

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

REPAIR OF WIKA BETON Ltd's *CONCRETE PRODUCTION LINE* BASED ON
ANALYSIS OF *OVERALL THROUGHPUT EFFECTIVENESS* (OTE)

Virly Septiamarta¹⁾, Arif Rahman²⁾, Dwi Hadi Sulistyarini³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: virlymarta05@gmail.com¹⁾, posku@ub.ac.id²⁾, dwhadi@ub.ac.id³⁾

ABSTRAK

PT. Wijaya Karya Beton adalah salah satu perusahaan yang bergerak pada industri beton, jasa konstruksi dan bidang usaha lainnya yang terkait. Penelitian ini dilakukan pada jalur produksi V 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). 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.

1. 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 WIKA Beton 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 V merupakan jalur yang memproduksi beton yang dikenai gaya sentrifugal. PT. WIKA Beton mengalami peningkatan jumlah permintaan yang harus dipenuhi, namun pihak perusahaan belum dapat memenuhi permintaan tersebut tepat pada

waktu yang sudah disepakati yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti kekurangan material, tenaga kerja, kerusakan mesin dan faktor-faktor serupa lainnya. Yang menjadi sorotan penyebab sulitnya perusahaan memenuhi permintaan yaitu sering kali mesin rusak saat proses produksi sedang berlangsung terutama pada jalur produksi V.

Downtime mesin rata-rata dari tanggal 25 Agustus – 28 September 2016 mencapai 23,63% yaitu sebesar 151,15 jam dari total keseluruhan jam kerja selama 5 minggu yaitu 648 jam. Waktu *downtime* ini disebabkan karena adanya kerusakan alat berat dan mesin yang mengharuskan proses produksi berhenti untuk menunggu perbaikan alat atau mesin tersebut. Waktu *downtime* akan mengurangi waktu proses sehingga memperlambat proses produksi untuk memenuhi permintaan.

Masalah lain yang ada pada PT. WIKA Beton yaitu produk *defect* dan pengaruh pola kerja tiap *shift*. Produk *defect* yang dihasilkan dalam rentang waktu 5 minggu sebesar 102 produk dari total produksi sebesar 3,172 nilai ini setara dengan 3.21%. Hal ini tidak sesuai dengan standar operasi kerja yang ditentukan oleh perusahaan dimana jumlah produk cacat

dari total produk yang diproduksi harus dibawah 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.

2. Metode 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.

1. **Studi Literatur**
Langkah ini 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).
2. **Studi Lapangan**
Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian adalah melakukan Studi Lapangan untuk mendapatkan informasi yang lebih detail dan spesifik terkait dengan topik penelitian dan memperhatikan masalah yang terjadi pada tempat penelitian. Topik yang diambil pada skripsi ini mengenai analisis efektivitas dan produksi menggunakan metode *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) pada PT. WIKA Beton.
3. **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 penyebab nya sudah diketahui.
4. **Pengumpulan Data**
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:
 - a. *Cycle time*
 - b. Jumlah produksi
 - c. Produk cacat
 - d. Data jam kerja
 - e. Data waktu *downtime*
5. **Pengolahan Data**
Pada penelitian ini data yang sudah dikumpulkan akan diolah seperti penjabaran berikut ini:

- a. Perhitungan OEE bertujuan untuk mengukur efektivitas peralatan yang digunakan pada perusahaan secara keseluruhan. Nilai efektivitas yang dihasilkan OEE merupakan hasil pengalihan dari *availability rate*, *performance rate*, dan *rate of quality*.
 - b. Nilai OTE dilakukan dengan melakukan perhitungan beberapa parameter efektivitas yaitu tiga sudut pandang pada OEE. Karena mempertimbangkan hal tersebut nilai OTE dapat merepresentasikan efektivitas sistem produksi secara keseluruhan. Dalam metode ini OTE akan digunakan untuk menghitung *bottleneck indicator*.
 - c. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan pada nilai *six big losses* yang nantinya akan menjadi acuan perbaikan pada jalur produksi tersebut. Nilai *six big losses* dihitung dari setiap peralatan yang digunakan dalam sistem produksi
6. Rekomendasi Perbaikan
- 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*. Aktivitas yang mengalami *bottleneck* pada analisis OTE dan nilai *six big losses* yang mempengaruhi sistem produksi secara signifikan akan menjadi fokus perbaikan.
7. Analisis dan Pembahasan
- Pada langkah ini akan dilakukannya analisis terhadap nilai OEE dan OTE serta besarnya *six big losses* yang didapatkan karena hal tersebut dapat menunjukkan permasalahan yang ada pada perusahaan.
8. Kesimpulan dan Saran
- Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir pada langkah penelitian. Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian ini. Sekaligus saran yang akan diberikan untuk penelitian selanjutnya dan kepada PT. WIKA Beton.

