



## LEMBAR PENGESAHAN

### EVALUASI EFEKTIVITAS JALUR PRODUKSI 2 BETON PRA-CETAK MENGUNAKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *OVERALL RESOURCE EFFECTIVENESS (ORE)*

### SKRIPSI

### TEKNIK INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**SHERENIA YUANGGRA GITA**

**NIM. 135060701111041**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada  
tanggal 8 Juni 2017

**Dosen Pembimbing I**

**Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D**  
**NIP. 197411152006041002**

**Dosen Pembimbing II**

**Suluh Erian Swara, ST., MT.**  
**NIP. 2016098708181001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Industri**



**Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D.**  
**NIP. 19730819 199903 1 002**



## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan, dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas didalam naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 8 Juni 2017

Mahasiswa



Sherenia Yuanggra Gita  
NIM. 135060701111041

## PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Salam dan salawat semoga selalu tercurah pada baginda Rasulullah Muhammad SAW. Skripsi ini diajukan sebagai salah syarat untuk menempuh ujian sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Penulis menyadari selama menyelesaikan skripsi ini banyak bantuan yang di terima dari berbagai pihak baik secara langsung ataupun tidak langsung. Untuk itu penulis akan menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu, khususnya:

1. Allah SWT atas segala rahmat, petunjuk, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua tercinta yang selalu memberikan do'a, kasih sayang serta dorongan moril maupun materil yang tak terhingga.
3. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
4. Ibu Agustina Eunike, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Akademik yang mendukung penulis dari awal perkuliahan sampai dengan penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D dan Bapak Suluh Elman Swara, ST., MT selaku Dosen Pembimbing dalam skripsi ini yang telah banyak memberi masukan ilmu, arahan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu dosen pengamat/penguji pada Seminar Proposal, Seminar Hasil, dan Ujian Komprehensif atas saran dan masukannya serta seluruh dosen Teknik Industri yang telah memberikan arahan dan saran dalam menyusun skripsi kepada penulis.
7. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Bapak Ir. Bima A. Selaku Kepala Seksi Produksi pada PT.WIKA Beton yang telah banyak memberikan bimbingan kepada penulis saat melakukan penelitian ini.
9. Kakakku tercinta Whissel dan Erwanda, serta keponakan kecilku Marchellina dan Atzel yang selalu memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi.
10. Teman-teman seperjuangan dari awal masuk kuliah sampai dengan sekarang Adriyana Dewi Mayasari, Baiq Fani Maulina Putri, dan Virly Septiamarta yang selalu menasehati, menertawakan kekurangan, dan memberi motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.



11. Teman-teman sepermainan Riska Rahmandani, Marsha Amalia Putri, Tyas Evita Sari, Mita Puspitasari, Monica Natalia, Siti Astrid, Armelynda Beverly, Renanta Salma, Nadhilah Hidayah, Ega Reyhan, Aris Yanuar, dan Raditya Yogas yang menjadi tempat bercerita dan berkeluh kesah.
12. Teman-teman kelas C saat awal masuk kuliah yang memberikan kenangan yang tidak akan dilupakan saat menjadi maba.
13. Seluruh teman-teman Teknik Industri angkatan 2013 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas motivasi, dukungan, dan partisipasinya dalam memberikan kenangan dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.

Atas segala kekurangan dan ketidaksempurnaan skripsi ini, penulis mengharapkan masukan, kritikan dan saran yang membangun untuk skripsi ini. Demi perbaikan penelitian sejenis untuk masa yang akan datang.

Malang, Juni 2017

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	v
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>RINGKASAN</b> .....	xi
<b>SUMMARY</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Rumusan Masalah .....	5
1.4 Tujuan Penelitian .....	6
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Batasan Masalah .....	6
1.7 Asumsi .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
2.1 Penelitian Terdahulu .....	9
2.2 <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> .....	11
2.2.1 <i>Availability Rate</i> .....	13
2.2.2 <i>Performance Rate</i> .....	13
2.2.3 <i>Quality Rate</i> .....	14
2.3 <i>Overall Resource Effectiveness (ORE)</i> .....	14
2.3.1 <i>Readiness (R)</i> .....	15
2.3.2 <i>Availability of Facility (Af)</i> .....	16
2.3.3 <i>Changeover Efficiency (C)</i> .....	16
2.3.4 <i>Availability of Material (Am)</i> .....	16
2.3.5 <i>Availability of Manpower (Amp)</i> .....	17
2.3.6 <i>Performance Efficiency (P)</i> .....	17
2.3.7 <i>Quality Rate (Q)</i> .....	17
2.4 <i>Stopwatch Time Study (STS)</i> .....	18



2.5	Uji Kecukupan Data .....	18
2.6	Uji Keseragaman Data.....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>21</b>
3.1	Jenis Penelitian .....	21
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.3	Langkah-Langkah Penelitian.....	21
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>25</b>
4.1	Gambaran Umum Objek Penelitian .....	25
4.1.1	Profil Perusahaan .....	25
4.1.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	26
4.1.2.1	Visi .....	26
4.1.2.2	Misi .....	26
4.1.3	Struktur Organisasi .....	27
4.1.4	Proses Produksi.....	27
4.2	Pengumpulan Data .....	30
4.2.1	Data Jam Kerja Produksi .....	30
4.2.2	Data <i>Downtime</i> Mesin.....	31
4.2.3	Data Jumlah Cacat dan Produksi .....	37
4.2.4	Data <i>Cycle Time</i> Mesin.....	39
4.3	Pengolahan Data.....	40
4.3.1	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	40
4.3.2	Perhitungan <i>Overall Resource Effectiveness</i> (ORE).....	44
4.4	Rekomendasi Perbaikan .....	52
4.5	Analisis dan Pembahasan .....	58
4.5.1	Analisis <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	58
4.5.2	Analisis <i>Overall Resource Effectiveness</i> (ORE).....	60
4.5.3	Analisis Pengaruh Faktor Dominan .....	62
4.5.4	Analisis <i>Stopwatch Time Study</i> (STS) .....	63
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>67</b>
5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>71</b>

