

# ANALISIS PERHITUNGAN NILAI *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* (OEE) DALAM MENUNJANG EFISIENSI DAN EFEKTIVITAS PROSES PADA PT ASTRA OTOPARTS TBK DIVISI NUSAMETAL

Ediyanto  
[edypsbbna@yahoo.com](mailto:edypsbbna@yahoo.com)

## ABSTRACT

*The research is aimed to evaluate the performance of High Pressure Die Casting (HPDC) machines in the Nusametal division of PT Astra Otoparts Tbk whether it has met the world class company's vision. The research uses descriptive approach. The quantitative analysis technique here uses Overall Equipment Effectiveness (OEE) score analysis. The result from OEE score calculation will be compared with standard OEE score for world class companies. Meanwhile, the result is also analysed qualitatively by identifying six big losses which cause downtime in HPDC process. The research data uses the Production Daily Report (LHP) for the period of January to December 2014. The data calculation concludes that the average OEE score of HPDC machines in the Nusametal division of Astra Otoparts Tbk is 61.60% which means has not met the standard of world class company yet. Based on the identification of six big losses, the machine breakdown is the major contributor (51%), followed by setup and adjustment (26%), production rejects (17%) and small stops (6%). Meanwhile, referring to the OEE category, the downtime loss is the major contributor of machine downtime (77%), followed by quality loss (17%) and speed loss (6%).*

*Keywords: Overall Equipment Effectiveness score, Six Big Losses, High Pressure Die Casting, World Class Company*

## PENDAHULUAN

Salah satu usaha yang dilakukan perusahaan untuk tetap kompetitif adalah dengan mengontrol biaya-biaya produksi agar tidak melonjak. Lembur sebagai efek dari tidak tercapainya target produksi menjadi salah satu pos biaya yang menjadi perhatian. Dari data biaya lembur (*over time*) yang diperoleh dari Departemen *Cost and Budget*, untuk periode Januari sampai dengan Oktober 2014, khususnya bagian *Casting* dapat dilihat di Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Jumlah Jam Lembur dan Biaya Lembur Periode Januari – Oktober 2014 Bagian *High Pressure Die Casting (HPDC)*

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Total Lembur
<b>Jam Lembur</b>											
Kontrak (jam)	6.777	11.117	16.901	15.099	10.288	6.392	2.555	45	2.523	289	71.986
Tetap (jam)	1.102	2.055	3.288	3.202	2.336	1.341	598	209	691	611	15.433
Total Jam	7.879	13.173	20.189	18.301	12.624	7.733	3.153	254	3.214	900	87.420
<b>Biaya Lembur (dalam jutaan rupiah)</b>											
Kontrak	283	470	695	741	510	290	114	6	124	13	3.246
Tetap	67	129	201	232	167	92	39	14	46	44	1.031
Total Amount	350	599	896	973	677	382	153	20	169	57	4.277

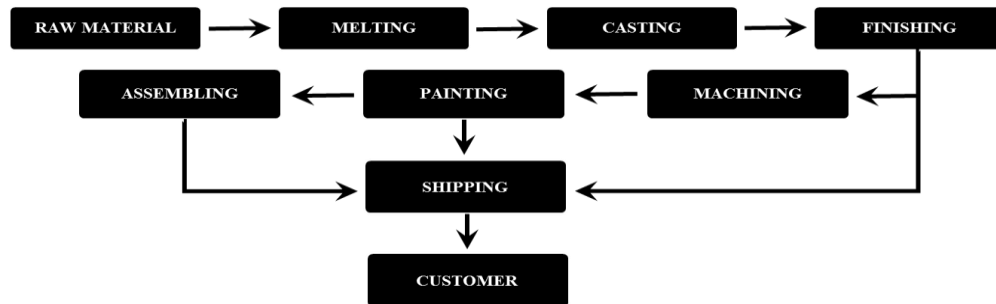
Sumber: Departemen *Cost and Budget* PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal (2014)

Dari Tabel 1 di atas terlihat total jam lembur di bagian *Casting (HPDC)* untuk periode Januari – Oktober 2014 sebanyak 87.420 jam dan jika dinilai biayanya setara dengan Rp 4,277 milyar. Data ini merupakan biaya lembur *direct labour* di bagian *Casting* saja, belum ditambah dengan biaya lembur di bagian lain.

PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal merupakan salah satu anak perusahaan *Astra Group* yang bergerak di bidang pembuatan komponen-komponen otomotif yang terbuat dari bahan baku

aluminium, baik untuk kendaraan roda dua maupun roda empat. Sejumlah pelanggan utama terdiri dari perusahaan-perusahaan otomotif terkenal seperti Astra Honda Motor, Kawasaki, Yamaha, Suzuki, Toyota, Mitsubishi, Honda Prospect Motor, dan Kubota.

Proses produksi yang terjadi di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal meliputi berbagai tahapan yang secara sederhana bisa digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi

Sumber: Departemen Produksi PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal (2014)

Dari beberapa tahapan proses di atas, *casting* merupakan tahapan proses yang utama, di mana bahan baku aluminium yang sudah dicairkan akan dicetak menjadi produk. Ada dua tipe *casting* yang ada di PT Astra Otoparts Tbk divisi Nusametal, yaitu *Gravity Casting* dan *High Pressure Die Casting*. PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal mempunyai visi sebagai *World class Aluminum Automotive Component and supplier of choice In Indonesia with excellent Engineering competence*. Menurut Gasperz (2007:285), sebuah perusahaan dikategorikan sudah masuk kriteria perusahaan level dunia jika nilai *Overall Equipment Effectiveness*-nya 85,4%. Secara lengkap pernyataan ini bisa dilihat pada Tabel 2, sedangkan menurut hasil studi secara global, rata-rata OEE untuk perusahaan *manufacturing* adalah 60%.

Tabel 2. World Class OEE

OEE Factors	World Class
Availability	90,0%
Performance	95,0%
Quality	99,9%
OEE	85,4%

Sumber: Gasperz (2007)

Dari paparan di atas, tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah di mesin *High Pressure Die Casting*, menganalisis kinerja mesin *High Pressure Die Casting*, memberikan usulan perbaikan dari permasalahan yang ditemukan.

## KAJIAN PUSTAKA

### 1. Overall Equipment Effectiveness

*Overall Equipment Effectiveness* atau OEE adalah cara terbaik untuk memantau dan meningkatkan efektivitas proses manufaktur (misalnya mesin, sel manufaktur, lini perakitan). OEE sederhana dan praktis. Dibutuhkan sumber yang paling umum dan penting dari kehilangan produktivitas manufaktur, menempatkan mereka ke dalam tiga kategori utama dan menyederhanakannya menjadi metrik yang memberikan sebuah pengukur yang sangat baik untuk mengukur di mana dan bagaimana dapat dilakukan perbaikan. OEE sering digunakan sebagai metrik kunci dalam TPM (*Total Productive Maintenance*) dan program *Lean Manufacturing* dan memberi cara yang konsisten untuk mengukur efektivitas TPM dan inisiatif lain dengan menyediakan suatu kerangka menyeluruh untuk mengukur efisiensi produksi. (Vorne Industries Inc., 2008:4).

### Menghitung OEE

Menurut Vorne Industries Inc.(2008:6), nilai atau skor OEE dihitung dengan mempertimbangkan tiga faktor, yaitu:

- ❖ *Availability*: memperhitungkan *Down Time Loss*, yang mencakup setiap peristiwa yang menyebabkan produksi berhenti untuk jangka waktu yang cukup (biasanya beberapa menit - cukup lama). Contohnya termasuk kegagalan peralatan, kekurangan material, dan waktu *change over*. Waktu *change over* termasuk dalam analisis OEE, karena merupakan bentuk *down time*. Meskipun tidak mungkin untuk menghilangkan waktu *change over*, dalam kebanyakan kasus itu dapat dikurangi. Waktu yang tersedia tersisa disebut Waktu Operasi (*Operating Time*).