3. Hasil dan Pembahasan

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:

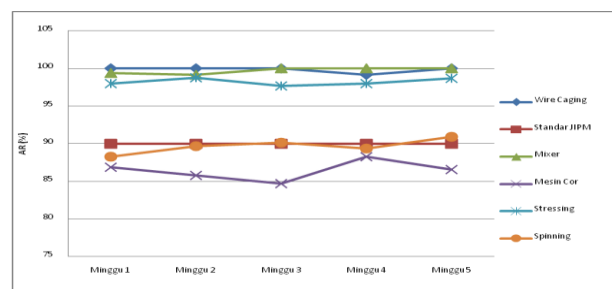
$$Availability = \frac{Operating\ Time}{Loading\ Time} \times 100\% \quad (\text{pers. 1})$$

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 25 Agustus – 28 September 2016

Mesin	AR (%)
<i>Wire Caging</i>	99,83
<i>Mixer</i>	99,71
Mesin Cor	86,44
<i>Stressing</i>	98,22
<i>Spinning</i>	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:

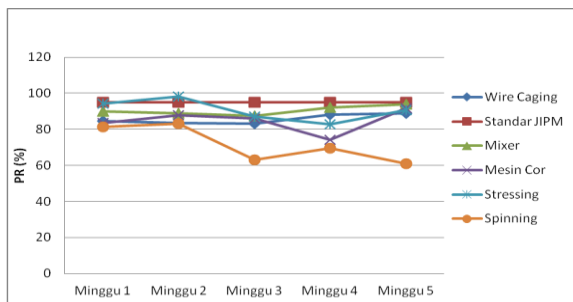
$$Performance = \frac{Processed\ amount}{Ideal\ Cycle\ Time \times Operating\ Time} \times 100\% \quad (\text{pers. 2})$$

Hasil rata-rata perhitungan *performance rate* untuk tanggal 25 Agustus – 28 September 2016 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata *Performance* untuk Tanggal 25 Agustus – 28 September 2016

Mesin	PR (%)
<i>Wire Caging</i>	85,60
<i>Mixer</i>	90,41
Mesin Cor	84,64
<i>Stressing</i>	90,58
<i>Spinning</i>	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.

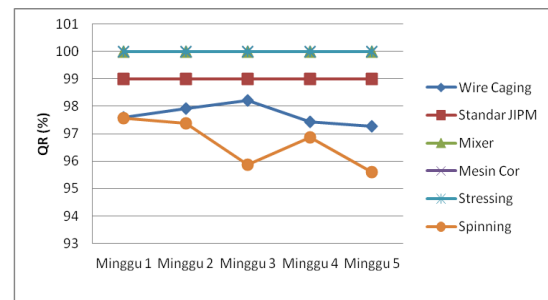
$$Rate\ of\ Quality = \frac{Good\ pieces}{Total\ pieces} \times 100\% \quad (\text{pers. 3})$$

Hasil rata-rata perhitungan *rate of quality* untuk tanggal 25 Agustus – 28 September 2016 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata-Rata dari *Rate Of Quality* untuk Tanggal 25 Agustus – 28 September 2016

Mesin	QR (%)
<i>Wire Caging</i>	97,68
<i>Mixer</i>	100
Mesin Cor	100
<i>Stressing</i>	100
<i>Spinning</i>	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*

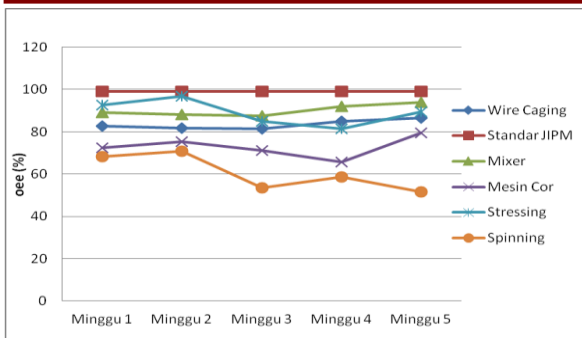
Setelah mengetahui nilai ketiga parameter, maka dapat dilakukan perhitungan OEE dengan persamaan 4.