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2.2	Kategori <i>Losses</i> pada OEE.....	13
Tabel 4.1	Data Jam Kerja Produksi .....	31
Tabel 4.2	Data <i>Downtime</i> Mesin Wire Caging .....	31
Tabel 4.3	Data <i>Downtime</i> Mesin Mixer.....	32
Tabel 4.4	Data <i>Downtime</i> Mesin Cor.....	32
Tabel 4.5	Data <i>Downtime</i> Mesin Stressing .....	33
Tabel 4.6	Data <i>Downtime</i> Mesin Spinning .....	33
Tabel 4.7	Data <i>Downtime</i> Mesin Trolley.....	34
Tabel 4.8	Data <i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 1 .....	34
Tabel 4.9	Data <i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 2 .....	35
Tabel 4.10	Data <i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 3 .....	35
Tabel 4.11	Data <i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 4 .....	36
Tabel 4.12	Data <i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 5 .....	36
Tabel 4.13	Data Jumlah Produk dan Jumlah Cacat Mesin Wire Caging.....	37
Tabel 4.14	Data Jumlah Produk dan Jumlah Cacat Mesin Spinning.....	38
Tabel 4.15	Data Jenis Cacat Produk Akhir .....	38
Tabel 4.16	Data Jumlah Produksi dan Cacat .....	39
Tabel 4.17	Data <i>Cycle Time</i> Mesin.....	40
Tabel 4.18	Peta Kerja Mesin Overhead Crane 1 .....	54
Tabel 4.19	Peta Kerja Mesin Cor.....	55
Tabel 4.20	Perbandingan Perhitungan Waktu Siklus Mesin Overhead Crane 1 ....	56
Tabel 4.21	Perbandingan Perhitungan Waktu Siklus Mesin Cor.....	57





## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 1.1	<i>Downtime</i> Mesin Jalur Produksi 2 .....	2
Gambar 1.2	Produk Cacat Beton Pra-Cetak.....	3
Gambar 2.1	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	12
Gambar 2.2	Model <i>Overall Resource Effectiveness</i> (ORE).....	15
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	24
Gambar 4.1	Struktur Organisasi Perusahaan .....	27
Gambar 4.2	Contoh Produk Beton Pra-Cetal.....	28
Gambar 4.3	Urutan Proses Produksi Beton Pra-Cetak .....	28
Gambar 4.4	Grafik Hasil Perhitungan <i>Availability Rate</i> Setiap Mesin.....	41
Gambar 4.5	Grafik Hasil Perhitungan <i>Performance Rate</i> Setiap Mesin .....	42
Gambar 4.6	Grafik Hasil Perhitungan <i>Quality Rate</i> Setiap Mesin .....	43
Gambar 4.7	Grafik Hasil Perhitungan OEE Setiap Mesin.....	44
Gambar 4.8	Grafik Hasil Perhitungan <i>Readiness</i> Setiap Mesin .....	45
Gambar 4.9	Grafik Hasil Perhitungan <i>Availability of Facility</i> Setiap Mesin .....	46
Gambar 4.10	Grafik Hasil Perhitungan <i>Changeover Efficiency</i> Setiap Mesin.....	47
Gambar 4.11	Grafik Hasil Perhitungan <i>Availability of Material</i> Setiap Mesin.....	48
Gambar 4.12	Grafik Hasil Perhitungan <i>Availability of Manpower</i> Setiap Mesin .	49
Gambar 4.13	Grafik Hasil Perhitungan <i>Performance Efficiency</i> Setiap Mesin.....	50
Gambar 4.14	Grafik Hasil Perhitungan <i>Quality Rate</i> Setiap Mesin .....	51
Gambar 4.15	Grafik Hasil Perhitungan ORE Setiap Mesin.....	52
Gambar 4.16	Perbandingan Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Overhead Crane 1 .....	57
Gambar 4.17	Perbandingan Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Cor .....	58





## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Tabel Perhitungan <i>Availability Rate</i> Setiap Mesin .....	71
Lampiran 2.	Tabel Perhitungan <i>Performance Rate</i> Setiap Mesin .....	74
Lampiran 3.	Tabel Perhitungan <i>Quality Rate</i> Setiap Mesin.....	77
Lampiran 4.	Tabel Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Setiap Mesin.	80
Lampiran 5.	Tabel Perhitungan <i>Readiness</i> Setiap Mesin .....	83
Lampiran 6.	Tabel Perhitungan <i>Availability of Facility</i> Setiap Mesin .....	86
Lampiran 7.	Tabel Perhitungan <i>Changeover Efficiency</i> Setiap Mesin.....	89
Lampiran 8.	Tabel Perhitungan <i>Availability of Material</i> Setiap Mesin.....	92
Lampiran 9.	Tabel Perhitungan <i>Availability of Manpower</i> Setiap Mesin .....	95
Lampiran 10.	Tabel Perhitungan <i>Performance Effectiveness</i> Setiap Mesin.....	98
Lampiran 11.	Tabel Perhitungan <i>Quality Rate</i> Setiap Mesin .....	101
Lampiran 12.	Tabel Perhitungan <i>Overall Resource Effectiveness</i> Setiap Mesin ...	104
Lampiran 13.	Tabel Uji Kecukupan Data Mesin Overhead Crane 1 .....	107
Lampiran 14.	Tabel Uji Kecukupan Data Mesin Cor.....	108
Lampiran 15.	Tabel Uji Keseragaman Data Mesin Overhead Crane 1 .....	109
Lampiran 16.	Tabel Uji Keseragaman Data Mesin Cor .....	110
Lampiran 17.	Tabel Hasil Uji Kenormalan Data Mesin Overhead Crane 1.....	111
Lampiran 18.	Tabel Hasil Uji Kenormalan Data Mesin Cor.....	112
Lampiran 19.	Tabel Perbandingan ORE Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Overhead Crane 1 .....	113
Lampiran 20.	Tabel Perbandingan ORE Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Cor.....	114



## RINGKASAN

**Sherenia Yuanggra Gita**, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 2017, Evaluasi Efektivitas Jalur Produksi 2 Beton Pra-Cetak Menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE), Dosen Pembimbing: Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D dan Suluh Elman Swara, ST., MT.

PT. Wijaya Karya Beton merupakan perusahaan industri yang menjadi produsen dan pemimpin pasar utama produk pra-cetak di Indonesia dan Asia Tenggara. Beton pra-cetak yang dihasilkan memiliki berbagai macam bentuk tipe, seperti tiang listrik, tiang pancang, bantalan jalan rel, balok jembatan, bangunan air, komponen bangunan gedung, dinding penahan tanah, pondasi, dan produk beton lainnya yang berguna dalam pembangunan gedung dan jembatan. PT. Wijaya Karya Beton memiliki beberapa jalur produksi untuk masing-masing jenis produk, seperti jalur produksi 1, 2, 5, dan 6 dikhususkan untuk memproduksi beton pra-cetak yang berbentuk silinder, serta jalur produksi 3 dan 4 dikhususkan untuk memproduksi beton pra-cetak yang berbentuk kubus. Penelitian ini dilakukan pada jalur produksi 2 karena memiliki *downtime* mesin yang tinggi dan *defect* yang berada diatas 1% (ketentuan dari perusahaan).