- ❖ *Performance*: memperhitungkan *Speed Loss*, yang meliputi faktor-faktor apa saja yang menyebabkan proses untuk beroperasi berkurang dari kecepatan maksimum yang mungkin, ketika menjalankannya. Contohnya termasuk keausan mesin, bahan di bawah standar, salah pasok, dan inefisiensi operator. Waktu yang tersedia tersisa disebut Waktu Operasi Bersih (*Net Operating Time*).
- ❖ *Quality*: memperhitungkan *Quality Loss*, yang menyumbang produk yang dihasilkan yang tidak memenuhi standar kualitas, termasuk produk-produk yang memerlukan pengerjaan ulang. Waktu yang tersisa disebut Waktu Produktif Sepenuhnya (*Fully Productive Time*).

Setiap faktor tersebut merepresentasikan perspektif yang berbeda mengenai seberapa dekat proses manufaktur suatu perusahaan pada keadaan sempurna.

## 2. Six Big Losses

Saat genba ke rantai produksi, masalah umum yang sering dijumpai adalah peralatan produksi tidak beroperasi dengan baik sehingga mempengaruhi proses lainnya. OEE ini mengukur apakah peralatan produksi tersebut dapat bekerja dengan normal atau tidak. OEE meng-*highlights* 6 kerugian utama (*the six big losses*) penyebab peralatan produksi tidak beroperasi dengan normal (Denso, 2006: 6-7), yaitu:

- \* *Breakdown (Down Time Loss)*, masuk kategori ini bisa berupa tooling failures, unplanned maintenance, general breakdowns, equipment failures, dan sejenisnya.
- \* *Setup and Adjustment (Down Time Loss)*, yang termasuk kelompok ini di antaranya setup/changeover, material shortages, operator shortages, major adjustment dan warm-up time. Intinya, masalah ini muncul karena adanya waktu yang hilang saat setup atau changeover.
- \* *Small Stops (Speed Loss)*, yang termasuk dalam golongan ini di antaranya *obstructed product flows*, *component jams*, *misfeed*, *sensor blocked*, *delivery blocked* dan *cleaning*. Indikator masalah ini adalah berhentinya mesin tidak lebih dari lima menit dan tidak membutuhkan *personel maintenance*.
- \* *Reduced Speed (Speed Loss)*, yang termasuk dalam deretan ini di antaranya adalah *rough running*, *under nameplate capacity*, *under design capacity*, *equipment wear* dan *operator inefficiency*. Penyebab munculnya masalah ini karena kecepatan proses berada di luar batas toleransi *nameplate capacity*.
- \* *Start-up Reject (Quality Loss)*, yang terdaftar dalam group ini di antaranya *scrap*, *rework*, *in-process damage*, *in-process expiration* dan *incorrect assembly*. *Reject* ini biasanya terjadi proses *warm-up* dan bisa juga karena disebabkan oleh kekeliruan *set-up* mesin.
- \* *Production Rejects (Quality Loss)*, yakni *reject* yang terjadi selama proses produksi.

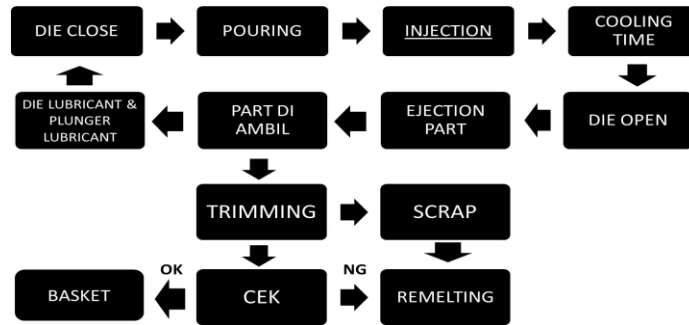
### Rumus Perhitungan OEE

Vorne Industries Inc. (2008:11) merumuskan perhitungan nilai OEE sebagai berikut:

- a. *Availability*  
 $Availability = Operating Time / Planned Production Time$
- b. *Performance*  
 $Performance = Ideal Cycle Time / (Operating Time / Total Pieces)$
- c. *Quality*  
 $Quality = Good Pieces / Total Pieces$
- d. *OEE*  
 $OEE = Availability \times Performance \times Quality$

## 3. High Pressure Die Casting

*Casting* merupakan poses pembentukan logam dengan cara memasukkan logam cair ke dalam cetakan yang dilanjutkan dengan proses pembekuan logam. *High pressure die casting* merupakan salah satu jenis metoda pengecoran *die casting* di mana logam cair dicetak menjadi suatu benda cor dengan menggunakan tekanan tinggi (20 MPa – 80 MPa) sehingga membeku di bawah pengaruh tekanan.

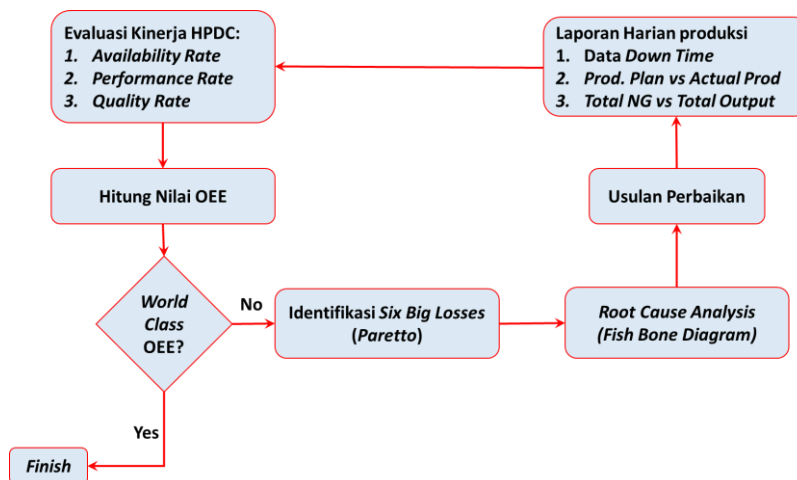


Gambar 2. Diagram alir Proses Produksi di Mesin *High Pressure Die Casting* (HPDC)  
 Sumber: Departemen Produksi PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal (2014)

Proses *casting* dimulai dengan *die close*, sesaat setelah *die closeladle* yang berisi *molten* bergerak ke *plunger sleeve* dan menuangkan *molten* ke dalam *plunger sleeve*. Proses penuangan ini disebut dengan *pouring*. Kemudian *molten* didorong oleh *plunger tip* menuju cetakan (*die*). Ada tiga tahapan proses injeksi *molten* ke dalam cetakan (*die*), yaitu *slow shoot*, *fast shoot*, dan *intensification*. Kemudian fase pendinginan (*cooling time*) untuk membekukan *molten* yang sudah mengisi *cavity*. Setelah itu *die open* di mana bagian *die move* akan bergerak membuka. Dengan dibantu oleh *pin ejector*, *part* dikeluarkan dari *cavity* dan diambil oleh *extractor* atau *robot*. *Part* kemudian melalui proses *trimming* untuk menghilangkan *gating* dari *part*. Sisa aluminium pada proses *trimming* ditampung dan disebut sebagai *scrap* untuk nantinya dilebur ulang (*remelting*) bersamaan dengan bahan baku aluminium *ingot*. Sementara itu juga dilakukan proses *die lubricant* dan *plunger lubricant*. Kemudian *die close* dan berulang prosesnya dari awal. *Part* yang sudah melewati proses *trimming* kemudian dicek untuk memastikan apakah produk OK atau *reject*. Pengecekan oleh *operatorcasting* secara visual mengacu dengan instruksi kerja (WI) proses inspeksi. Jika *part* OK, maka akan dimasukkan ke keranjang/basket OK. Sebaliknya jika produk *reject* (NG) akan dimasukkan ke keranjang NG. Produk NG bersamaan *scrap* akan dikirim ke area *melting* untuk proses *remelting*. Produk OK dikirim ke proses selanjutnya, yaitu proses *machining*.