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

Tabel 4. Nilai Rata-Rata *Performance* untuk Tanggal 25 Agustus – 28 September 2016

Mesin	OEE (%)
<i>Wire Caging</i>	83,47
<i>Mixer</i>	90,15
Mesin Cor	72,79
<i>Stressing</i>	88,98
<i>Spinning</i>	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 25 Agustus - 28 September, 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]:

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

Tabel 5. Nilai Rata-Rata *Bottleneck Indicator* untuk Tanggal 25 Agustus – 28 September 2016

Mesin	<i>Bottleneck indicator</i>
<i>Wire Caging</i>	5,707528
<i>Mixer</i>	7,04413
Mesin Cor	4,97741
<i>Stressing</i>	7,82312
<i>Spinning</i>	4,240,22

Dari ke-5 mesin yang ada pada jalur produksi V 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 25-31 Agustus 2016 = $\frac{4,781724}{7} = 68,31\%$
- Nilai OTE pada tanggal 01-07 September 2016 = $\frac{4,964020}{7} = 70,91\%$
- Nilai OTE pada tanggal 08-14 September 2016 = $\frac{3,743056}{7} = 53,47\%$
- Nilai OTE pada tanggal 15-21 September 2016 = $\frac{4,111374}{7} = 58,73\%$
- Nilai OTE pada tanggal 22-28 September 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 25 Agustus – 28 September 2016

Mesin	<i>Six Big Losses</i> (%)					
	a.	b.	c.	d.	e.	f.
<i>Wire Caging</i>	0,16	0	14,37	0	0	1,98
<i>Mixer</i>	0,29	0	9,56	0	0	0
Mesin Cor	13,54	0	21,97	0	0	0
<i>Stressing</i>	1,77	0	11,74	0	0	0
<i>Spinning</i>	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 V 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 V, 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.

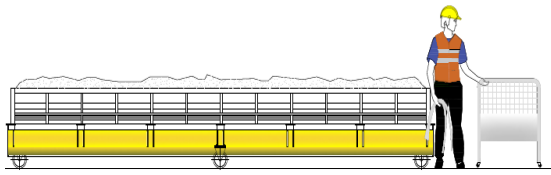
Berdasarkan *gang chart* aktivitas pemasangan spons memiliki waktu 1,5 menit setara dengan 97,46 gerakan-gerakan secara detail yang dilakukan oleh seorang operator dalam melakukan pemasangan spons, dari gerakan-gerakan diatas terdapat beberapa gerakan yang tidak perlu dilakukan atau *non-value added*, 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 posur 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

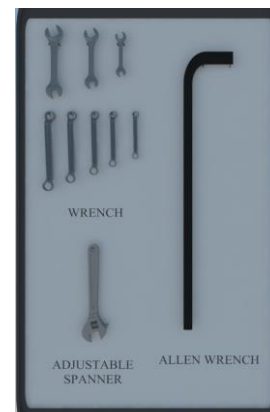
Pemasangan Spons		Pemasangan Baut	
Gerakan yang di eliminasi	Waktu (detik)	Gerakan yang di eliminasi	Waktu (detik)
Berjalan Mengambil spons	11,67	Berjalan ke tempat baut	6,74
Merunduk dan mengambil spons	1,95	Mengambil tempat baut	1,64
Memeriksa spons sebelum dipasang	3,18	Memeriksa setiap 1 pemasangan	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

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 spon 1 pada pinggir cetakan	A	15,67	15,67	15,67	A	Menekan spon 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 spon 2 pada pinggir cetakan	A	15,65	15,65	15,65	A	Menekan spon 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 spon 1 pada pinggir cetakan	A	15,67	15,67	15,67	A	Menekan dan mengecek spon 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

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 5 NO. 4
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel 8. Perbaikan *Simultaneous Motion Chart* Pemasangan Spons (Lanjutan)

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

4. Penutup

Berdasarkan penjelasan diatas kesimpulan Nilai rata-rata efektifitas setiap mesin (OEE) pada jalur produksi V 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 efektivitas jalur produksi V (OTE) dari tanggal 25 Agustus – 28 September 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 V *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 pengabungan 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.

