

PERBAIKAN JALUR PRODUKSI BETON PT. X BERDASARKAN ANALISIS OVERALL THROUGHPUT EFFECTIVENESS (OTE)

Dwi Hadi S.¹⁾, Amanda Nur Cahyawati²⁾, Debrina Puspita A.³⁾
Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya
Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
0341587710
E-mail: dwihadi@ub.ac.id¹⁾

Abstract

Penelitian ini dilakukan pada jalur produksi PT. X dikarenakan jumlah waktu downtime yang dihasilkan mesin-mesin yang digunakan cukup tinggi mencapai sebesar 23,63%, selain downtime yaitu, jumlah produk cacat yang diatas 1% (ketentuan perusahaan cacat < 1). Oleh karena itu diperlukannya pengukuran efektivitas dengan menggunakan metode OTE dan identifikasi losses yang berpengaruh secara signifikan menggunakan analisa six big losses. Berdasarkan perhitungan Overall Throughput Effectiveness (OTE) didapatkan nilai rata-rata sebesar 60,57% dan losses paling signifikan yaitu reduce speed pada mesin cor sebesar 21,97%, dan selanjutnya mesin spinning sebesar 18,80%. Terdapat dua workstation bermasalah yaitu mesin cor dan mesin spinning. Setelah dilakukan analisis berdasarkan peta kerja kelompok (Gang Chart) dan SIMO Chart, maka dapat mengurangi waktu proses sebesar 2 menit 4,05 detik pada proses pengecoran. Untuk mesin spinning berkurang sebesar 50,76 detik.

Kata kunci: Beton, Pengukuran Efektivitas, Overall Throughput Effectiveness (OTE), Six Big Losses, SIMO (Simultaneous Motion Chart) Chart.

PENDAHULUAN

Pada saat ini pemerintah Indonesia sedang gencar melakukan peningkatan dalam investasi pembangunan infrastruktur, sebagaimana yang dibahas secara terperinci dalam survei tahun 2010 [1]. Pernyataan tersebut memiliki dampak pada produsen penyedia bahan bangunan, dapat dilihat banyaknya industri manufaktur beton yang bermunculan untuk memenuhi kebutuhan pasar. Pertumbuhan bisnis beton pracetak yang tinggi seiring meningkatnya pembangunan proyek infrastruktur di Indonesia menuntut industri selalu kompetitif, selalu berusaha maju dalam bisnisnya. Diperlukan respon yang cepat untuk dapat bertahan dalam persaingan.

PT X merupakan industri manufaktur yang menghasilkan produk antara lain tiang transmisi dan distribusi kelistrikan, dan tiang telepon, tiang pancang, produk-produk beton lainnya. Penelitian ini dilakukan pada jalur produksi yang memproduksi beton dengan dikenai gaya sentrifugal. Produk cacat PT. X sebesar 3.21%. Hal ini tidak sesuai dengan standar operasi kerja yang ditentukan oleh perusahaan dimana jumlah produk cacat dari

total produk yang diproduksi < 1%. Maka dari itu perlunya pengukuran efektivitas pada jalur produksi ini.

Pengukuran efektivitas pada jalur produksi dapat diukur dengan Overall Throughput Effectiveness (OTE) metode ini merupakan pengembangan OEE. Pada konsep OTE suatu sistem dipandang sebagai suatu kesatuan subsistem. Sedangkan Overall Equipment Effectiveness (OEE) untuk menilai efektivitas dari sebuah mesin produksi [2]. Ada 3 hal utama yang terkandung dalam OEE yaitu meliputi ketersediaan waktu (*availability*), performansi (*performance*), dan kualitas (*quality*) [3].

OEE tidaklah cukup untuk mengukur performansi produksi pada tingkat pabrik [7]. Maka terbentuknya konsep OTE, tujuan dari OTE adalah untuk mengukur performansi dari pabrik dan dapat digunakan untuk melakukan diagnosa terhadap permasalahan *bottleneck* dan mengidentifikasi *hidden capacity* [4]. Dengan metode ini dapat mengetahui performansi lini produksi perusahaan dan tingkat efektivitas setiap peralatan.

Dalam hal ini juga akan dilakukan perhitungan *six big losses*. *Six big losses*

adalah kerugian-kerugian yang terjadi pada mesin dan peralatan [4]. Dengan menggunakan *six big losses*, perusahaan dapat mengetahui kerugian apa saja yang disebabkan oleh nilai OEE dan OTE berada di bawah standar world class yang telah ditetapkan oleh *Japanese Institute of Plant Maintenance* (JIPM) serta aktivitas mana saja yang menyebabkan terjadinya kerugian tersebut. Permasalahan yang ada dari masalah-masalah tersebut, akan diberikan rekomendasi perbaikan dengan peta kerja setempat sebagai alat bantu, yaitu *gang chart* dan akan memperhatikan gerakan-gerakan yang dilakukan pada aktivitas tersebut dengan *SIMO chart*. Aktivitas yang mengalami bottleneck pada analisis OTE dan nilai *six big losses* yang mempengaruhi sistem produksi secara signifikan akan menjadi fokus perbaikan.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi pada saat sekarang [5]. Maka dari itu penelitian yang dilakukan tergolong penelitian deskriptif. Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian ini.