#### 4. Kerangka Pemikiran

Sesuai dengan latar belakang masalah, identifikasi dan rumusan masalah, maksud dan tujuan masalah, serta landasan teori yang dijadikan referensi, maka kerangka pemikiran dari penelitian ini dapat digambarkan seperti di bawah ini:



Gambar 3. Kerangka Pemikiran Penelitian

### METODE PENELITIAN

#### 1. Jenis/Disain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, sehingga rumusan masalahnya juga merupakan rumusan masalah deskriptif.

## 2. Variabel Penelitian

### Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah ketersediaan peralatan/mesin (*availability rate*), kemampuan peralatan/mesin (*performance rate*), dan kualitas produk (*quality rate*).

### Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah tingkat *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

## 3. Populasi dan Sampel Penelitian

### Populasi

Populasi dalam penelitian ini meliputi semua mesin *High Pressure Die Casting* yang berada di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal.

### Sampel

Dalam penelitian ini jumlah mesin HPDC yang dianalisis adalah 44 mesin HPDC dari 50 mesin HPDC yang terdapat di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal. Ada 6 mesin HPDC yaitu mesin no 49-54 yang tidak dianalisis karena umur keenam mesin tersebut saat penelitian ini dilakukan belum masuk *full range* periode penelitian.

## 4. Jenis dan Sumber Data

### Sumber Data Primer

Melakukan pengamatan secara langsung (observasi) pada PT. Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal, khususnya pada bagian HPDC. Selain itu juga melakukan wawancara dengan foreman, kepala seksi, dan kepala departemen guna memperoleh informasi yang sesuai dengan topik penelitian.

### Sumber Data Sekunder

Menggunakan data Laporan Harian Produksi yang dibuat oleh masing-masing operator mesin setiap *shift*. Data Laporan Produksi ini berisi *planning* produksi, hasil produk OK, jumlah produk NG, jenis NG, jumlah *downtime* mesin, dan jenis *downtime*.

## 5. Teknik Pengumpulan Data

Dilihat dari *setting*, data dalam penelitian ini dikumpulkan pada *setting* alamiah (natural). Bila dilihat dari sumber data, penelitian ini mengambil data dari sumber primer maupun sekunder. Sedangkan dari segi cara pengambilan data, penelitian ini menggunakan cara wawancara dan observasi.

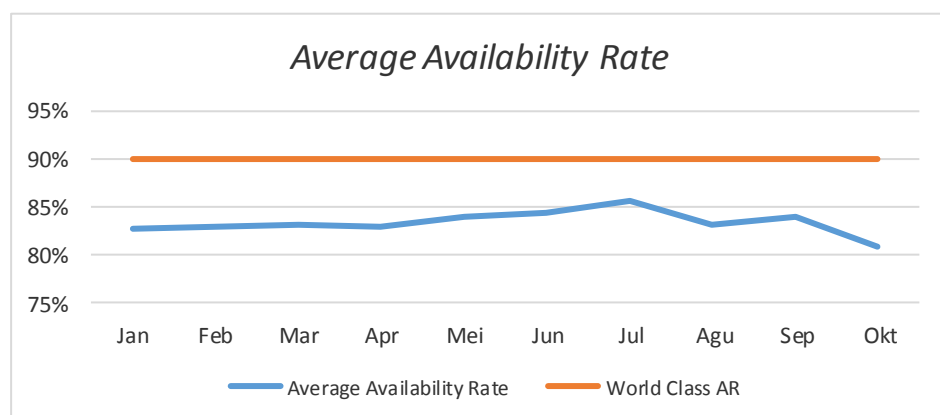
## 6. Teknik Analisis Data

Analisis kuantitatif yang digunakan adalah metode *Overall Equipment Effectiveness*. Sedangkan analisis kualitatif yang digunakan adalah aspek-aspek *waste* atau pemborosan yang masih terjadi dalam proses produksi di mesin HPDC yaitu *six big losses*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

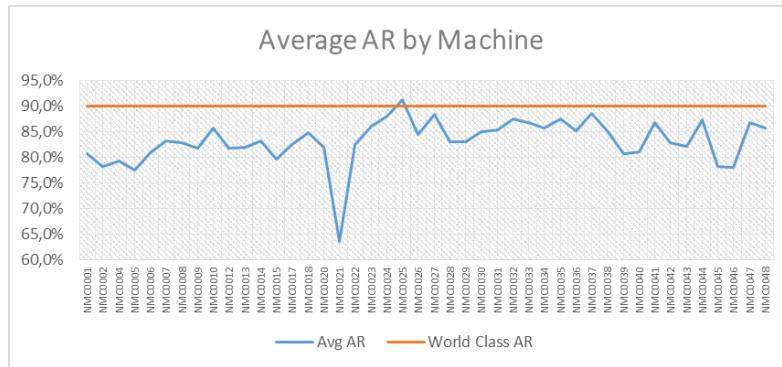
### 1. Availability Rate

Dari hasil perhitungan *Availability Rate* untuk periode Januari – Oktober 2014, didapatkan data sebagai berikut:



Gambar 4. Nilai Rata-rata *Availability Rate* tiap Bulan

Dari grafik pada Gambar 4 di atas, terlihat rata-rata *availability rate* sebesar 83,4% masih di bawah *world class average rate* (90,0%). Jika dibandingkan rata-rata *availability rate* tiap-tiap mesin HPDC, didapatkan data sebagai berikut:

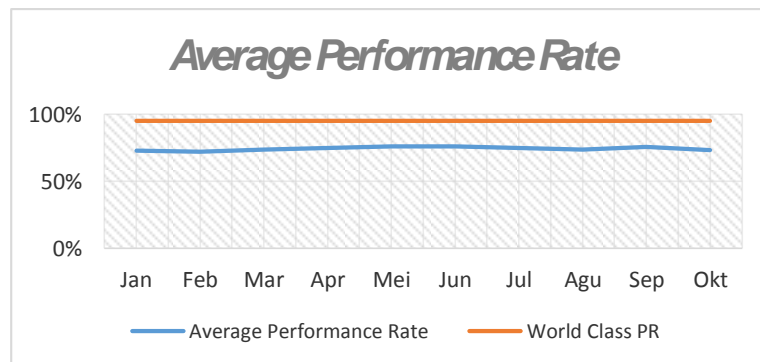


**Gambar 5. Rata-rata *Availability Rate* tiap Mesin**

Terlihat dari Gambar 5 bahwa hampir semua mesin mempunyai rata-rata *availability rate* di bawah *world class* (90%), kecuali untuk mesin no 25 di mana mempunyai rata-rata *availability rate* sebesar 91%.

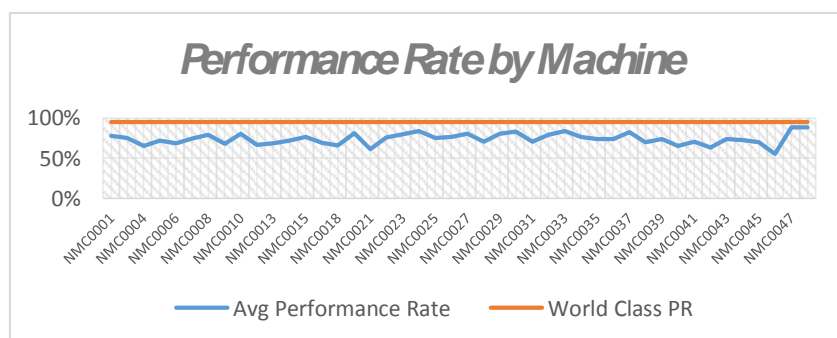
## 2. *Performance rate*

Dari hasil perhitungan *Performance Rate* untuk periode Januari – Oktober 2014, didapatkan data sebagai berikut:



**Gambar 6. Rata-rata *Performance Rate* tiap bulan**

Dari grafik pada Gambar 6 di atas, terlihat rata-rata *performance rate* sebesar 74,3% masih di bawah *world class average rate* (95,0%). Jika dibandingkan rata-rata *performance rate* tiap-tiap mesin HPDC, didapatkan data sebagai berikut:

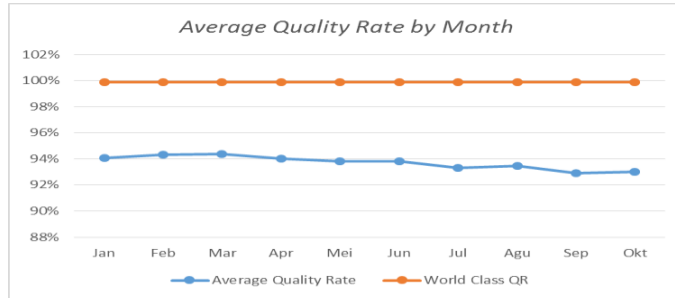


**Gambar 7. Rata-rata *Performance Rate* tiap Mesin**

Terlihat dari Gambar 7 bahwa semua mesin mempunyai rata-rata *performance rate* di bawah *world class* (95%).