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.

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 5 NO. 4
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

- [5] Sudjana, N, Ibrahim. 1989. *Penelitian dan Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru
- [6] Stephens, Mattew.(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.

Lampiran 1.

Simultaneous Motion Chart Awal dari Pemasangan Cetakan ke Mesin dan Pelepasan Pengait Cetakan

TANGAN KIRI				TANGAN KANAN		
DESKRIPSI KERJA	SIMBOL	TIME	TOTAL	TIME	SIMBOL	DESKRIPSI KERJA
Mendorong mesin kearah cetakan	TL	15,60	15,60	15,60	TL	Mendorong mesin kearah cetakan
Mengarahkan ke cetakan	P	20,01	20,01	20,01	P	Mengarahkan ke cetakan
Mencari kunci	Sh	9,90	9,90	9,90	Sh	Mencari kunci
Berjalan mengambil kunci	Te	9,77	9,77	9,77	TE	Berjalan mengambil kunci
			1,48	1,48	RE	Menjangkau kunci
					G	Memegang kunci
Kembali ke mesin	Tl	10,24	10,24	10,24	Tl	Kembali ke mesin
Memegang mesin	G	26,85	26,85	26,85	P	Mengarahkan untuk mengencangkan baut
					A	Memutar baut
					RL	Meletakkan kunci
Mencari dan berjalan ke besi pelepas pengait	Sh	10,32	10,32	10,32	Sh, TE	Mencari dan berjalan ke besi pelepas pengait
			1,90	1,90	RE	Menjangkau besi
					G	Mengambil besi
Kembali ke cetakan	Tl	10,53	10,53	10,53	Tl	Kembali ke cetakan
Mengarahkan ke pengait	P	6,47	6,47	6,47	P	Mengarahkan ke pengait
Melepas pengait	D				D	Melepas pengait
Bergeser	Tl				Tl	Bergeser
Mengarahkan ke pengait	P	6,01	6,01	6,01	P	Mengarahkan ke pengait
Melepas pengait	D				D	Melepas pengait
Bergeser	Tl				Tl	Bergeser
Mengarahkan ke pengait	P	6,08	6,08	6,08	P	Mengarahkan ke pengait
Melepas pengait	D				D	Melepas pengait
Meletakkan besi	Rl	1,58	1,58	1,58	Rl	Meletakkan besi
Total Waktu			136,75			Total Waktu

JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN SISTEM INDUSTRI VOL. 5 NO. 4
TEKNIK INDUSTRI UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Perbaikan Simultaneous Motion Chart dari Aktivitas Pemasangan Cetakan ke Mesin dan Pelepasan Pengait Cetakan

TANGAN KIRI				TANGAN KANAN		
DESKRIPSI KERJA	SIMBOL	TIME	TOTAL	TIME	SIMBOL	DESKRIPSI KERJA
Mendorong mesin ke arah cetakan	TL	15,60	15,60	15,60	TL	Mendorong mesin ke arah cetakan
Mengarahkan ke cetakan	P	20,01	20,01	20,01	P	Mengarahkan ke cetakan
			1,48	1,48	RE	Menjangkau kunci
					G	Memegang kunci
Memegang mesin	G	26,85	26,85	26,85	P	Mengarahkan untuk mengencangkan baut
					A	Memutar baut
					RL	Meletakkan kunci
			1,90	1,90	RE	Menjangkau besi
					G	Mengambil besi
Mengarahkan ke pengait	P	6,47	6,47	6,47	P	Mengarahkan ke pengait
Melepas pengait	D				D	Melepas pengait
Bergeser	TI				TI	Bergeser
Mengarahkan ke pengait	P	6,01	6,01	6,01	P	Mengarahkan ke pengait
Melepas pengait	D				D	Melepas pengait
Bergeser	TI				TI	Bergeser
Mengarahkan ke pengait	P	6,08	6,08	6,08	P	Mengarahkan ke pengait
Melepas pengait	D				D	Melepas pengait
Meletakkan besi	RI	1,58	1,58	1,58	RI	Meletakkan besi
Total Waktu			85,99			Total Waktu