Studi Literatur merupakan langkah yang dilakukan untuk mempelajari teori-teori dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan permasalahan pada objek yang diamati. Sumber studi literatur diperoleh dari perpustakaan, internet, dan perusahaan. Studi literatur yang dipelajari meliputi analisis efektivitas dan produksi, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE).

Studi Lapangan merupakan Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian dalam melakukan Studi Lapangan untuk mendapatkan informasi yang lebih detail dan spesifik terkait dengan topik penelitian dan memperhatikan masalah yang terjadi pada tempat penelitian.

Identifikasi Masalah Sebelum melakukan penelitian, peneliti harus

melakukan identifikasi pada objek penelitian yang akan diamati. Pada langkah ini akan mendefinisikan masalah-masalah apa saja yang mungkin timbul dalam objek yang sedang diamati sehingga dapat memudahkan langkah penelitian selanjutnya karena masalah atau pun penyebabnya sudah diketahui.

Pengumpulan Data yang dilakukan yaitu mengumpulkan seluruh data atau informasi yang berkaitan dan harus relevan terhadap dengan permasalahan yang ada pada objek karena data atau informasi yang dikumpulkan akan menjadi *output* pada pengolahan data. Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan yaitu data sekunder seperti berikut: *Cycle time*, Jumlah produksi, Produk cacat, Data jam kerja, Data waktu *downtime*.

Pengolahan Data pada penelitian ini data yang sudah dikumpulkan akan diolah sebagai berikut: Perhitungan OEE bertujuan untuk mengukur efektivitas peralatan yang digunakan pada perusahaan secara keseluruhan, Nilai OTE dilakukan dengan melakukan perhitungan beberapa parameter efektivitas yaitu tiga sudut pandang pada OEE, Selanjutnya akan dilakukan perhitungan pada nilai *six big losses* yang nanti nya akan menjadi acuan perbaikan pada jalur produksi tersebut, Setelah mengetahui permasalahan yang ada dari masalah-masalah tersebut, akan diberikan rekomendasi perbaikan dengan peta kerja setempat sebagai alat bantu, yaitu *gang chart* dan akan memperhatikan gerakan-gerakan yang dilakukan pada aktivitas tersebut dengan *SIMO chart*.

Analisis dan Pembahasan dilakukan terhadap nilai OEE dan OTE serta besarnya *six big losses* yang didapatkan karena hal tersebut dapat menunjukkan permasalahan yang ada pada perusahaan.

Kesimpulan dan Saran pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian ini. Sekaligus saran yang akan diberikan untuk penelitian

Metodologi penelitian ditulis dalam bentuk paragraf bukan berbentuk *numbering* atau penomoran. Penulisan metodologi penelitian secara otomatis dapat menggunakan *Microsoft*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Grafik

Berikut ini merupakan hasil dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Untuk perhitungan OEE dilakukan pada lima mesin, yaitu *wire caging*, *mixer*, mesin cor, *stressing*, dan *spinning*. Nilai OEE diperoleh dari tiga parameter yaitu, *availability*, *performance*, dan *quality* [6].

a. Perhitungan *Availability Rate*

Availability rate dihitung dengan persamaan berikut:

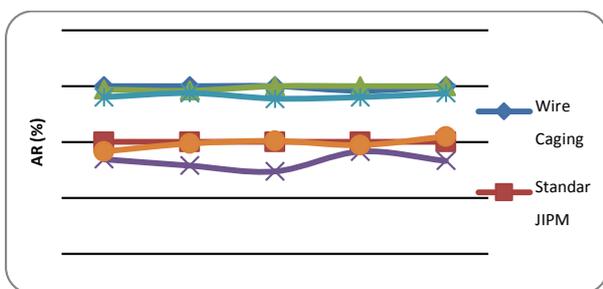
$$Availability = \frac{Operating\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (pers. 1)$$

Nilai rata-rata *availability* untuk tanggal 25 Agustus – 28 September 2016 untuk lima mesin yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata *Availability* untuk Tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016

| Mesin | AR (%) |
|--------------------|--------------|
| Wire Caging | 99,83 |
| Mixer | 99,71 |
| Mesin Cor | 86,44 |
| Stressing | 98,22 |
| Spinning | 89,66 |