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada jalur produksi 2, maka penelitian yang dilakukan adalah mengenai pengukuran efektivitas yang dapat digunakan untuk mengetahui apakah perusahaan selama ini menjalankan sistem produksi secara efektif. Metode yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2. Perhitungan dilakukan pada seluruh mesin yang ada di jalur produksi 2, yaitu mesin Wire Caging, Mixer, Cor, Stressing, Spinning, Trolley, dan 5 mesin Overhead Crane. Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata nilai OEE pada keseluruhan mesin tersebut adalah 36.82% dianggap masih memiliki efektivitas yang rendah karena masih berada dibawah standar JIPM 40% dan rata-rata nilai ORE yang dihasilkan juga sebesar 36.82%. Faktor yang menyebabkan nilai ORE rendah karena nilai *performance efficiency* yang rendah sehingga berpengaruh secara signifikan terhadap nilai ORE yang dihasilkan. *Performance efficiency* yang rendah disebabkan karena waktu siklus mesin dalam memproduksi beton kecil karena tidak mempertimbangkan waktu *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material dari mesin sebelumnya. Sehingga dilakukan perhitungan waktu siklus menggunakan metode *Stopwatch Time Study* (STS) untuk mengetahui waktu siklus karena waktu siklus yang diperoleh dari perusahaan tidak mempertimbangkan faktor *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material dari proses sebelumnya.

Penelitian STS untuk mengetahui waktu siklus dilakukan pada mesin Overhead Crane dan Cor karena kedua mesin tersebut memiliki nilai ORE yang rendah. Setelah dilakukan penelitian menggunakan STS, didapatkan waktu siklus baru sebesar 11.66 untuk mesin Overhead Crane 1, sedangkan waktu siklus baru untuk mesin Cor sebesar 11.22 menit. Lalu dilakukan perhitungan ulang menggunakan ORE dan menghasilkan peningkatan terhadap nilai ORE, sebesar 39.66% yang sebelumnya sebesar 23.85% untuk mesin Overhead Crane dan 60.82% yang sebelumnya sebesar 35.78% untuk mesin Cor. Waktu siklus yang diperoleh melalui STS dapat menjadi pertimbangan dalam menghitung efektivitas mesin selanjutnya.

**Kata Kunci:** Beton, Pengukuran Efektivitas, OEE, ORE, STS



## SUMMARY

**Sherenia Yuanggra Gita**, Industrial Engineering Department, Engineering Faculty, Universitas Brawijaya, 2017, *Efectivity Evaluation of Production Line 2 Pre-Mold Concrete Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Overall Resource Effectiveness (ORE)*, Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D and Suluh Elman Swara, ST., MT.

PT Wijaya Karya Beton is an industrial company which became the main manufacturer and market leader of pre-mold products in Indonesia and South East Asia. The pre-mold concrete have many types of shape, such as electricity beam, stake, rail road bearing, bridge, water building, building component, soil-holder wall, foundation, and other types of concrete used in buildings and bridges. PT. Wijaya Karya Beton have a few production lines for each Products, such as production line 1, 2, 5, and 6 specified for the production of pre-mold cylinder concrete, as well as production line 3 and 4 specified for production of pre-mold cubic concrete. This research is done on line production 2 because it has a high machine downtime and defect more than 1% (terms by the company).

Based on the problems in line 2, the research will measure the effectivity of line 2 and find out whether the production system in line 2 runs effectively. The methods used in this research are *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* and *Overall Resource Effectiveness (ORE)*. Line production 2 have many types of machine, such as Wire Caging machine, Mixer, Cor, Stressing, Spinning, Trolley, and five Overhead Crane machine. Based on the observation, the average rate of OEE on all those machines is 36,82%, which is considered to still have a low effectivity because it is still under the 40% JIPM standard and the average rate of ORE is also 36,82%. The factors which made the average rate of ORE low is because of the low performance efficiency rate which significantly affects the rate of ORE. The low rate of performance efficiency is caused by the low machine's cycle time to produce concrete because it does not consider the loading time, unloading time and material's waiting time from the previous machine. With those results, calculation for the cycle time is done by using *Stopwatch Time Study (STS)* method because the cycle time obtained from the company does not consider loading, unloading and material's waiting time from the previous machine factors.

In this research we can conclude that Overhead Crane and Cor machines have a low rate, so a new cycle time is acquired by using STS, which are 11.66 minute for the Overhead Crane 1 machine and 11.22 minute for the Cor machine. Afterwards, a recalculation on ORE is done and results on an increase in the ORE rate. The previous rate for Overhead Crane machine is 23.85% and after the recalculation, the ORE rate is 39.66%. Meanwhile the previous rate for Cor machine is 35.75% and the new rate is 60.82%. The cycle time acquired using STS could be used for consideration on counting the next machine effectivity.

**Keywords:** Concrete, Effectivity Calculation, OEE, ORE, STS



# BAB I

## PENDAHULUAN

Dalam melakukan penelitian, diperlukan hal dasar yang menjadi alasan mengapa penelitian dilakukan. Pada bab penelitian akan dibahas mengenai latar belakang permasalahan mengenai penelitian, beberapa batasan masalah dalam penelitian, asumsi yang digunakan, tujuan dan manfaat pelaksanaan penelitian.

