukan nilai terhadap parameter-parameter tersebut, apabila memungkinkan diambil tindakan sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.

BULAN/TAHUN	OCTOBER/2019	NOVEL NAME	TZSA REF A	INJECTION MOLDING MESIN CHECK LIST																												PT Nittoh Batam					
XI/NO	PM 15	Evaluasi	Note : Berilah tanda "OK" jika kondisi OK dan "NG" jika kondisi NG. Pengukuran dilakukan setiap jam 08:00AM saat mesin beroperasi secara berkelanjutan. Jika mesin tidak beroperasi secara berkelanjutan record saat START TIME & STOP TIME nya sesuai aktual mesin di lapangan & dibenarkan. Konfirmasi keutamaan jika ada hal yang abnormal.																																		
ITEM PENGECERAN	Hal Yang Diperhatikan	Frequency	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Molding Machine	Sound Alarm/On	Daily																																			
	Suhu Tempelan Hutan DPT, JPC	Daily																																			
	Partikel Tak Ada Daging Abnormal Sebelum Beroperasi	Daily																																			
	Periksa Selang Peralatan Pengisian	Daily																																			
Temperature Controller	Suhu inlet (T) Value J JPC	Daily																																			
	Actual value (P) Value (H) JPC	Daily																																			
	Pembacaan Filter Regulator	Monthly																																			
Dryer	Tak Ada Abnormal Pada Mesin	Daily																																			
	Actual Temperature Dapur: 120 JPC	Daily																																			
Robot Picker	Pembacaan Filter	Monthly																																			
	Abnormal Daging (Sedang)	Daily																																			
Conveyor Belt/GC Machine	Sound Check Robotpick	Daily																																			
	Pengoperasian Plastik Conveyor Belt	Daily																																			
Electronic Removal	Pengoperasian Plastik ke GC Machine	Daily																																			
	Pemrosesan Suku Peralatan Dengan Presisi	Daily																																			
Nitrogen	Pembacaan Filter	Monthly																																			
	Flow Meter Point (Liter)	Daily																																			
	Pipa Tahanan Hantaran Mesin	Daily																																			
	Materai Kertas/Paper	Daily																																			
	Pemeliharaan/Service/Revised	Daily																																			

Gambar 2.9 Check sheet Machine Injection Moulding

Sumber: PT. Nittoh Batam

F. Pemeliharaan Penghentian (*Shutdown Maintenance*).

Shutdown maintenance merupakan cara pemeliharaan yang dilakukan pada saat mesin *injection* tersebut mengalami kerusakan yang serius. Pemeliharaan ini hanya dilakukan ketika majemen sudah melakukan *meeting* kepada seluruh karyawan yang memiliki peran penting terhadap mesin *injection moulding* sehingga langkah yang tepat perlu dilakukan untuk melakukan *improvement* (Zalfan, 2019).

2.1.7 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Stamatis, D.H. (2010), berpendapat bahwa perhitungan OEE adalah tindakan yang tepat untuk menganalisa, serta mengidentifikasi waktu efisiensi pada proses aktifitas produksi. Menurut Ansori dan Mustajib (2015), menyatakan bahwa *Overall Equipment Effectiveness* merupakan langkah yang digunakan sebagai cara dalam penerapan TPM dalam menjaga peralatan tetap pada kondisi yang *ideal*.

(Arsyad et al., 2006), berpendapat *Overall Equipment Effectiveness* adalah sebuah perhitungan matematik berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi yang dijalankan. Rifky & Riyanto, (2015), berpendapat bahwa OEE menunjukkan suatu pengukuran efektivitas pemakaian mesin *injection* berdasarkan *output* dan kualitas produk tersebut.

Krisnaningsih, E., (2012), berpendapat bahwa tingkat OEE menunjukkan tingkat *breakdown* peralatan/ mesin tidak hanya bersumber dari *losses* produksi,

tetapi juga berjalan di bawah kapasitas, dan memproduksi dengan menghasilkan produk yang cacat sehingga menurunkan produktivitas perusahaan.