Dari tabel nilai *availability rate* terdapat beberapa mesin yang memiliki nilai masih berada dibawah standar JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*) sebesar 90%. Terdapat 2 mesin yang memiliki nilai dibawah standar, yaitu mesin cor dan mesin *spinning*, sedangkan mesin yang lainnya sudah berada di atas standar JIPM. Untuk mesin cor memiliki nilai 86,44%. Untuk mesin *spinning* memiliki nilai 89,66%. Grafik *availability rate* untuk setiap minggu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik *Availability Rate*

b. Perhitungan *Performance Rate*

Untuk perhitungan *Performance rate* dihitung menggunakan persamaan berikut:

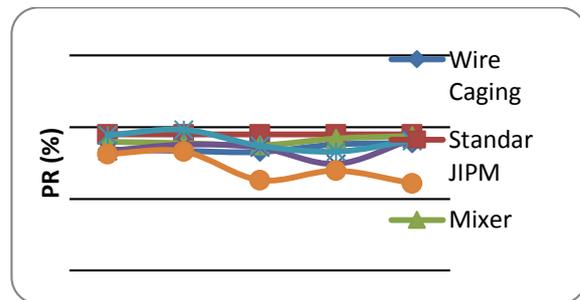
$$Performance = \frac{Processed\ amount}{Ideal\ Cycle\ Time \times Operating\ Time} \times 100\% \quad (pers. 2)$$

Hasil rata-rata perhitungan *performance rate* untuk tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata *Performance* untuk Tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016

| Mesin | PR (%) |
|--------------------|--------------|
| Wire Caging | 85,60 |
| Mixer | 90,41 |
| Mesin Cor | 84,64 |
| Stressing | 90,58 |
| Spinning | 71,56 |

Berdasarkan standar JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*) *performance rate* harus diatas 95%. Pada tabel diatas dapat dilihat semua mesin memiliki nilai dibawah 95%. Grafik nilai setiap minggu *performance rate* pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik *Performance Rate*

c. Perhitungan *Rate of Quality*

Perhitungan *rate of quality* dengan menggunakan persamaan 3.

$$Rate\ of\ Quality = \frac{Good\ pieces}{Total\ pieces} \times 100\% \quad (pers. 3)$$

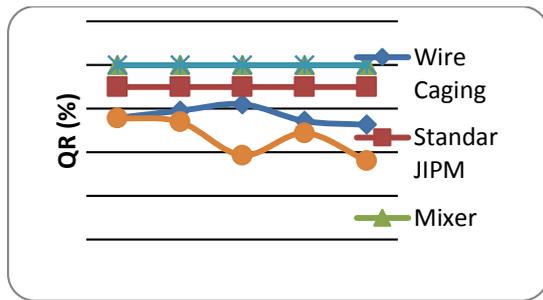
Hasil rata-rata perhitungan *rate of quality* untuk tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata dari *Rate Of Quality* untuk Tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016

| Mesin | QR (%) |
|--------------------|--------------|
| Wire Caging | 97,68 |
| Mixer | 100 |
| Mesin Cor | 100 |
| Stressing | 100 |
| Spinning | 96,66 |

Perhitungan *rate of quality* tersebut dilakukan pada 2 mesin, yaitu mesin *wire caging* dan mesin *spinning*. Pada JIPM (*Japanese Institute of Plant*

Maintenance) standar untuk *rate of quality* sebesar 99%. Nilai *rate of quality* pada mesin tersebut, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Rate Of Quality

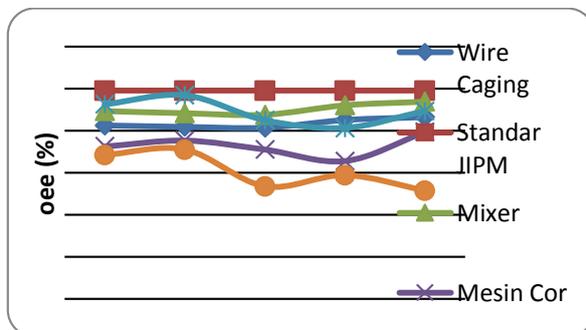
Setelah mengetahui nilai ketiga parameter, maka dapat dilakukan perhitungan OEE dengan persamaan 4.

$$OEE = \text{availability} \times \text{performance} \times \text{rate of quality} \quad (\text{pers.4})$$

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Performance untuk Tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016

| Mesin | OEE (%) |
|-------------|---------|
| Wire Caging | 83,47 |
| Mixer | 90,15 |
| Mesin Cor | 72,79 |
| Stressing | 88,98 |
| Spinning | 60,57 |

Nilai efektivitas yang ada terdapat beberapa mesin dalam minggu tertentu belum memenuhi standar JIPM (*Japanese Institute of Plant Maintenance*) sebesar 85%. Grafik OEE dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik OEE

Berdasarkan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dapat diketahui bahwa pada periode 22 Februari – 25 Maret, yaitu selama 5 minggu nilai rata-rata OEE untuk mesin *wire caging* sebesar 83,47%, mesin *mixer* sebesar 90,15%, mesin cor sebesar 72,80%, mesin *stressing* sebesar 88,98% dan mesin *spinning* sebesar 60,57%. Dimana berdasarkan standar JIPM nilai

OEE harus berada diatas 85%, maka terdapat mesin pada jalur produksi 5 yang masih memiliki nilai OEE dibawah standar atau dapat dikatakan nilai efektivitas mesin tersebut masih rendah.