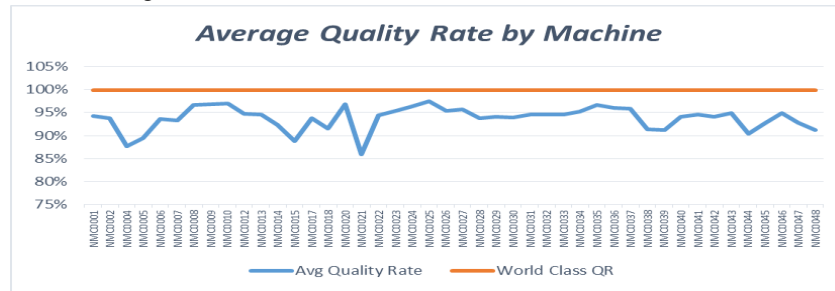
### 3. Quality Rate

Dari hasil perhitungan *Performance Rate* untuk periode Januari – Oktober 2014, didapatkan data sebagai berikut:



**Gambar 8. Average Quality Rate tiap Bulan**

Dari grafik pada Gambar 8 di atas, terlihat rata-rata *quality rate* adalah sebesar 93,7% masih di bawah *world class quality rate* (99,9%). Jika dibandingkan rata-rata *performance rate* tiap-tiap mesin HPDC, didapatkan data sebagai berikut:

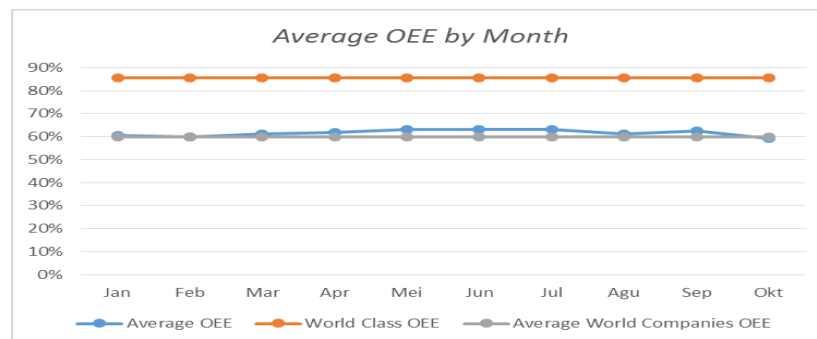


**Gambar 9. Rata-rata Quality Rate tiap Mesin**

Terlihat dari Gambar 9 bahwa semua mesin mempunyai rata-rata *quality rate* di bawah *world class* (99,9%).

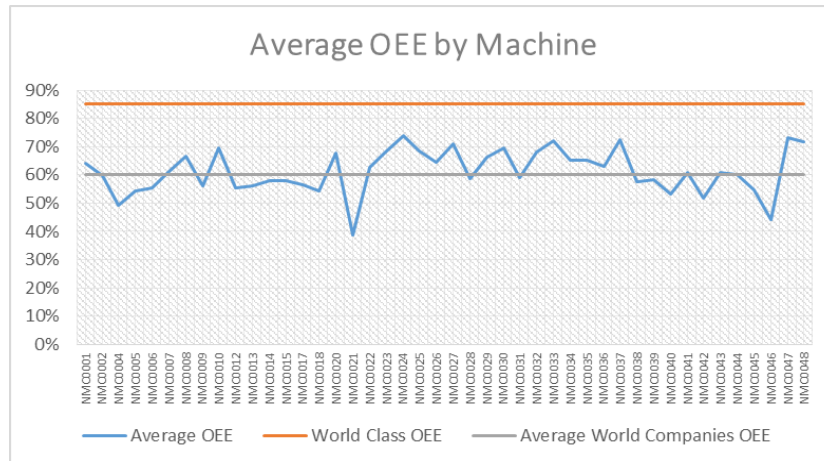
### 4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Dari hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk periode Januari – Oktober 2014, didapatkan data sebagai berikut:



**Gambar 10. Average OEE tiap Bulan**

Dari grafik pada Gambar 10 di atas, terlihat rata-rata *OEE* sebesar 61,6% masih di bawah *world class average OEE* (85,4%) tetapi berada di atas rata-rata *OEE perusahaan manufacturing* di dunia (60%). Jika dibandingkan rata-rata *OEE* tiap-tiap mesin HPDC, didapatkan data sebagai berikut:



Gambar 11. Rata-rata *OEE* tiap Mesin

Terlihat dari Gambar 11 bahwa semua mesin mempunyai rata-rata *OEE* di bawah *world class* (85,4%). Meskipun demikian, sebagian besar berada di atas rata-rata *OEE* perusahaan di dunia (60%). Beberapa mesin yang memiliki nilai *OEE* rata-rata di bawah 60% adalah mesin nomor 4,5,6, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 28, 31, 38, 39, 40, 42, 45, dan 46.

### 5. Evaluasi Biaya Lembur di HPDC

Menurut Tabel 1 biaya lembur operator di proses HPDC untuk periode Januari – Oktober 2014 sebesar Rp 4,28 milyar. Sedangkan menurut *loading* rata-rata di mesin HPDC untuk periode yang sama, tidak ada *loading* rata-rata yang melebihi 100%. PPIC saat menghitung kapasitas mesin HPDC menggunakan asumsi sebagai berikut:

- a. Efisiensi mesin = 85%
- b. *Quality rate* = 96%

Artinya, mesin diasumsikan memiliki efisiensi sebesar 85% dan *rejection rate* sebesar 4%, dan memiliki *overall equipment effectiveness* sebesar:

$$\begin{aligned} OEE_{\text{asumsi}} &= 85\% \times 96\% \\ OEE_{\text{asumsi}} &= 81,60\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh *OEE* rata-rata sebesar 61,60%. Dari data ini terlihat ada *gap* antara *OEE* asumsi dengan rata-rata *OEE* aktual sebesar 20%. Berikut ini coba dianalisis jumlah lembur mesin HPDC.

Tabel 3. Total Machine Hour (overtime) versus Total machine Hour (normal)

Description	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt
Jumlah Hari Kerja	23	20	21	22	22	21	17	20	22	23
Jumlah Mesin	44	43	45	45	45	46	46	46	47	49
Jam Kerja/Hari	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Total MH (normal)	21.758	18.490	20.318	21.285	21.285	20.769	16.813	19.780	22.231	24.231
Total MH(OT)	3.848	6.945	8.198	7.890	7.665	3.675	1.988	0	2.160	270
% Overtime	17,7%	37,6%	40,3%	37,1%	36,0%	17,7%	11,8%	0,0%	9,7%	1,1%
% OT rata-rata	20,9%									

Sumber: Data PPIC PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal (2014)

Dari Tabel 3 di atas rata-rata lembur mesin HPDC untuk periode Januari – Oktober 2014 adalah sebesar 20,90% terhadap waktu kerja mesin secara reguler. Kalau dibandingkan dengan *gap* antara *OEE* asumsi yang digunakan PPIC dan rata-rata *OEE* aktual, terlihat jumlah lembur mesin HPDC sebesar 20,90% ini mirip dengan *gap* *OEE* asumsi dengan *OEE* aktual sebesar 20%. Sehingga bisa disimpulkan bahwa terjadinya lembur di mesin HPDC senilai Rp 4,28 milyar untuk periode Januari-Oktober 2014

diakibatkan kinerja mesin HPDC lebih jelek dibandingkan dengan asumsi yang digunakan oleh PPIC dengan perbedaan OEE asumsi dengan OEE aktual sebesar 20%.