### 1.1 Latar Belakang

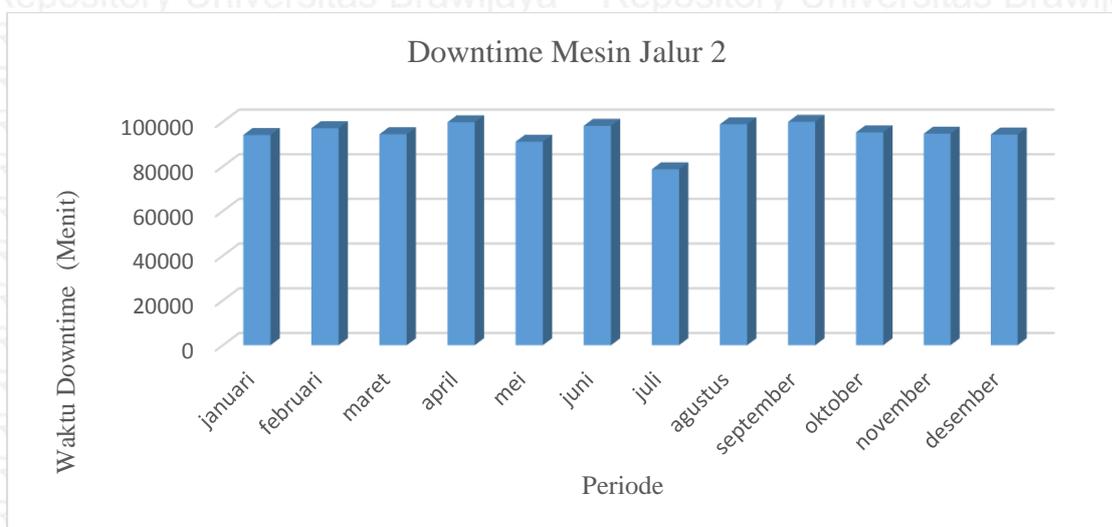
Dunia industri di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya dan menuntut perusahaan untuk memiliki kemampuan bersaing sehingga mampu bertahan dalam menghadapi persaingan. Dalam menghadapi persaingan yang ada, perusahaan industri harus mampu menghasilkan produk yang memiliki kualitas unggul dibandingkan dengan perusahaan kompetitor lain sehingga perlu memperhatikan beberapa faktor untuk menghasilkan kualitas produk yang baik, seperti proses produksi, mutu produk, dan sumber daya yang ada pada perusahaan. Untuk memenuhi hal tersebut, perusahaan perlu memerhatikan bahwa tidak terdapat gangguan produksi yang disebabkan oleh kerusakan, pemberhentian, dan kegagalan mesin serta berusaha seminimal mungkin menghasilkan produk cacat sehingga mampu menjaga kestabilan produksi perusahaan.

PT. Wijaya Karya Beton adalah perusahaan yang memproduksi beton yang menjadi produsen dan pemimpin pasar utama produk beton pra-cetak di Indonesia dan Asia Tenggara. Beton pra-cetak yang dihasilkan memiliki berbagai macam bentuk dan tipe, antara lain tiang listrik, tiang pancang, bantalan jalan rel, balok jembatan, bangunan air, komponen bangunan gedung, dinding penahan tanah, pondasi, dan produk beton lainnya yang berguna dalam pembangunan gedung dan jembatan. Dalam PT. Wijaya Karya Beton memiliki beberapa jalur produksi untung masing-masing jenis produk, seperti jalur produksi 1, 2, 5, dan 6 dikhususkan untuk memproduksi beton pra-cetak yang berbentuk silinder, sedangkan jalur produksi 3 dan 4 dikhususkan untuk memproduksi beton pra-cetak yang berbentuk kubus.

Proses produksi beton pra-cetak memiliki urutan, yaitu membersihkan cetakan, pelumasan cetakan, pembuatan rakitan, memasukan rakitan ke dalam cetakan, pengecoran, penutupan cetakan, *stressing*, *spinning*, *curing*, dan terakhir meletakkan beton pra-cetak ke

tempat penyimpanan. Terdapat beberapa mesin yang digunakan dalam pembuatan beton pra-cetak, yaitu mesin Mixer yang digunakan untuk mengaduk bahan campuran pembuatan beton, mesin Wire Caging yang digunakan untuk pembuatan baja rakitan, mesin Cor yang digunakan untuk memasukkan bahan aduk beton ke dalam cetakan, mesin Stressing yang digunakan untuk memberikan tekanan pada *wire* yang berada di dalam beton, dan mesin Spinning yang digunakan untuk proses pemadatan beton sebelum beton dilanjutkan pada proses *Curing* yang merupakan peletakkan beton ke dalam bak dan didiamkan selama 6-7 jam agar beton mengering. Setelah beton jadi, selanjutnya dilakukan pembukaan cetakan dan beton diletakkan di *Stockyard* untuk dijemur di bawah sinar matahari. Perpindahan beton pra-cetak dari satu *station* ke *station* berikutnya menggunakan alat bantu berupa Overhead Crane yang memiliki 6 mesin pada jalur produksi ini, sedangkan perpindahan cetakan menggunakan alat bantu berupa Trolley.

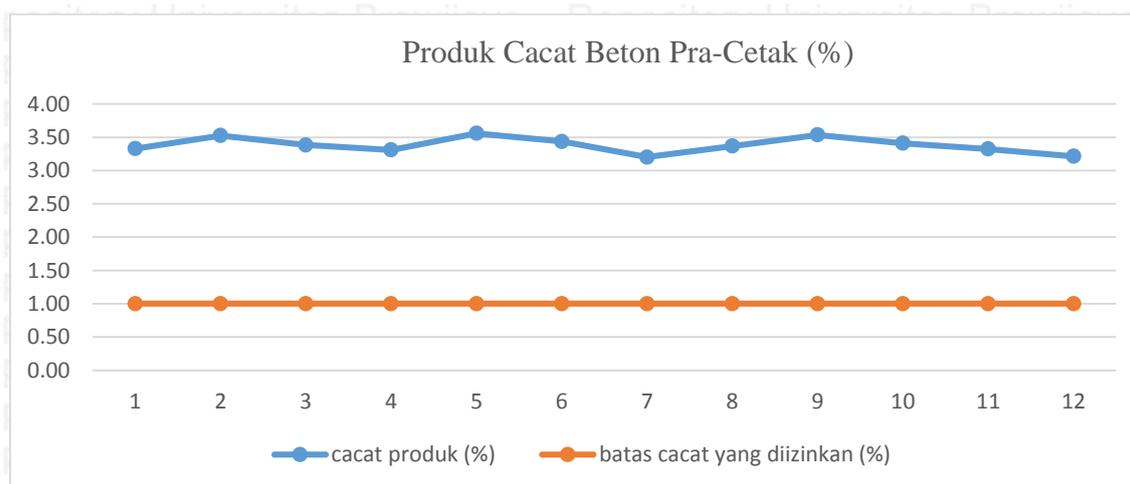
Proses produksi beton pra-cetak di jalur 2 merupakan jalur produksi yang paling sering digunakan karena produk yang dihasilkan juga memiliki permintaan terbanyak dibandingkan dengan jalur produksi lainnya. Hal ini menyebabkan produksi pada jalur 2 sangat padat dan sering mengalami permasalahan terkait dengan jumlah produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan rencana awal sehingga proses produksi pada jalur 2 kurang produktif dan optimal. Setelah dilakukan pengamatan terhadap proses produksi di jalur 2, terdapat permasalahan yang diketahui yaitu sering terjadinya *downtime* mesin pada saat proses produksi sehingga mangurangi waktu produksi dan menurunkan performansi mesin produksi. Pada gambar 1.1 di bawah ini merupakan data waktu *downtime* mesin yang terjadi pada jalur produksi 2 pada periode bulan Januari sampai dengan Desember 2016.