3.2 Perhitungan Overall Throughput Effectiveness (OTE)

Nilai bottleneck indicator dapat dihitung dengan persamaan 5.

$$OEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)} \quad (\text{pers.5})$$

Nilai OTE sub sistem seri dapat dihitung dengan persamaan berikut [3]:

$$\frac{\min_{i=1,2,\dots,n-1} \{OEE_{(i)} \times R_{th(i)} \times \prod_{j=i+1}^n Q_{eff(j)}\} \times OEE_{(n)} \times R_{th(n)}}{\min_{i=1,2,\dots,n-1} \{R_{th(i)}\}} \quad (\text{pers. 6})$$

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Bottleneck Indicator untuk Tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016

| Mesin | Bottleneck indicator |
|-------------|----------------------|
| Wire Caging | 5,707528 |
| Mixer | 7,04413 |
| Mesin Cor | 4,97741 |
| Stressing | 7,82312 |
| Spinning | 4,240,22 |

Dari ke-5 mesin yang ada pada jalur produksi mesin cor yang mengalami penumpukan produk yang paling besar dan selanjutnya terdapat pada mesin *spinning*, *stressing*, *mixer* dan *wire caging* secara berurutan. Hal tersebut berarti pada mesin *spinning* terdapat penumpukan produk yang belum selesai diproduksi paling besar.

Nilai *bottleneck indicator* yang paling kecil tersebut akan digunakan untuk melakukan perhitungan nilai OTE untuk setiap minggu nya. Berikut merupakan perhitungan nilai OTE pada jalur produksi V:

- Nilai OTE pada tanggal 22-29 Februari 2016 = $\frac{4,781724}{7} = 68,31\%$
- Nilai OTE pada tanggal 01-07 Maret 2016 = $\frac{4,964020}{7} = 70,91\%$
- Nilai OTE pada tanggal 08-14 Maret 2016 = $\frac{3,743056}{7} = 53,47\%$
- Nilai OTE pada tanggal 15-21 Maret 2016 = $\frac{4,111374}{7} = 58,73\%$
- Nilai OTE pada tanggal 22-25 Maret 2016 = $\frac{3,600958}{7} = 51,44\%$

Nilai OEE mempengaruhi nilai efektivitas lintasan produksi yang didapatkan. Perhitungan menunjukkan bahwa nilai OTE selama lima minggu dimulai dari minggu pertama sampai minggu kelima secara berurutan sebesar 68,31%, 70,91%, 53,47%, 58,73% dan 51,44%.

3.3 Perhitungan Six Big Losses

Adapun enam kerugian besar (six big losses) tersebut adalah sebagai berikut [4]:

- Equipment Failure/ Breakdown Losses*
- Set-up and Adjustment losses*
- Reduced Speed*
- Idling and minor Stoppages*
- Start-up.*
- Quality Defect*

Untuk hasil perhitungan enam losses tersebut dapat dilihat pada Tabel 6. Pada Tabel 6 nilai *six big losses* sesuai dengan urutan losses pada penjelasan diatas.

Tabel 6. Nilai Rata-Rata *Six Big Losses* untuk Tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016

| Mesin | Six Big Losses (%) | | | | | |
|--------------------|--------------------|----|-------|----|----|------|
| | a. | b. | c. | d. | e. | f. |
| Wire Caging | 0,16 | 0 | 14,37 | 0 | 0 | 1,98 |
| Mixer | 0,29 | 0 | 9,56 | 0 | 0 | 0 |
| Mesin Cor | 13,54 | 0 | 21,97 | 0 | 0 | 0 |
| Stressing | 1,77 | 0 | 11,74 | 0 | 0 | 0 |
| Spinning | 10,63 | 0 | 18,80 | 0 | 0 | 2,08 |

Terdapat 6 kerugian yang ada pada metode ini. Kerugian terbesar dimiliki oleh *reduce speed*, untuk kerugian ini rata-rata nilai tertinggi masih terdapat pada mesin cor dengan persentase sebesar 21,97%, selanjutnya diikuti oleh mesin *spinning*, *wire caging*, *stressing*, dan mesin *mixer* dengan nilai secara berurutan. Untuk kerugian *set-up and adjustment losses*, *idling and minor stoppages*, *start-up losses* pada mesin yang ada di jalur produksi bernilai nol, yang artinya mesin-mesin tersebut tidak mempunyai kerugian-kerugian tersebut. Kerugian yang terakhir, yaitu *quality defect* untuk kerugian ini nilai rata-rata persentase terbesar terdapat pada mesin *wire caging* sebesar 2,08% dan selanjutnya pada mesin *spinning* sebesar 1,98% untuk mesin lainnya tidak terdapat nilai *quality defect*.