## 6. Identifikasi Six Big Losses

Untuk memudahkan proses analisis data, jenis-jenis *downtime* bisa diklasifikasikan berdasarkan kategori six big losses, OEE, dan definisi internal PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal. Berdasarkan kategori six big losses hasilnya seperti pada Tabel 4 sebagai berikut:

**Tabel 4. Klasifikasi Jenis Downtime Berdasarkan Kategori Six Big Losses**

<i>Six Big Loss category</i>	<i>Total Downtime (menit)</i>	<i>% Downtime</i>
<i>Breakdown</i>	1.057.084	51%
<i>Setup &amp; Adjustments</i>	536.037	26%
<i>Production Rejects</i>	349.251	17%
<i>Small Stops</i>	132.036	6%

(Sumber: diolah dari Laporan Harian Produksi 1)

Berdasarkan klasifikasi jenis *downtime* pada Tabel 4 di atas terlihat bahwa untuk kategori *six big losses*, tidak terlihat ada jenis *downtime* 'reduce speed' dan 'startup rejects'. Menurut pengamatan penulis, belum adanya standar penamaan jenis *downtime* mengakibatkan dua jenis *downtime* tersebut tidak teridentifikasi dengan baik. Khusus untuk *startup rejects*, selama ini penulisan jenis *downtime* dijadikan satu kategori yaitu *production rejects* saja.

Dalam Tabel 4 terlihat jenis *downtime* 'breakdown' merupakan jenis *downtime* yang paling dominan yaitu sebesar 51%, diikuti jenis *downtime* 'setup & adjustments' (26%), 'production rejects' (17%), dan 'small stops' (6%). Dominasi jenis *downtime* 'breakdown' ini mengakibatkan *availability rate* yang rendah. Hal ini sesuai dengan grafik pada Gambar 5.5 di mana *availability rate* berkisar antara 80% - 85% masih lebih rendah dari *world class availability rate* yaitu senilai 90%.

Klasifikasi jenis *downtime* berdasarkan kategori OEE bisa dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

**Tabel 5. Klasifikasi Jenis Downtime Berdasarkan Kategori OEE**

<i>OEE Loss Category</i>	<i>Total Downtime (menit)</i>	<i>% Downtime</i>
<i>Downtime Loss</i>	1.593.121	77%
<i>Quality Loss</i>	349.251	17%
<i>Speed Loss</i>	132.036	6%

(Sumber: diolah dari Laporan Harian Produksi 1)

Berdasarkan Tabel 5 di atas terlihat bahwa *downtime loss* merupakan jenis *downtime* yang dominan yaitu sebesar 77%, diikuti *downtime* kategori *quality loss* sebesar 17%, dan *speed loss* sebesar 6%. Selain klasifikasi berdasarkan kategori *six big losses* dan kategori OEE seperti dijelaskan sebelumnya, juga dilakukan klasifikasi *downtime* berdasarkan definisi internal PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal yang mulai digunakan per 1 Januari 2015. Hasilnya bisa dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan Tabel 6, urutan jenis *downtime* yang dominan adalah *Process*, *Material*, *Machine*, dan *Others*. Untuk analisis penyebab masalah (*root caused*) terjadinya *downtime* akan dipilih jenis *downtime* secara *pareto* menggunakan klasifikasi berdasarkan kategori definisi internal PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal.

**Tabel 6. Klasifikasi Jenis Downtime Berdasarkan Definisi Internal PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal**

No	Jenis Downtime	Jumlah Downtime (menit)	% Downtime
1	<i>Process</i>	1.465.552	71%
2	<i>Material</i>	309.830	15%
3	<i>Machine</i>	230.034	11%
4	<i>Others</i>	68.992	3%
	Grand Total	2.074.408	

(Sumber: diolah dari Laporan Harian Produksi 1)

Dengan diidentifikasi jenis-jenis *downtime* yang dominan ini akan mempermudah rencana *improvement* di masa yang akan datang. Perlu dilakukan identifikasi jenis *downtime* yang lebih detail untuk bisa menyusun rencana *improvement* yang tepat. Dari hasil identifikasi jenis *downtime* tersebut kemudian dianalisis akar permasalahan yang menjadi penyebab adanya jenis-jenis *downtime* itu.

## 7. Root Caused Analysis

Mengacu pada Tabel 6 tentang klasifikasi jenis *downtime* menurut internal PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal, diketahui bahwa *process downtime* merupakan penyumbang *downtime* terbesar yaitu sebesar 71%, diikuti *material problem* sebesar 15%, *machinebreakdown* sebesar 11%, dan *others* sebesar 3%. Berikut ini hasil analisis penyebab *downtime* yang terjadi.

### 1. Process Downtime

Secara detail terdapat 142 jenis *downtime* yang terjadi yang dikategorikan *process downtime*. Sangat sulit jika semua jenis *downtime* dianalisis. Oleh karena itu akan dipilih jenis *downtime* secara *pareto*. Di bawah ini jenis *downtime* berdasarkan urutan *pareto*:

**Tabel 7. Jenis-jenis Downtime Kategori ProcessDowntime**

No	Jenis Downtime	Jumlah Downtime (menit)
1	<i>Insert Pin Patah</i>	183.724
2	<i>Part Menempel</i>	103.385
3	<i>Plunger Tip Trouble</i>	78.792
4	<i>Setting Spray</i>	63.087
5	<i>Temperature Molten Drop</i>	62.983

(Sumber: diolah dari Laporan Harian Produksi 1)

#### **Insert Pin Patah**

Ada beberapa penyebab terjadinya *pin* yang bengkok atau patah:

- Pin* menerima beban berlebih. Hal ini terjadi jika saat *die open* dan *die close* posisi tidak *centre*. Penyebab posisi tidak *centre* ini karena *platen* goyang. Ada dua penyebab *platen* sudah goyang, yaitu kondisi *platen* sudah aus dan *bushing toggle* sudah aus.
- Material *pin* getas. *Pin* yang getas dikarenakan *pin* yang *overheat* akibat permukaan *pin* tidak terkena *spray* dengan sempurna. *Spray* yang tidak sempurna ini dikarenakan arah *spray* yang tidak tepat. Arah *spray* berubah karena tembaga pada pipa *spray* sudah patah. Tembaga patah karena umur pakai, sehingga dengan berjalannya waktu, ketebalan pipa tembaga akan berkurang (semakin tipis). Posisi *part* yang tidak mendapatkan *spray die lube* akan mengalami panas yang berlebih karena bersentuhan langsung dengan *molten* yang memiliki suhu tinggi.

#### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

Perlu dijaga *stock platen* dan *bushing toggle*. Mengenai jumlahnya perlu dihitung berdasarkan pengalaman sebelumnya sampai berapa lama life time kedua parts tersebut dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk pengadaannya. Selain itu perlu disediakan *stock* pipa tembaga untuk *spray* dan selalu dijaga minimum *stocknya*.

#### **Part Menempel**

Kemungkinan penyebab *part* menempel di *cavity* pada proses pengecoran aluminium *die casting* antara lain:

- Cavity* tidak terlapsi *die lube*. *Die lube* (*die lubricant*) merupakan emulsi, yaitu campuran bahan *organic refractory* dengan air yang disemprotkan secara merata ke permukaan *cavity*. Pada saat proses injeksi, air segera menguap serta keluar melalui ventilasi-ventilasi sehingga di permukaan *cavity* akan tertinggal selapis tipis *organic film*. Jika saat penyemprotan *die lube* arah *spray* tidak tepat, maka akan mengakibatkan ada permukaan *cavity* yang tidak terlapsi *die lube*. Permukaan yang tidak terlapsi *die lube* ini akan bersentuhan langsung dengan cairan *molten* sehingga parts akan menempel pada *cavity*.
- Suhu *Dies* Rendah. Suhu *dies* yang rendah bisa mengakibatkan *molten* cepat menjadi *solid* dan kaku di dalam *cavity*.

### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

Dibuat mal tiap-tiap produk untuk penyetingan arah *spray* supaya hasilnya lebih seragam. Di samping itu perlu dikontrol suhu dies di mana akan lebih ideal jika dibuat *interlock system* sehingga saat suhu dies turun mesin tidak bisa dioperasikan. Saat akan ganti dies proses pre-heating dies harus dilakukan agar suhu dies saat pertama dipakai tidak terlalu rendah sehingga bisa mengurangi jumlah product reject karena suhu dies rendah.

### **Plunger Tip Trouble**

Ada beberapa penyebab *Plunger Tip Trouble*, yaitu:

- a. *Plunger tip* macet (*jam*). *Plunger tip* bisa macet dikarenakan adanya *molten* yang menempel pada permukaan *plunger tip*. Ini diakibatkan terjadinya *gap* antara diameter *plunger tip* dengan diameter *plunger sleeve*. Bisa jadi *gap* ini disebabkan diameter *plunger tip* yang berkurang (*aus*). Keausan *plunger tip* ini disebabkan karena pelumasan oleh *shot beat* yang kurang. Pelumasan *shot beat* berkurang jika injeksi *shot beat* tidak sesuai standar akibat operator tidak mengisi *shot beat* saat volume *shot beat* sudah minimal.
- b. *Plunger tip* baru macet (*jam*). Ada kalanya meskipun *plunger tip* baru dipasang langsung terjadi *jam* (macet). Hal ini diakibatkan antara *plunger tip* dan *plunger sleeve* tidak *centre*. Artinya *plunger tip* yang diterima dari suplier tidak sesuai spesifikasi di *drawing*. Ketidaksesuaian ini biasanya terjadi karena saat proses penerimaan *plunger tip* dari suplier tidak dilakukan pengecekan dengan menggunakan alat ukur yang memadai. Biasanya hanya menggunakan *calliper* untuk mengecek diameter *plunger tip*.
- c. *Plunger tip overheat*. *Plunger tip* bisa macet saat diameter *plunger tip* memuai akibat *cooling system* kurang memadai. Hal ini akibat *supply* air pendingin berkurang dikarenakan terdapat kebocoran di sistem pemipaan *cooling water*. Penyebab lain karena adanya sumbatan di pemipaan air pendingin akibat kerak-kerak yang timbul karena kualitas air pendingin yang tidak baik.

### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

*Refresh training* ke *operator* tentang pentingnya pengisian *shot beats* dan menjadi poin pengecekan tambahan yang harus dilakukan *operator*. Pengadaan *ring gauge* untuk digunakan saat *incoming inspection* atas *plunger tip* baru akan lebih menjamin spesifikasi *plunger tip* yang diterima sesuai *drawing*. Di samping itu perlu pengecekan pipa pendingin untuk memastikan tidak ada sumbatan atau kebocoran air pendingin sehingga tidak terjadi *overheat* akibat kurangnya pendinginan pada *plunger tip* maupun *plunger sleeve*.

### **Setting Spray**

Kehilangan waktu yang lama saat *setting spray* disebabkan ada dua, yaitu karena operator *dies support overload* sehingga terjadi waktu menunggu yang lama dan waktu yang dibutuhkan untuk *setting spray* lama. Waktu *setting spray* menjadi lama karena *setting spray* baru dilakukan saat penggantian *dies* (*dandori dies*).

### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

Perlu disediakan unit *spray* cadangan yang siap *disetting* untuk *next product*. Penyetingan *spray* dilakukan sebelum dies turun dan dengan bantuan mal. Langkah ini dikenal dengan *external setup* di mana mempersiapkan segala sesuatu saat mesin masih beroperasi untuk mereduksi waktu saat mesin harus *OFF*.

### **Molten Drop**

Suhu *molten drop* (turun) bisa diakibatkan oleh beberapa hal, yaitu:

- a. Suhu *molten* pasokan dari *melting* rendah. Saat *tapping out*, yaitu mengeluarkan *molten* dari mesin *melting* seharusnya dilakukan pada suhu tertentu (untuk HD2 dan ADC12 suhu 660°C). Ada kalanya suhu belum tercapai sesuai yang ditetapkan sudah dilakukan *tapping out* karena sudah terjadi *shortage molten* di HPDC. Ini terjadi saat *peak seasons* di mana terjadi *over capacity* di mesin *melting*.

- b. Suhu di *keeping furnace* turun akibat *electric heater* putus. Suhu di *keeping furnace* turun bisa diakibatkan oleh *electric heater* yang putus. Umur *heater* akan semakin pendek jika sering terkena *corundum*. *Corundum* adalah sebuah senyawa kimia dari aluminium dan oksigen, dengan rumus kimia  $Al_2O_3$ . Nama mineralnya adalah alumina. Senyawa ini keras sehingga bisa merusak *electric heater*. *Operator* yang tidak rajin membersihkan alumina menjadi penyebab terjadinya kumpulan *corundum* yang semakin banyak. Banyak sedikitnya alumina ini juga dipengaruhi kualitas bahan baku, yaitu aluminium ingot yang digunakan.
- c. Suhu di *keeping furnace* turun akibat panas yang hilang. Suhu di *keeping furnace* bisa turun akibat panas yang keluar. Hal ini diakibatkan oleh *keeping furnace* yang tidak ditutup rapat. Umumnya *operator* yang baru bekerja belum memahami pentingnya menutup *keeping furnace* dengan rapat.

**Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

*Tapping out* saat suhu sesuai dengan standar akan bisa dilakukan saat kapasitas *melting* tidak kurang, sehingga tidak dikejar-kejar untuk *supply molten* ke bagian HPDC. Perlu dilakukan *refresh training* kepada *operator* mesin HPDC tentang pentingnya pembersihan *corundum* di *keeping furnace* dan menjaga *keeping furnace* dalam kondisi tertutup rapat.

**2. Material**

*Downtime* akibat tunggu material ini bisa diakibatkan menunggu menunggu *molten* dari proses *melting*. Di samping itu ada *downtime* akibat keranjang (basket) untuk menaruh produk yang tidak tersedia. Berikut ini dua penyebab utama *downtime* karena material:

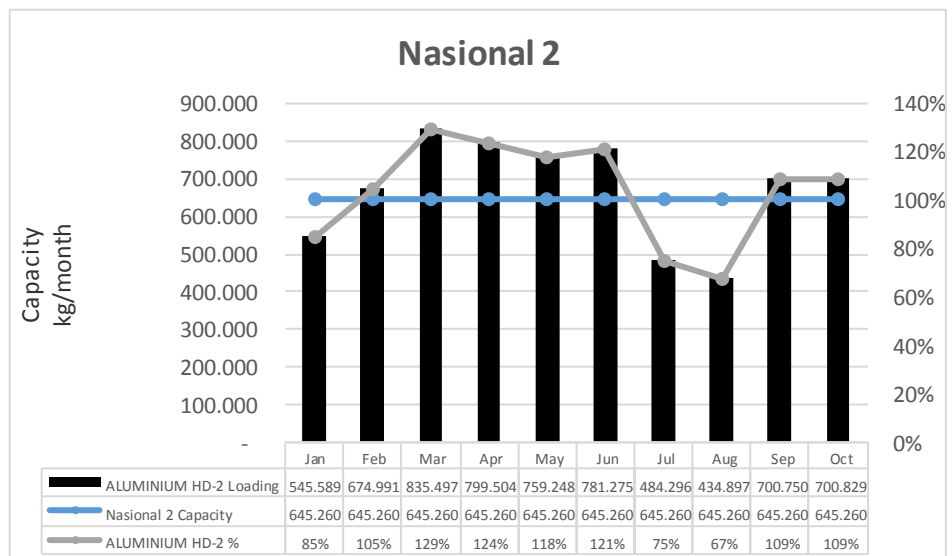
**Tabel 8. Jenis-Jenis Downtime Material**