Gambar 1.1 Downtime Mesin Jalur Produksi 2  
Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Dalam melakukan proses produksi, saat ini perusahaan menerapkan sistem *preventive maintenance*, namun seringkali proses produksi masih terhambat akibat kerusakan mesin yang terjadi. Mesin dikatakan baik apabila dapat berfungsi dengan efektif dan efisien dalam melakukan proses produksi. Kegagalan mesin menyebabkan *downtime* masih sering terjadi dan berkurangnya kecepatan produksi, serta menyebabkan kegiatan produksi terhambat sehingga berpengaruh terhadap efektivitas proses produksi. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu menerapkan peningkatan kinerja mesin agar mesin dapat berproduksi secara efektif dan efisien karena perusahaan belum melakukan pengukuran mengenai efektivitas di rantai produksi.

Berdasarkan hasil obeservasi yang telah dilakukan, PT. Wijaya Karya Beton memiliki batas toleransi cacat yang dihasilkan dalam memproduksi beton pra-cetak. Batas toleransi berfungsi untuk menciptakan pengawasan terhadap mutu beton yang dihasilkan sebagai jaminan kepada konsumen bahwa beton pra-cetak yang dihasilkan memiliki mutu dan kualitas yang baik. Batas toleransi cacat yang diterapkan pada PT. Wijaya Karya Beton adalah sebesar 1% dari total produksi beton pra-cetak secara keseluruhan, dimana dengan adanya batas toleransi cacat ini perusahaan mampu memproduksi beton secara optimal sehingga akan berpengaruh terhadap efektivitas proses produksi di jalur produksi 2. Namun dalam penerapannya, masih terdapat banyak cacat yang dihasilkan dalam proses produksi beton pra-cetak. Gambar 1.2 di bawah ini merupakan data cacat yang dihasilkan pada jalur produksi 2 dalam memproduksi beton pra-cetak.



Gambar 1.2 Produk Cacat Beton Pra-Cetak

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Dari gambar 1.2 tersebut dapat diketahui bahwa produk cacat dalam memproduksi beton pra-cetak di jalur produksi 2 masih berada di atas 1% dengan rata-rata cacat 3.38% dalam produksi tahun 2016. Produk cacat yang dihasilkan pada saat proses produksi tidak dapat dilakukan *rework* karena cacat produk baru dapat diketahui saat menjadi produk akhir. Cacat

yang terdapat dalam beton pra-cetak seperti beton mengalami lengket kulit, memiliki flek, keropos, plat sambung miring, dan lain-lain sehingga berdampak pada pengurangan beton yang diproduksi dan mengakibatkan kerugian yang dialami perusahaan.

Sesuai dengan permasalahan yang terjadi, solusi yang tepat untuk diterapkan guna meningkatkan performansi sistem produksi adalah dengan mengukur efektivitas proses produksi pada jalur produksi 2. Konsep *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berguna untuk menilai efektivitas dari mesin produksi. Menurut Nakajima (1988), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan pengukuran yang efektif untuk menganalisis efektivitas dari peralatan dalam sistem manufaktur. OEE juga merupakan total pengukuran terhadap *performance* yang memiliki hubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas yang dihasilkan. Pengukuran OEE yang dilakukan dapat menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan sumber daya yang dimiliki, yaitu peralatan, pekerja, dan kemampuan untuk memuaskan konsumen dengan menghasilkan produk yang memiliki kualitas yang baik. OEE diformulasikan dalam parameter pengukuran *availability*, *performance rate*, dan *quality rate*.

Namun, menurut Scott dan Pisa (1998), OEE merupakan hal yang penting dalam mengukur produktivitas, tetapi OEE tidak cukup digunakan untuk mengukur performansi produk pada pabrik. Diperlukan adanya pendekatan yang mampu mengukur performansi dan produktivitas pabrik. Sehingga istilah *Overall Equipment Effectiveness* dimodifikasi sebagai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang merupakan metode baru yang membahas kerugian yang terkait dengan sumber daya, yaitu manusia, mesin, material, dan metode secara individual. Menurut Eswaramurthi dan Mohanram (2013), faktor yang perlu diketahui untuk menghitung ORE adalah *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of man power*, *performance efficiency*, dan *quality rate*. ORE membantu dalam pengambilan keputusan untuk analisis lebih lanjut dan akan terus meningkatkan kinerja sumber daya yang digunakan untuk mengidentifikasi efektivitas sistem manufaktur karena perusahaan dapat memperoleh pengetahuan yang lebih rinci mengenai efektivitas produksi berdasarkan 7 faktor yang terdapat dalam ORE. Dengan dilakukan penelitian menggunakan ORE, PT. Wijaya Karya dapat mengetahui tingkat efektivitas pada setiap mesin yang terdapat pada jalur produksi 2.

Pengukuran efektivitas yang dilakukan pada jalur dan fasilitas produksi menggunakan OEE dan ORE mampu menjadi hal yang penting dalam perusahaan karena dapat digunakan sebagai acuan untuk mengukur rencana performansi mesin produksi. Untuk mengukur performansi mesin, diperlukan pengukuran waktu siklus dengan mempertimbangkan waktu

*loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material dari proses sebelumnya. Waktu siklus berguna untuk mengetahui waktu penyelesaian beton pra-cetak yang diproduksi oleh setiap mesin sehingga perusahaan mampu menetapkan jumlah beton pra-cetak yang akan diproduksi. Perhitungan waktu siklus yang tidak tepat pada proses produksi mampu mempengaruhi nilai efektivitas dan jumlah beton yang dihasilkan karena selama ini perusahaan tidak mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, terdapat ketidaksesuaian waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan karena perusahaan mengukur waktu siklus hanya ketika mesin dalam keadaan beroperasi, tanpa memperhitungkan waktu *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material dari proses sebelumnya sehingga menyebabkan nilai efektivitas pada jalur produksi 2 rendah. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan waktu siklus menggunakan *Stopwatch Time Study* (STS) untuk mengetahui waktu siklus dengan mempertimbangkan waktu *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material. Setelah itu, dilakukan perbandingan mengenai nilai efektivitas antara waktu siklus yang ditetapkan perusahaan dan waktu siklus melalui penelitian menggunakan STS.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan, dapat diidentifikasi permasalahan-permasalahan yang dihadapi oleh PT. Wijaya Karya Beton, yaitu sebagai berikut:

1. Pengukuran efektivitas pada jalur produksi 2 penting untuk dilakukan karena dapat menentukan keberhasilan perusahaan dalam melakukan aktivitas proses produksi.
2. *Downtime* mesin dan *defect* yang dihasilkan merupakan salah satu bentuk kerugian efektivitas pada jalur produksi 2.
3. Waktu siklus yang ditetapkan perusahaan tidak mempertimbangkan waktu *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material pada proses sebelumnya sehingga berpengaruh terhadap nilai efektivitas.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah disebutkan, dapat ditarik beberapa rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Berapakah nilai hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE)?
2. Faktor apa yang memiliki pengaruh dominan terhadap nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang dihasilkan?