3.4 Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil perhitungan OTE dan *six big losses*, dapat dilihat terdapat dua aktivitas, yaitu pada mesin cor dan mesin *spinning* memiliki losses terbesar yang menyebabkan rendahnya efektivitas pada mesin tersebut serta menyebabkan *bottleneck* pada aktivitas-aktivitas tersebut. Hal ini juga mempengaruhi nilai efektivitas jalur produksi, maka dari itu perlunya peninjauan terhadap gerakan-gerakan yang dilakukan pada mesin cor ini untuk

mengurangi atau mengeliminasi gerakan-gerakan yang tidak memiliki nilai *value added*. Gerakan-gerakan tersebut akan di eliminasi menggunakan *Simultaneous Motion Chart* sebelum itu perlu diketahui proses yang dilakukan pada *workstation* tersebut dari peta kerja kelompok (*Gang Chart*).

Dua *workstation* yang akan diamati, untuk *workstation* yang pertama, yaitu *workstation* pengecoran dan selanjutnya *workstation* pemutaran cetakan (*spinning*). Pada *workstation* tersebut terdapat aktivitas-aktivitas yang memiliki banyak gerakan yang tidak memiliki nilai tambah. Mesin cor terdapat 2 aktivitas yaitu memasukkan spon pada cetakan yang bertujuan untuk mencegah kebocoran dan yang kedua adalah pemasangan baut untuk menutup cetakan. Setiap gerakan akan diamati dengan *SIMO Chart*. Berikut contoh *SIMO Chart* untuk aktivitas pemasangan spons dapat dilihat pada Tabel 7.

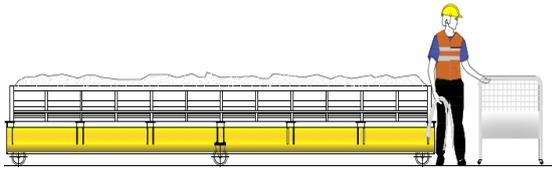
Berdasarkan *gang chart* aktivitas pemasangan spons memiliki waktu 1,5 menit setara dengan 97,46 gerakan-gerakan secara detail yang dilakukan oleh seorang operator dalam melakukan pemasangan spons, dari gerakan-gerakan diatas terdapat beberapa gerakan yang tidak perlu dilakukan atau *non-value added*, seperti berjalan dan memeriksa spons sebelum di pasang pada cetakan. Maka perlunya dilakukan pengeliminasian terhadap gerakan tersebut agar dapat mempercepat waktu proses pada aktivitas tersebut. Gerakan yang dihilangkan yaitu berjalan untuk mengambil spons, membungkuk dan memeriksa spons. hasil perbaikan *Simultaneous Motion Chart* dari aktivitas pemasangan spons dapat dilihat pada Tabel 8.

Pemasangan spons dapat berkurang 27,8 detik karena gerakan-gerakan yang dilakukan pada waktu 27,8 detik bukan gerakan yang efektif dan juga tidak menambah *value added* terhadap produk. Perbaikan yang diberikan pada pemasangan spons bukan hanya pengurangan waktu proses, tetapi juga postur kerja operator. Dengan dieliminasi gerakan merunduk pada saat pengambilan spons tentu akan lebih efektif dan juga dapat mengurangi kelelahan pada saat operator berkerja. Awal postur kerja operator dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Postur Awal Pengambilan Spons

Untuk perbaikan postur kerja tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Postur Perbaikan Pengambilan Spons.

Sedangkan untuk pemasangan baut terdapat eliminasi gerakan dan penggabungan gerakan. Untuk SIMO *Chart* dapat dilihat pada Tabel 9.

Gerakan yang dieliminasi adalah berjalan mengambil tempat baut dan mengambil baut sebesar 8,48 detik. Sedangkan gerakan yang digabungkan, yaitu pemeriksaan awal dan akhir. Pada aktivitas awal pemasangan baut terdapat 2 kali pemeriksaan setelah baut terpasang yang pertama pemeriksaan setiap kali 1 baut terpasang dan pemeriksaan setelah semua baut terpasang. Kedua gerakan ini dapat dilakukan 'dengan sekali pemeriksaan agar lebih efektif dan juga dapat mempercepat waktu proses yang dimiliki. Maka waktu berkurang sebanyak 96,25 detik setara dengan 1 menit 36,25 detik. Dapat dilihat pada Tabel 10 SIMO *Chart* perbaikan dari aktivitas pemasangan baut. Pada Tabel.11 terdapat gerakan-gerakan yang dieliminasi pada kedua aktivitas tersebut.