Maka dapat disimpulkan bahwa, OEE adalah langkah yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu mesin/peralatan dalam menghasilkan produk yang berkualitas tanpa adanya *breakdown* berdasarkan kapasitas mesin tersebut. Sehingga menghasilkan manfaat bagi perusahaan, serta dapat meningkatkan profit perusahaan.

Menurut (Arsyad et al., 2006), dalam pelaksanaan OEE ada beberapa manfaat yang dapat diambil, antara lain:

1. Untuk mengukur efisiensi mesin *injection* menghasilkan produk berkualitas.
2. Untuk mengukur kerugian akibat masalah *breakdown machine*, dan *defect*.
3. Untuk memudahkan perusahaan dalam memantau mesin yang mana yang memiliki kemampuan buruk.
4. Untuk mengukur target perusahaan kedepannya berdasarkan kemampuan mesin.
5. Untuk meningkatkan keuntungan perusahaan.

Proses produksi yang mencapai nilai OEE 100% adalah suatu proses yang sempurna dalam menghasilkan *output* yang berkualitas, berdasarkan waktu yang telah ditentukan tanpa muncul masalah *down time machine* (Remanda, 2016). Didalam pencapaian OEE terdapat tiga proses perhitungan, seperti: *availability*, *performance*, dan *quality*.

Berikut perhitungan nilai OEE yang meliputi *availability*, *performance*, dan *quality* yang secara matematik dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality$$

1. *Availability*

Availability adalah proses menghitung dan mendata semua kejadian yang menghentikan waktu proses produksi. Didalam menghitung *availability* dibutuhkan 3 faktor nilai, yakni:

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

Nilai *availability* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{\text{Total waktu yang tersedia} - \text{Waktu } Breakdown}{\text{Total waktu tersedia}} \times 100\%$$

Keterangan:

- *Loading time*: Waktu selama proses produksi yang tersedia (*availability*).
- *Down time*: waktu yang muncul akibat adanya gangguan/kerusakan.
- *Operation time*: waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung.

2. *Performance Efficiency*

Performance Efficiency adalah menghitung hasil produk yang dihasilkan mesin *injection Fanuc* berdasarkan waktu yang ditetapkan. Andika Djudi (2014), berpendapat bahwa *Operation speed rate* adalah tingkat kecepatan yang diperoleh mesin berdasarkan kapasitas mesin yang sebenarnya (*theoretical/ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*).

Berikut merupakan rumus dalam menghitung *performance*:

$$Operation \ speed \ rate = \frac{Ideal \ cycle \ time}{actual \ cycle \ time}$$

$$\text{Net Operation rate} = \frac{\text{processed amount} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Operation time}}$$

Dibutuhkan Tiga faktor penting untuk menghitung *Performance* yakni sebagai berikut:

- a. *Ideal cycle* (waktu siklus ideal).
- b. *Processed amount* (jumlah produk yang diperoses).
- c. *Operation time* (waktu operasi mesin).

3. *Quality Rate*

Quality adalah proses untuk mengetahui jumlah produk berkualitas yang dihasilkan mesin selama proses produksi. Faktor terpenting dalam menghasilkan produk yang berkualitas berdasarkan kemampuan operator pada saat mengoperasikan mesin tersebut. Ada dua faktor yang harus diperhatikan dalam *quality rate*:

- a. *Processed amount* (jumlah yang diproduksi).
- b. *Defect amount* (jumlah produk cacat termasuk produk *scrap*).

Besarnya nilai *quality rate* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{Total Output} - \text{Output nonstandar}}{\text{Total Output}} \times 100\%$$

Keterangan rumus:

Total output: *Output standar* + *output nonstandard*

Output standar: produk yang berkualitas.