6

3. Bagaimana pengaruh *downtime* mesin dan *defect* terhadap nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE)?
4. Bagaimana usulan perbaikan yang direkomendasikan berdasarkan faktor yang mempengaruhi nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE)?

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mengukur dan menganalisis nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) pada produk beton pra-cetak PT. Wijaya Karya Beton.
2. Mengidentifikasi faktor apa yang memiliki pengaruh dominan terhadap nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang dihasilkan.
3. Mengetahui seberapa besar pengaruh *downtime* mesin dan *defect* terhadap nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE).
4. Memberikan saran usulan perbaikan yang direkomendasikan berdasarkan faktor yang mempengaruhi nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE).

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Dapat mengetahui dan menganalisis hasil pengukuran efektivitas proses produksi jalur 2 beton pra-cetak.
2. Dapat mengidentifikasi faktor apa yang memiliki pengaruh dominan terhadap pengukuran *Overall Resource Effectiveness* (ORE).
3. Dapat mengetahui seberapa besar pengaruh *downtime* mesin dan *defect* terhadap nilai *Overall Resource Effectiveness* (ORE).
4. Memberikan pertimbangan mengenai perbaikan yang akan dilakukan untuk meningkatkan efektivitas proses produksi beton pra-cetak.

#### 1.6 Batasan Masalah

Untuk mencapai hasil yang dapat membuat penelitian ini fokus, maka batasan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada proses produksi beton pra-cetak di jalur produksi 2 PT. Wijaya Karya Beton Pasuruan.

2. Data historis yang digunakan pada penelitian ini adalah data pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember 2016.
3. Tidak membahas mengenai biaya produksi.

### 1.7 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Mesin dan teknologi yang digunakan tidak berubah.
2. Proses produksi berjalan normal selama dilakukan penelitian.
3. Waktu *downtime* mesin tidak dipengaruhi oleh waktu *downtime* dari mesin pada proses sebelumnya.





## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melakukan penelitian, diperlukan landasan teori yang memiliki hubungan yang sesuai dengan pokok permasalahan. Teori ini digunakan sebagai landasan atau kerangka berpikir dalam penentuan langkah-langkah pemecahan masalah.

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan terkait dengan pengukuran efektivitas produksi dengan menggunakan beberapa pendekatan yang digunakan sebagai referensi, yaitu sebagai berikut.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Eswaramurthi dan Mohanram (2013) difokuskan pada perbandingan perhitungan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE), serta perbandingan faktor-faktornya. OEE dan ORE berguna untuk memonitori dan pemahaman yang lebih baik dalam berbagai kerugian yang dapat digunakan untuk perbaikan. Perbedaan antara OEE dan ORE adalah OEE tidak menyediakan waktu kerugian pada produksi dengan metrik untuk perbaikan, sedangkan *readiness* dalam ORE menghitung waktu kerugian dalam produksi. Selain itu, OEE hanya berfokus pada perhitungan tiap mesin, sedangkan ORE mempertimbangkan keseluruhan fasilitas, seperti mesin, peralatan, serta *Jigs and Fixtures*. Setelah dilakukan perhitungan perbandingan antara OEE dan Ore, dapat diketahui bahwa ORE lebih baik untuk melakukan perbaikan dalam efektivitas sumber daya dan meningkatkan performansi dari keseluruhan sumber daya dengan cara mengidentifikasi permasalahan sesuai faktor yang terdapat pada ORE.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Syaifudin (2015) difokuskan untuk mengetahui efektivitas sistem produksi serta cara meningkatkannya dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Throughput Effectiveness* (OTE) untuk mengetahui skor produksi, serta metode penjadwalan perbaikan mesin secara preventif (*Preventive Maintenance*) agar dapat meningkatkan efektivitasnya. Dari hasil perhitungan, diperoleh nilai OTE dan OEE yang menunjukkan bahwa memiliki skor produksi yang rendah tetapi dapat dengan mudah diperbaiki dengan mengetahui penyebab *downtime*. Komponen kritis yang dilakukan perbaikan preventifnya adalah

*fins* dan *blade* berdasarkan interval waktu penggantian komponen kritis agar terjadi peningkatan efektivitas mesin.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Winiartika (2015) difokuskan untuk mengetahui kinerja peralatan produksi dan mencari kendala utamanya dengan menggunakan metode Theory of Constrain (TOC) dengan mempertimbangkan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Overall Throughput Effectiveness* (OTE), dan *Overall Line Effectiveness* (OLE) untuk mengetahui presentase efektivitas lini, mesin, dan sistem produksi yang selanjutnya diidentifikasi fakto-faktor penyebab terjadinya *losses*. Setelah dilakukan perhitungan, rekomendasi perbaikan yang diusulkan didasarkan pada metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dengan cara operator diharuskan untuk melakukan pembersihan dan pelumasan mesin secara rutin, memberikan training kepada operator baru yang belum memahami SOP, dan pembuatan *form checklist* pemeriksaan kondisi mesin, *bearing*, serta *level roll*.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Garza-Reyes (2015) difokuskan pada perbandingan perhitungan menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) pada perusahaan yang berada di Stockport, UK. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan OEE dan ORE, diketahui bahwa OEE kurang *sensitive* terhadap variasi material dan harga proses produksi sehingga tidak dapat digunakan untuk pengukuran performansi dari proses produksi. Sedangkan ORE lebih mempertimbangkan variasi dari harga proses produksi, variasi harga material, dan efisiensi material yang dapat digunakan untuk perhitungan keseluruhan efektivitas yang terjadi dalam proses produksi, dimana lebih lengkap dan dapat dicapai dibandingkan dengan perhitungan tradisional OEE.