No	Jenis Downtime	Jumlah Downtime (menit)
1	Molten Habis	151.485
2	Basket Kosong	133.066

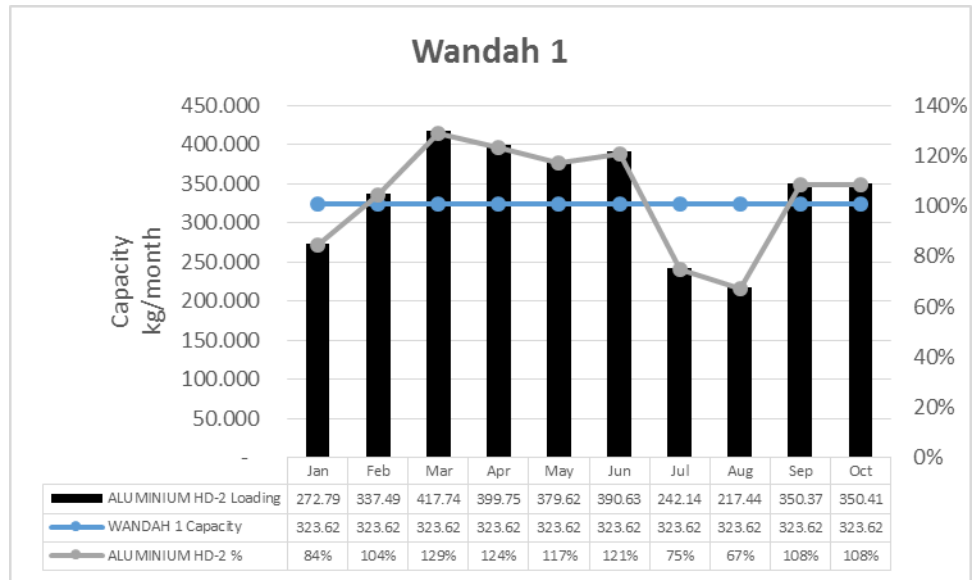
Sumber: diolah dari Laporan Harian Produksi (2014)

**Molten Habis**

Kemungkinan penyebab *molten* habis dari sisi *Machine* yaitu terkait dengan kekurangan kapasitas mesin *melting* akan dianalisis lebih jauh. Di bawah ini data kapasitas mesin *melting (furnace)* yang terdapat di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal.



**Gambar 12. Loading versus Capacity Melting Nasional 2**



Gambar 13. Loading versus Capacity Melting Wadah 1

Dari Gambar 12 dan 13 memperlihatkan *loading versus capacity* di *Melting Nasional 2* dan Wadah 1. Kedua mesin *melting* ini digunakan untuk meleburkan aluminium ingot tipe HD2. Dari kedua gambar terlihat bahwa terjadi *overload* atas kapasitas yang tersedia untuk bulan Februari, Maret, April, Mei, Juni, September, dan Oktober 2014. Hanya bulan Januari, Juli, dan Agustus 2014 tidak terjadi *overload*. Dari data tersebut menjawab pertanyaan kenapa banyak terjadi *downtime* di mesin *casting* HPDC akibat *molten* habis, artinya *supply molten* yang merupakan *output* mesin *melting* ke *next process* yaitu mesin *casting* yang terlambat dikarenakan terjadi *overload* di mesin *melting*. Dari data-data sebelumnya, bisa disimpulkan *downtime* molten habis yang terjadi pada mesin *casting* diakibatkan *overload*-nya (kekurangan kapasitas) mesin *melting* Nasional 2 dan Wadah 1.

#### Basket Kurang

*Basket* kosong di bagian proses HPDC ini sangat mengganggu karena produksi tidak bisa dijalankan jika tidak ada *basket* untuk menaruh *part* hasil *casting*. Dari contoh perhitungan kebutuhan *basket* bulan September 2014 (mengacu *sales forecast* di bulan yang bersangkutan) diketahui bahwa *basket* yang dibutuhkan sebanyak 1.246 unit, sedangkan *basket* tersedia sebanyak 1.001 unit. Dari data tersebut terdapat kekurangan *basket* sebanyak 245 unit. Perhitungan di atas adalah dengan standar *stock level* untuk *WIP* sebanyak 3 hari di bagian HPDC, 2 hari di *Finishing (subcont)*, dan satu hari di *Machining*. Berdasarkan *review stock level WIP* yang dilakukan PPIC, diperoleh data seperti pada gambar 5.25 berikut ini.



Gambar 14. Stock Level WIP 2014

Dari Gambar 14 di atas terlihat *stock level*WIP memiliki standar *minimum stock* untuk 4 hari dan *maximum stock* untuk 6 hari. Hanya pada bulan Februari, Maret, April, dan Mei 2014 memiliki *stock level* WIP kurang dari 6 hari, sisanya lebih dari 6 hari, yaitu untuk bulan Januari, Juni, Juli, Agustus, September, dan Oktober 2014. Hal ini menjadi penyebab mengapa *downtime* basket kosong sering terjadi.

#### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

Perlu pengadaan mesin *melting* baru untuk meningkatkan kapasitas *melting* terutama untuk melebur aluminium ingot HD2. Kapasitas yang diusulkan minimal dengan *melting rate* 3.000 kg/jam. Untuk meminimalkan *downtime* basket kosong, perlu direview lagi kebutuhan basket dan harus dijaga agar *stock level* WIP tidak *over stock*. *Stock* WIP yang *over* merupakan bentuk pemborosan dari kaca mata *lean manufacturing*.

#### **3. Machine Problem**

Terjadinya *downtime* akibat *machine problem* bisa diakibatkan oleh umur *spare parts* yang sudah habis atau pelaksanaan TPM yang tidak berjalan sesuai yang sudah ditetapkan. Untuk mengantisipasi *downtime* karena *life time spare parts*, saat ini sudah dilakukan manajemen *stock* untuk *spare parts*. Untuk program TPM, dari hasil wawancara dengan personil *maintenance* dan produksi, program TPM di bagian HPDC langsung dilakukan oleh *operator* produksi dengan cara pengecekan tiap awal *shift* menggunakan *check sheet* yang sudah disediakan, yaitu sesuai standar *check sheet* nomor FO/PR/CS/040. Efektivitas pengisian *check sheet* ini perlu dievaluasi apakah *operator* saat pengisian *check sheet* ini betul-betul sambil melakukan cek fisik atau hanya sekedar pengisian bersifat formalitas.

#### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

Pelaksanaan *Total productive maintenance* harus direview untuk meningkatkan efektivitas pengecekan mesin baik yang dilakukan oleh *operator* produksi maupun personil *maintenance*. Saat produksi sedang turun harus dilakukan kegiatan TPM sebanyak-banyaknya sehingga saat *peak seasons* di mana hampir tidak ada waktu yang diberikan oleh PPIC untuk melakukan TPM, kondisi mesin sudah prima.

#### **4. Others**

Dua jenis *downtime* terbanyak yang dimasukkan kategori *others* adalah listrik mati dan *stock opname*. Meskipun *downtime* ini hanya berkontribusi sekitar 3%, tetapi perlu diantisipasi. Listrik di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal menggunakan listrik dari PLN. Untuk kondisi normal, jarang terjadi listrik mati dan jika ada akan mendapatkan informasi beberapa hari sebelumnya dan umumnya dilakukan pada hari Minggu. Listrik PLN yang mati tiba-tiba biasanya karena ada *abnormality* di jaringan PLN. *Stock opname* dilakukan secara rutin setiap bulan untuk *stock opname* kecil. Untuk *stock opname* besar dilakukan 6 bulan sekali. Saat *stock opname* besar produksi akan *OFF* selama satu *shift*. Sedangkan untuk STO kecil produksi akan *OFF* selama lebih kurang 2 jam.