Tabel 11. Gerakan Dieliminasi Pada Mesin Cor

| Pemasangan Spons | | Pemasangan Baut | |
|----------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| Gerakan yang di eliminasi | Waktu (detik) | Gerakan yang di eliminasi | Waktu (detik) |
| Berjalan Mengambil spons | 11,67 | Berjalan ke tempat baut | 6,74 |
| Merunduk dan mengambil spons | 1,95 | Mengambil tempat baut | 1,64 |
| Memeriksa spons sebelum dipasang | 3,18 | Memeriksa setiap 1 pemasangan | 87,87 |
| Memeriksa setelah pemasangan | 11 | | |
| Total | 27,8 | Total | 96,25 |

Untuk *workstation* yang menggunakan mesin spinning pengamatan dilakukan menggunakan SIMO *Chart* dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada Tabel 12 dapat dilihat gerakan yang di eliminasi pada *workstation* ini.

Tabel 12. Gerakan dieliminasi pada Mesin *Spinning*

| Pemasangan Cetakan | Pelepasan Pengait |
|--------------------|-------------------|
|--------------------|-------------------|

| Gerakan yang di eliminasi | Waktu (detik) | Gerakan yang di eliminasi | Waktu (detik) |
|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|
| Mencari Kunci (alat) | 9,9 | Mencari besi | 10,32 |
| Berjalan | 20,01 | Berjalan | 10,53 |
| Total | 29,91 | Total | 20,85 |

Untuk pemasangan cetakan dan pelepasan pengait gerakan yang di eliminasi sama, yaitu mencari dan berjalan mencari alat yang akan digunakan. Total waktu yang didapatkan dengan mengeliminasi gerakan tersebut adalah 85,99 detik setara dengan 1 menit 25,99 detik dari awalnya 136,75 detik setara dengan 2 menit 16,75 detik. Hal ini disebabkan tidak adanya tempat yang digunakan untuk meletakkan alat dengan rapi. Operator yang menggunakan alat harus mencari terlebih dahulu sebelum melakukan pemasangan atau pelepasan, maka diperlukannya tempat untuk alat-alat yang digunakan dan setelah selesai menggunakannya akan diletakkan pada tempat tersebut dapat dilihat pada Gambar 7. Hal ini juga akan mempermudah operator dalam melakukan pekerjaan.



Gambar 7. Tempat Khusus Kumpulan Alat

Serupa dengan pendahuluan dan metodologi penelitian, bagian hasil dan pembahasan juga dapat ditulis menggunakan format pada *Microsoft Word Template Style* dengan Membuka Menu *Styles* pada *Toolbar* ; *List Paragraph*, Isi Paragraf. Untuk Sub Bab ditulis dengan menggunakan jenis font arial berukuran 10 pt bercetak tebal dan miring dengan huruf besar hanya pada awal kata.

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan diatas kesimpulan Nilai rata-rata efektifitas setiap mesin (OEE) pada jalur produksi paling rendah terdapat pada mesin *spinning* sebesar 60,57%, mesin cor sebesar 72,80%, dan selajutnya mesin *stressing* sebesar 88,98%, mesin *wire cagging* sebesar 83,47% dan mesin mixer 90,15%. Nilai rata-rata efektifitas jalur produksi (OTE) dari tanggal 22 Februari – 25 Maret 2016 sebesar 60,57% selama 5 minggu dengan nilai setiap minggu nya sebesar 68,31%, 70,91%, 53,47%, 58,73% dan 51,44%.

Pada jalur produksi *losses* yang paling besar yaitu *reduce speed*. Nilai rata-rata *reduce speed* lebih besar dari lima kerugian lainnya untuk setiap mesin, paling besar dimiliki oleh mesin cor dengan nilai sebesar 21,97%, selanjutnya mesin *spinning* sebesar 18,80%, mesin *wire cagging* sebesar 14,37%, *stressing* sebesar 11,74% dan untuk mesin *mixer* sebesar 9,56%.

Rekomendasi perbaikan yang diberikan pada 2 *workstation* tersebut dengan melakukan pengeliminasian dan penggabungan gerakan dengan *SIMO Chart* untuk aktivitas pemasangan spons dan

pemasangan baut pada mesin cor seperti gerakan mencari, berjalan, memeriksa, dan membungkuk, serta perbaikan postur kerja operator yang dapat mengurangi kelelahan pada operator saat melakukan aktivitas tersebut, sehingga dapat mengurangi waktu proses sebesar 124,05 detik setara dengan 2 menit 4,05 detik pada proses pengecoran. Untuk mesin

spinning dilakukan pengeliminasian berjalan dan mencari alat yang akan digunakan sehingga mengurangi waktu proses sebesar 50,76 detik.