Beberapa penelitian yang telah dijelaskan tersebut dapat digunakan sebagai acuan dan bahan pembeda penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Adapun perbedaan antara penelitian yang telah dijelaskan tersebut disajikan pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1  
Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Peneliti dan Judul	Metode	Hasil Penelitian
Eswaramurthi dan Mohanram (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OEE</li> <li>• ORE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan nilai OEE dan ORE</li> <li>• Perbandingan perhitungan menggunakan OEE dan ORE</li> </ul>
Garza-Reyes (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OEE</li> <li>• ORE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan nilai OEE dan ORE</li> <li>• Perbandingan perhitungan menggunakan OEE dan ORE</li> </ul>

Tabel 2.1  
Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

Peneliti dan Judul	Metode	Hasil Penelitian
Winiartika (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OEE</li> <li>• OTE</li> <li>• OLE</li> <li>• TPM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan nilai OEE, OTE, dan OLE</li> <li>• Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya <i>losses</i></li> <li>• Perbaikan berdasarkan metode <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)</li> </ul>
Syaifudin (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OEE</li> <li>• OTE</li> <li>• Preventive maintenance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan nilai OEE dan OTE</li> <li>• Komponen mesin kritis yang sering mengalami kerusakan untuk dilakukan penjadwalan pemeliharaan preventif</li> <li>• Jadwal perbaikan mesin dan komponennya.</li> </ul>
Penelitian ini	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OEE</li> <li>• ORE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan nilai OEE dan ORE</li> <li>• Mengidentifikasi faktor-faktor pada ORE.</li> <li>• Usulan perbaikan berdasarkan faktor ORE</li> </ul>

Dari tabel tersebut, dapat diketahui perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian ini fokus mengenai perhitungan nilai OEE dan ORE yang digunakan untuk mengukur produktivitas dan performansi pada rantai jalur produksi 2 PT. Wijaya Karya Beton. Perhitungan ORE membantu dalam pengambilan keputusan untuk analisis yang lebih lanjut dan akan terus meningkatkan kinerja sumber daya yang digunakan untuk mengidentifikasi efektivitas produksi pada jalur produksi 2. Selain itu, dilakukan usulan perbaikan kepada perusahaan berdasarkan faktor-faktor yang terdapat pada ORE agar terjadi peningkatan efektivitas pada proses produksi tersebut.

## 2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

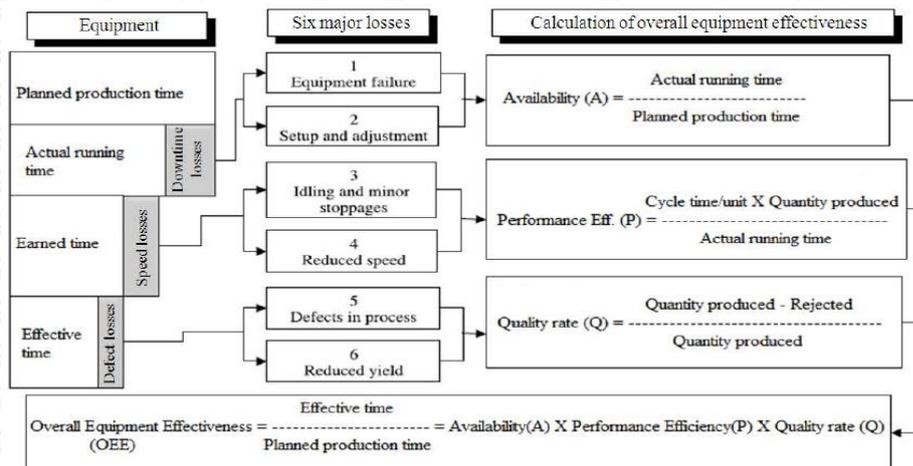
*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur dalam penerapan Total Productive Maintenance (TPM) untuk menjaga peralatan dan mesin pada kondisi ideal dengan menghapuskan *six big losses*. Konsep *Total Productive Maintenance* (TPM) diperkenalkan pertama kali oleh Seiichi Nakajima pada tahun 1980-an dimana menyediakan suatu pengukuran kuantitatif yang merupakan OEE. Menurut Nakajima (1988), TPM memiliki 3 konsep, yaitu secara efektif memaksimalkan penggunaan peralatan, operator secara otomatis melakukan perawatan, dan kelompok aktivitas kecil. Dari 3 konsep tersebut, OEE dapat digunakan untuk menggabungkan operasi, perawatan, dan manajemen dari peralatan manufaktur dan sumber daya. OEE dapat dinyatakan sebagai perbandingan dari output actual mesin dibagi dengan output maksimal mesin saat berada

dalam kondisi terbaik. Menurut Stephen (2004), perhitungan OEE didasarkan pada faktor, yaitu ketersediaan (*availability rate*), kinerja (*performance rate*), dan kualitas (*quality rate*).

$$OEE = \text{availability rate} \times \text{performance rate} \times \text{quality rate} \times 100\% \dots\dots\dots(2-1)$$

Sumber: Stephen (2004:161)

Menurut Eswaramurthi dan Mohanram (2013), berikut gambar 2.1 yang merupakan perhitungan nilai OEE yang dapat dihitung menggunakan persamaan dan grafik yang tertera pada tabel.



Gambar 2.1 Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Standar *benchmark* untuk OEE telah ditetapkan oleh *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) yang telah digunakan secara luas oleh seluruh dunia. Berikut merupakan standar *benchmark* untuk OEE yang telah dikutip dari situs [www.leanproduction.com](http://www.leanproduction.com):

1. Apabila nilai OEE 100%, maka produksi dianggap sempurna, yang berarti perusahaan hanya memproduksi produk tanpa adanya cacat dalam produk, bekerja dalam performance yang cepat, dan tidak terjadi *downtime* pada mesin.
2. Apabila nilai OEE 85%, maka produksi dianggap kelas dunia, yang berarti nilai ini merupakan nilai yang sesuai untuk dijadikan tujuan jangka panjang.
3. Apabila nilai OEE 60%, maka produksi dianggap wajar namun masih terdapat ruang yang luas untuk dilakukan perbaikan perusahaan.
4. Apabila nilai OEE 40%, maka produksi dianggap memiliki nilai yang rendah dimana dapat dengan mudah diperbaiki dan melakukan pengukuran langsung terhadap perusahaan.

Selain standar OEE yang telah ditetapkan oleh JIPM, masing-masing indikator yang terdapat dalam OEE juga memiliki standar yang disebutkan sebagai berikut.

1. *Availability rate* memiliki standar 90% atau lebih.

2. *Performance rate* memiliki standar 95% atau lebih.
3. *Quality rate* memiliki standar 99% atau lebih.