Output nonstandar: produk yang cacat (*defect*)

Sedangkan *Overall Equipment Efficiency* adalah besarnya efektivitas yang dicapai oleh mesin/peralatan, sehingga dapat dihitung dengan rumus:

$$OEE\% = \text{availability} \times \text{performance} \times \text{quality rate}$$

Menurut Ansori, (2013), berpendapat bahwa terdapat tiga dimensi penilaian OEE berdasarkan parameter *world class* pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Nilai Parameter *World Class*

Faktor OEE	OEE Procented (Word Class)
<i>Availability</i>	90.0%
<i>Performance</i>	95.0%
<i>Quality Rate</i>	99.0%
<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	85.0%

(Sumber: Ansori, 2013)

Berikut penjelasan nilai OEE pada tabel diatas:

- a. Jika OEE = 100%, maka dianggap sempurna dikarenakan tidak ada produk *defect* dan tidak ada *breakdwn*.
- b. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan tujuan jangka panjang.
- c. Jika OEE = 60%, maka produksi dianggap wajar, tetap harus dilakukan *improvement*.
- d. Jika OEE = 40%, maka produksi dianggap memiliki nilai yang rendah, harus banyak melakukan *improvement* bila perlu diadakan pelatihan khusus, seperti: pelatihan TPM, pelatihan IATF dan lain-lain.

Jadi, apabila perusahaan ingin mencapai level nilai OEE terbaik maka efektivitas perusahaan harus dipertahan bahkan terus-menerus melakukan proses *improvement*.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan 5 penelitian terdahulu sebagai acuan, berikut pemaparan kelima penelitian terdahulu, antar lain:

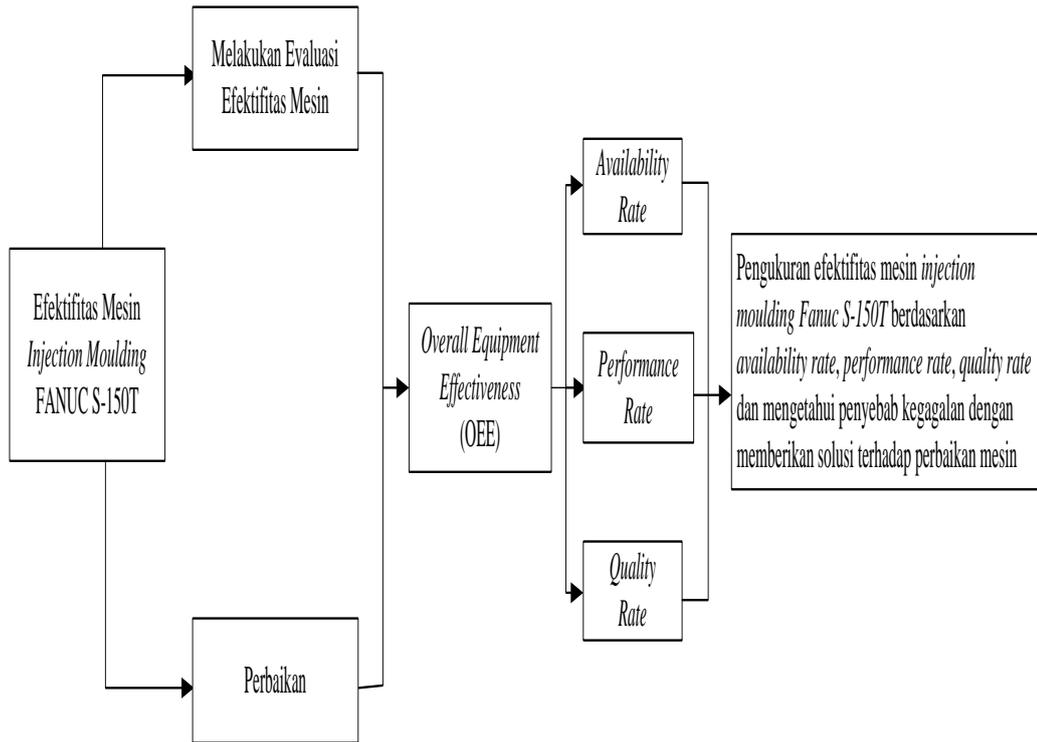
1. Hesti Dinda Triwardana, dan Arif Rahma (2015) Penelitian berjudul: *Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam meminimalisi Six Big Losses* pada mesin produksi Dual Filters DD072 (Studi Kasus: PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur).
“*Losses* dapat mengurangi efektivitas penggunaan mesin/peralatan dalam kegiatan proses produksi. Hasil menyatakan bahwa rata-rata tingkat efektivitas mesin Dual Filters selama masa penelitian sebesar 26.22%, dengan rata-rata nilai *availability* 69.88%, *performance* 45.37%, dan *quality* 89.07%. sedangkan *losses* yang signifikan mempengaruhi nilai efektivitas.
2. Rita Rahayu (2016), meneliti tentang Evaluasi Efektivitas Mesin Klin Dengan Penerapan *Total Productive Maintenance* Pada Pabrik II/III PT. Semen Padang. Penelitian tersebut bertujuan untuk menganalisis penggunaan peralatan/mesin yang menyebabkan kerusakan, dan kerugian lain. Penelitian ini menggunakan metode *Total productive maintenance (TPM)*. Adapun hasil penelitian bahwa nilai rata-rata tingkat efektivitas mesin klin selama masa penelitian sebesar 38.79%, dengan rata-rata nilai *availability* 63.75%, *performance* 49.93%, dan *Quality* 93.55%.
3. Supryadi, Gita Ramayanti, dan Romo Afriansyah (2017), dalam penelitiannya yang berjudul: *Analisis Total Productive Maintenance* pada mesin *injection moulding*. Analisa yang dilakukan yaitu pada bagian dari pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan baku batu bara yang berfungsi untuk menyalurkan limbah pembuangan sisa hasil proses pembakaran batu bara pada boiler. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai OEE, mengetahui dampak gangguan *belt* sobek, mengetahui penyebab terjadinya *belt conveyor* sobek dan melakukan estimasi hasil penyebab dari sisi biaya. Penelitian ini menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* Dan *Fuzzy Failure Mode And Effect Analyze*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai OEE sekitar 52.05%, masih dibawah standar Nilai OEE sekitar 85%. Penyebab utamanya karena adanya gesekan *belt* dengan *support return* ketika