Tabel 7. Kondisi Awal *Simultaneous Motion Chart* Awal Pemasangan Spons

| TANGAN KIRI | | | | TANGAN KANAN | | |
|---|--------|--------------|---------------|--------------|--------|---|
| DESKRIPSI KERJA | SIMBOL | TIME (detik) | TOTAL (detik) | TIME (detik) | SIMBOL | DESKRIPSI KERJA |
| | | | 6,02 | 6,02 | TE | Berjalan menuju tempat spons |
| | | | 2,05 | 2,05 | TE | Membungkuk |
| | | | 1,18 | 1,18 | Re | Menjangkau 2 spons |
| | | | | | G | Memegang 2 spons |
| Memegang spons | G | 3,20 | 3,20 | 3,20 | I | Memeriksa 2 spons |
| | | | 5,84 | 5,84 | TL | Berjalan ke arah cetakan |
| Mengarahkan spon 1 pada bagian tepi cetakan | P | 2,44 | 2,44 | 2,44 | P | Mengarahkan spon 1 pada bagian tepi cetakan |
| Memasang spon 1 pada pinggiran | U | 15,88 | 15,88 | 15,88 | U | Memasang spon 1 pada pinggiran |
| Menekan spons 1 pada pinggir cetakan | A | 15,67 | 15,67 | 15,67 | A | Menekan spons 1 pada pinggir cetakan |
| Mengarahkan spon 2 pada bagian tepi cetakan | P | 2,07 | 2,07 | 2,07 | P | Mengarahkan spon 2 pada bagian tepi cetakan |
| Memasang spon 2 pada pinggiran | U | 15,50 | 15,50 | 15,50 | U | Memasang spon 2 pada pinggiran |
| Menekan spons 2 pada pinggir cetakan | A | 15,65 | 15,65 | 15,65 | A | Menekan spons 2 pada pinggir cetakan |
| Melepaskan spons | RI | 1,29 | 1,29 | 1,29 | RI | Melepaskan spons |
| Memeriksa kembali agar terpasang dengan benar | I | 11,00 | 11,00 | 11,00 | I | Memeriksa kembali agar terpasang dengan benar |
| Total waktu | | | 97,46 | | | Total waktu |

Tabel 8. Perbaikan *Simultaneous Motion Chart* Pemasangan Spons

| TANGAN KIRI | | | | TANGAN KANAN | | |
|-----------------|--------|--------------|---------------|--------------|--------|--------------------|
| DESKRIPSI KERJA | SIMBOL | TIME (detik) | TOTAL (detik) | TIME (detik) | SIMBOL | DESKRIPSI KERJA |
| | | | 1,18 | 1,18 | Re | Menjangkau 2 spons |

| | | | | | | |
|---|---|-------|-------|-------|---|---|
| | | | | | G | Memegang 2 spons |
| Mengarahkan spon 1 pada bagian tepi cetakan | P | 2,44 | 2,44 | 2,44 | P | Mengarahkan spon 1 pada bagian tepi cetakan |
| Memasang spon 1 pada pinggiran | U | 15,88 | 15,88 | 15,88 | U | Memasang spon 1 pada pinggiran |
| Menekan dan mengecek spons 1 pada pinggir cetakan | A | 15,67 | 15,67 | 15,67 | A | Menekan dan mengecek spons 1 pada pinggir cetakan |

| TANGAN KIRI | | | TANGAN KANAN | | | |
|---|--------|--------------|---------------|--------------|--------|---|
| DESKRIPSI KERJA | SIMBOL | TIME (detik) | TOTAL (detik) | TIME (detik) | SIMBOL | DESKRIPSI KERJA |
| Memasang spon 2 pada pinggiran | U | 15,50 | 15,50 | 15,50 | U | Memasang spon 2 pada pinggiran |
| Menekan dan mengecek spons 2 pada pinggir cetakan | A | 15,65 | 15,65 | 15,65 | A | Menekan dan mengecek spons 2 pada pinggir cetakan |
| Melepaskan spons | RI | 1,29 | 1,29 | 1,29 | RI | Melepaskan spons |
| Total waktu | | | 69,66 (detik) | | | Total waktu |