#### **Tindakan perbaikan yang diusulkan:**

Aktivitas TPM untuk menjamin *genset* selalu dalam kondisi prima perlu dilakukan. Di samping itu perlu dievaluasi proses *stock opname* yang biasanya membutuhkan waktu satu *shift*. Perlu ada *improvement* proses *stock opname* agar bisa mempercepat proses STO dengan hasil yang tepat dan akurat.

### **KESIMPULAN**

1. Permasalahan yang ditemukan antara lain adalah:

- *Process downtime* terbesar diakibatkan oleh *insert pin patah*, *part* menempel pada *cavity*, *plunger tip trouble*, *setting spray* lama, dan suhu *moltendrop*. Penyebab *insert pin* patah adalah *platen* aus, *toggle* aus, dan *life time* pipa *spray* (tembaga) habis. *Part* menempel pada *cavity* disebabkan oleh arah *spray die lube* yang tidak tepat dan suhu *dies* yang terlalu rendah. *Plunger tip trouble* disebabkan oleh jumlah *shot beats* kurang, alat untuk *incoming inspection* tidak memadai, dan adanya sumbatan/kebocoran saluran air di dalam pipa pendingin. *Setting spray* lama dikarenakan penyetingan *spray* dilakukan bersamaan dengan penggantian *dies* (*dandoridies/change over*), tidak dipersiapkan terlebih dahulu sebelum aktivitas ganti *dies*. Suhu

- molten drop* disebabkan suhu *molten* saat *tapping out* rendah, *electric heater* putus akibat terkena *corundum* yang tidak dibersihkan, dan *keeping furnace* yang tidak ditutup rapat.
- *Material downtime* terbesar disebabkan oleh *molten* habis dan *basket (packaging)* yang kosong. *Molten* habis dikarenakan kapasitas di mesin *melting* lebih sedikit dibanding kebutuhan mesin HPDC. *Basket* yang kosong disebabkan jumlah *basket* belum mencukupi dan juga akibat kenaikan *stock level WIP*.
  - *Machine downtime* terjadi dikarenakan efektivitas pelaksanaan TPM oleh operator mesin yang belum optimal.
  - *Others downtime* terjadi akibat mati listrik dan adanya *stock opname* yang mengharuskan mesin berhenti berproduksi.
2. Kinerja mesin *high pressure die casting* di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal untuk periode Januari sampai dengan Oktober 2014 adalah sebagai berikut:
- a. Tingkat ketersediaan mesin (*availability rate*) rata-rata adalah sebesar 83,4%, lebih kecil dari *world class availability rate* yaitu sebesar 90%.
  - b. Tingkat kinerja mesin (*performance rate*) rata-rata adalah sebesar 74,3%, lebih kecil dari *world class performance rate* yaitu sebesar 95%.
  - c. Tingkat kualitas (*quality rate*) rata-rata adalah sebesar 93,7%, lebih rendah dari *world class quality rate* yaitu sebesar 99,9%.
  - d. Efektivitas peralatan secara keseluruhan (*overall equipment effectivity*) rata-rata adalah sebesar 61,6%, lebih rendah dari *world class OEE* yaitu sebesar 85,4%. Nilai OEE ini lebih besar dari nilai OEE rata-rata perusahaan *manufacturing* pada umumnya yaitu sebesar 60%. Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa kinerja mesin *high pressure die casting* PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal masih lebih rendah dari syarat untuk menjadi perusahaan kelas dunia seperti yang dicita-citakan dalam visi perusahaan. Saat perhitungan kapasitas mesin HPDC, PPIC menggunakan asumsi nilai OEE sebesar 81,6%. Artinya terdapat gap antara OEE asumsi dengan OEE aktual rata-rata sebesar 20%. Adanya perbedaan nilai OEE asumsi dengan OEE aktual ini menyebabkan terjadinya lembur yang tinggi di mesin HPDC.
3. Usulan-usulan solusi atas permasalahan yang ada untuk meningkatkan kinerja mesin HPDC adalah sebagai berikut:
- a. Menurunkan *process downtime*
    - *Insert pin* patah. *Review* kebutuhan *stock* yang harus dijaga untuk *insert pin, platen, toggle*, dan pipa tembaga.
    - *Part* menempel pada *cavity*. Dibuat mal tiap-tiap produk untuk penyetingan arah *spray* supaya hasilnya lebih seragam. Di samping itu perlu dikontrol suhu dies di mana akan lebih ideal jika dibuat *interlock system* sehingga saat suhu dies turun mesin tidak bisa dioperasikan.
    - *Plunger tip trouble*. *Refresh training* ke *operator* tentang pentingnya pengisian *shot beats* dan menjadi poin pengecekan tambahan yang harus dilakukan *operator*. Pengadaan *ring gauge* untuk digunakan saat *incoming inspection* atas *plunger tip* baru akan lebih menjamin spesifikasi *plunger tip* yang diterima sesuai *drawing*. Di samping itu perlu pengecekan pipa pendingin untuk memastikan tidak ada sumbatan atau kebocoran air pendingin sehingga tidak terjadi *overheat* akibat kurangnya pendinginan pada *plunger tip* maupun *plunger sleeve*.
    - *Setting spray* lama. Perlu disediakan unit *spray* cadangan yang siap *disetting* untuk *next product*. Penyetingan *spray* dilakukan sebelum dies turun dan dengan bantuan mal.
    - Suhu *molten drop*. Perlu dilakukan *refresh training* kepada *operator* mesin HPDC tentang pentingnya pembersihan *corundum* di *keeping furnace* dan menjaga *keeping furnace* dalam kondisi tertutup rapat.
  - b. Menurunkan *material downtime*
    - *Molten* habis. Perlu pengadaan mesin *melting* baru untuk meningkatkan kapasitas *melting* terutama untuk melebur aluminium ingot HD2. Kapasitas yang diusulkan minimal dengan *melting rate* 3.000 kg/jam.
    - *Basket* kosong. Perlu dilakukan *review* kebutuhan *basket* disesuaikan dengan *forecast* dari marketing. *Stock level WIP* juga perlu direview.
  - c. Menurunkan *machine downtime*

*Total productive maintenance* harus direview untuk meningkatkan efektivitas pengecekan mesin baik yang dilakukan oleh *operator* produksi maupun personil *maintenance*. Saat produksi sedang turun harus dilakukan kegiatan TPM sebanyak-banyaknya sehingga saat *peak seasons* di mana

hampir tidak ada waktu yang diberikan oleh PPIC untuk melakukan TPM, kondisi mesin sudah prima.

d. *Others*

Untukantisipasi listrik mati di PT Astra Otoparts Tbk Divisi Nusametal sudah disiapkan 4 unit mesin *genset*, masing-masing untuk kapasitas 1.000 kVA sejumlah dua unit dan 500 kVA sejumlah dua unit. Aktivitas TPM untuk menjamin *genset* selalu dalam kondisi prima perlu dilakukan. Di samping itu perlu dievaluasi proses *stock opname* yang biasanya membutuhkan waktu satu *shift*. Perlu ada *improvement* proses *stock opname* agar bisa mempercepat proses STO dengan hasil yang tepat dan akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fast Guide to OEE*. 2008. Vorne Industries Inc. Itasca, USA
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Goetsch, DL dan Davis, Stanley B. 2000. *Quality Management : Introduction to Total Quality Management for Production, Processing, and Services*. Prentice Hall. Inc. USA
- Imai, Masaaki. 2012. *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to A Continous Improvement Strategy*. Second Edition. Mc Grawhill. New York.
- Introduction to Total Productive Maintenance: Study guide*. 2006. Denso.
- Line of business*. 2014. PT Astra Otoparts Tbk. <http://www.component.astra.co.id> [Diakses tanggal 5 November 2014]
- Sugiyono,. 2013. *Metode Penelitian Bisnis*. Penerbit Alfabeta. Bandung
- Suwandi. 2014. *Diagram Pareto*. Majalah Shift Indonesia. <http://sixsigmaindonesia.com/pareto-chart/> [Diakses tanggal 7 Desember 2014].