belt conveyor mengalami *jogging*. Modifikasi dapat menghindari kerugian perusahaan sebesar Rp. 582.548.800.

4. Natawijaya, Johannes (2017) , dalam penelitian dengan berjudul: Analisa Penerapan *Total Productive Maintenance* Untuk Pemetaan Efisiensi Produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *system preventive maintenance* dan memaksimalkan efektivitas peralatan dan mengurangi kerugian. Penelitian ini menggunakan metode *Overall Equipmenr Effectiveness* (OEE). Adapun hasil pengolahan didapat nilai OEE pada periode February 2017- January 2018 sebesar 83.22%, nilai *breakdown* sebesar 1.42%, hasil set up and adjusment sebesar 30.98%, hasil *idling* sebesar 38.08%, hasil *reduced speed* sebesar 29.32%, hasil rewok/scrap sebesar 1.21%.
5. Siregar M. Tirtana, Abdullah (2017) dalam penelitiannya yang berjudul Evaluasi Kinerja Kegiatan Perawatan Mesin Injeksi *Mold* Menggunakan Metode *Total Productive Maintenace* (TPM) Pada PT Ichiko *Industry Plastic*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis masalah yang sering muncul pada kinerja mesin yang menurun sehingga menyebabkan total produktivitas perusahaan turun drastis. Penelitian ini menggunakan metode *Total Productive maintenance* (TPM). Setelah dilakukan penelitian dan perbaikan, maka Hasil penelitian penyebabnya dari kondisi umur mesin yang tidak layak pakai, dari hasil pengolahan didapat nilai rata-rata OEE sebesar 45.23%, hasil *set-up* mesin sebesar 87.39%, hasil *breakdown* sebesar 79.46%, dan hasil produk cacat 56.63%.
6. Fajrah, Novriardi (2018) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Performansi Mesin *Pre-Turning* dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* pada PT APCB. Penelitsn ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas perawatan mesin *Pre-Turning* dengan mengukur nilai OEE. Penelitian ini menggunakan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Setelah dilakukan penelitian, maka hasil pencapaian rata-rata OEE sebesar 67.45% masih perlu dilakukan perbaikan.

2.3. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan pada landasan teori dan hasil penelitian sebelumnya serta permasalahan yang telah ditemukan, maka berikut disajikan kerangka pemikiran dalam bentuk bagan/skema sebagai berikut:



Gambar 2.10 Kerangka Pemikiran