Tabel 9. Kondisi Awal *Simultaneous Motion Chart* Pemasangan Baut

| TANGAN KIRI | | | TANGAN KANAN | | | |
|-------------------------|--------|--------------|---------------|--------------|--------|---------------------------------|
| DESKRIPSI KERJA | SIMBOL | TIME (detik) | TOTAL (detik) | TIME (detik) | SIMBOL | DESKRIPSI KERJA |
| Berjalan ke tempat baut | Te | 6,746 | 6,74 | 6,74 | Te | Berjalan ke tempat baut |
| Menjangkau tempat baut | Re | 1,64 | 1,64 | | | |
| Memegang tempat baut | G | 174,116 | 2,16 | 2,16 | G | Mengambil baut |
| | | | | | P | Mengarahkan baut |
| | | | 3,17 | 3,17 | A | Memutar baut |
| | | | | | RL | Melepaskan baut |
| | | | 168,77 | 168,77 | | Berulang sampai 50 baut |
| Meletakkan tempat baut | RI | 2,068 | 2,06 | | | |
| | | | 1,71 | 1,71 | RE | Menjangkau alat pengencang baut |
| | | | 2,37 | 2,37 | G | Memegang alat |
| | | | | | P | Mengarahkan alat |
| Menekan alat | U | 3,402 | 3,40 | 3,40 | U | Menekan alat |
| | | | 2,28 | 2,28 | I | Memeriksa |
| | | | 3,81 | 3,81 | TL | Memindahkan ke baut selanjutnya |
| | | | | | P | Mengarahkan alat |
| Menekan alat | U | | 3,25 | 3,25 | U | Menekan alat |
| Meeriksa | I | | 2,57 | 2,57 | I | Memeriksa |

| | | | | | | |
|----------------------------|--|--------|--------|--------|--|----------------------------|
| Berulang sampai ke baut 50 | | 218,14 | 218,14 | 218,14 | | Berulang sampai ke baut 50 |
| Total Waktu | | | 422,13 | | | Total Waktu |

Tabel 10. Perbaikan *Simultaneous Motion Chart* Pemasangan Baut

| TANGAN KIRI | | | | TANGAN KANAN | | |
|----------------------|--------|--------------|---------------|--------------|--------|------------------|
| DESKRIPSI KERJA | SIMBOL | TIME (detik) | TOTAL (detik) | TIME (detik) | SIMBOL | DESKRIPSI KERJA |
| Memegang tempat baut | G | 174,116 | 2,16 | 2,16 | G | Mengambil baut |
| | | | | | P | Mengarahkan baut |
| | | | | | A | Memutar baut |
| | | | 3,17 | 3,17 | | |

Tabel 10. Perbaikan *Simultaneous Motion Chart* Pemasangan Baut (Lanjutan)

| TANGAN KIRI | | | | TANGAN KANAN | | |
|----------------------------|--------|--------------|---------------|--------------|--------|---------------------------------|
| DESKRIPSI KERJA | SIMBOL | TIME (detik) | TOTAL (detik) | TIME (detik) | SIMBOL | DESKRIPSI KERJA |
| | | | 3,17 | 3,17 | RL | Melepaskan baut |
| | | | 168,77 | 168,77 | | Berulang sampai 50 baut |
| | | | 1,71 | 1,71 | RE | Menjangkau alat pengencang baut |
| | | | 2,37 | 2,37 | G | Memegang alat |
| | | | | | P | Mengarahkan alat |
| Menekan alat | U | 3,402 | 3,40 | 3,40 | U | Menekan alat |
| | | | 3,81 | 3,81 | TL | Memindahkan ke baut selanjutnya |
| | | | | | P | Mengarahkan alat |
| Menekan alat | U | | 3,25 | 3,25 | U | Menekan alat |
| Berulang sampai ke baut 50 | | 127,24 | 127,24 | 127,24 | | Berulang sampai ke baut 50 |
| Melakukan pengecekan baut | I | 10 | 10 | 10 | I | Melakukan pengecekan baut |
| Total Waktu | | | 325,88 | | | Total Waktu |

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jarrot, Petter, Dutu, Richard. (2015). *OECD Economic Surveys: Review Ekonomi dan Pembangunan (the Economic and Development Review Committee)*. Departemen Ekonomi OECD.
- [2] Syaifuddin, H, Novareza, Oyong, Efranto, Remba Yanuar.(2010). *Pengukuran Performansi Sistem Produksi Menggunakan Overall Throughput Effectiveness (OTE)*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri* Vol.3 No. 3 Teknik Industri Universitas Brawijaya.
- [3] Muthiah, K, & Huang, SH.(2006). *A Review of Literature on Manufacturing System Productivity Measurement and Improvement*. *International Journal of Industrial and System Engineering*. Vol 1, page 461-484.
- [4] Nakajima, S.(1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. Productivity Press Inc, Portland.
- [5] Sudjana, N, Ibrahim. 1989. *Penelitian dan Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru
- [6] Stephens, Matthew.(2004). *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- [7] Scott, D & Pisa, R.(1998). *Can overall factory effectiveness prolong Moore's Law? Solid State Tech*, 75-82.