Tabel 2.3 dibawah ini menjelaskan mengenai tiga jenis *losses* dan contoh dari kejadian yang dapat mengurangi produktivitas mesin atau peralatan. *Losses* yang terjadi berkontribusi terhadap rendahnya nilai OEE yang dihasilkan dari mesin.

Tabel 2.2  
Kategori *Losses* pada OEE

<i>OEE Loss Category</i>	<i>OEE Metric</i>	Contoh
<i>Downtime Losses</i>	<i>Availability</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Unplanned maintenance</i></li> <li>• <i>General breakdowns</i></li> <li>• <i>Equipment failures</i></li> <li>• Kekurangan material</li> <li>• Kekurangan operator</li> </ul>
<i>Speed Losses</i>	<i>Performance</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arus produksi berhenti</li> <li>• Usia mesin tua</li> <li>• Pemakaian mesin atau peralatan</li> <li>• Listrik padam</li> </ul>
<i>Quality Losses</i>	<i>Quality</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reject</i></li> <li>• <i>Rework</i></li> <li>• <i>Incorrect assembly</i></li> <li>• Proses pemanasan mesin</li> </ul>

Sumber: *The Complete Guide to Simple OEE EXOR*

### 2.2.1 Availability Rate

*Availability ratio* merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu secara aktual yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Menurut Nakajima (1998), *availability* merupakan rasio perbandingan dari operation time dengan *planned production time*. Perhitungan dari presentase *availability* membutuhkan data *working time*, *planned downtime*, dan *downtime*.

$$Planned\ production\ time = waktu\ kerja + waktu\ lembur..... (2-2)$$

Sumber: Eswaramurhti dan Mohanram (2013)

$$Actual\ running\ time = planned\ production\ time - downtime ..... (2-3)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$Availability\ rate = \frac{actual\ running\ time}{planned\ production\ time} \times 100%..... (2-4)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

### 2.2.2 Performance Rate

*Performance rate* merupakan waktu standar operasional mesin (*standard operating time*) untuk menghasilkan sejumlah produk jadi dibagi dengan waktu *actual* operasional mesin (*actual operating time*). Perhitungan dari *performance rate* membutuhkan data dari *cycle time*, *actual output*, dan *actual operating time*.

$$\text{Performance rate} = \frac{\text{process amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-5)$$

Sumber: Stephen (2004:160)

Dimana:

*Ideal cycle time* : waktu siklus atau waktu standar proses produksi

*Proccss amount* : waktu produk yang diproses

*Operation time* : waktu operasi mesin atau peralatan tanpa adanya kerusakan

### 2.2.3 Quality Rate

*Quality Rate* merupakan perbandingan *finished goods* terhadap jumlah total *output* mesin. Jumlah total *output* mesin merupakan jumlah dari *finished goods* dan *reject product*. Perhitungan *quality rate* membutuhkan data jumlah *finished goods* dan *reject product*.

$$\text{Quality rate} = \frac{\text{production input} - \text{quality defect}}{\text{production input}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-6)$$

Sumber: Rausand (2004:162)

Dimana:

*Input* : banyaknya jumlah produk yang diproses untuk menjadi produk jadi

*Quality defect* : banyaknya produk cacat

### 2.3 Overall Resource Effectiveness (ORE)

*Overall Resource Effectiveness (ORE)* merupakan sistem pengukuran kinerja manufaktur yang telah dikembangkan untuk memberikan evaluasi yang lebih baik dari OEE, baik untuk mesin atau kinerja proses produksi suatu perusahaan. Menurut Garza-Reyes (2015), perbedaan antara ORE dan OEE adalah OEE mengevaluasi keseluruhan kinerja dari mesin atau proses produksi hanya berdasarkan *availability*, *performance*, dan *quality*, namun ORE memiliki 3 elemen baru yang harus dipertimbangkan selain 3 elemen yang telah ada dalam OEE, yaitu *material efficiency*, *process cost*, dan *material cost variations*. Integrasi dari ketiga unsur tradisional OEE membantu untuk memperluas konsep pengukuran dan dapat memantau faktor-faktor lain yang juga memiliki dampak besar pada kinerja mesin dan proses produksinya.

Sedangkan menurut Eswaramurthi dan Mohanram (2013), ORE merupakan metode baru yang dimodifikasi dari OEE yang membahas secara individual kerugian terkait dengan sumber daya (manusia, mesin, material, dan metode). Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam ORE, yaitu *readiness*, *availability of facility*, *availability of man power*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *performance efficiency*, dan *quality rate*.

$$ORE = R \times A_r \times C \times A_m \times A_{mp} \times P \times Q \times 100\% \dots\dots\dots (2-7)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Adanya faktor-faktor baru yang terdapat dalam ORE dapat memungkinkan perusahaan untuk lebih rinci dan pengelompokkan klasifikasi kerugian yang terjadi dalam perusahaan. Klasifikasi kerugian dalam ORE ditunjukkan pada gambar 2.1 di bawah ini.

Total time							
Planned production time						1	
Loading time					2		
Operation time				3			
Running time			4				
Actual Running time		5					
Earned time	6						
Effective time	7	8	9	10	11	12	
Overall Resource Effectiveness	Defect loss	Performance loss	Absence of man power	Material shortages	Set-up and adjl. losses	Facilities break down/ Non-availability	Preparatory work/ planned down time

Gambar 2.2 Model Overall Resource Effectiveness (ORE)

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

### 2.3.1 Readiness (R)

*Readiness* merupakan perhitungan berdasarkan dengan total waktu dimana sistem tidak siap untuk melakukan operasi dikarenakan *planned downtime* yang masih dilakukan persiapan atau *planned activities*. *Readiness* mengindikasikan perbandingan antara *planned production time* dengan *total time*. *Total time* merupakan waktu kerja yang telah ditentukan oleh perusahaan

$$Planned\ production\ time = total\ time - planned\ downtime \dots\dots\dots (2-8)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$Readiness\ (R) = \frac{planned\ production\ time}{total\ time} \times 100\% \dots\dots\dots (2-9)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Aktivitas yang termasuk dalam *planned downtime* adalah sebagai berikut:

1. Persiapan kerja, seperti pembersihan mesin, inspeksi mesin, inspeksi *part* mesin, pelumasan, dan pemeriksaan data produksi.
2. *Training* untuk operator, rapat, dan audit.
3. Pengolahan *sample* yang diperlukan untuk kebutuhan R and D dan proses teknik.

### 2.3.2 Availability of Facility ( $A_f$ )

*Availability of facility* merupakan perhitungan berdasarkan total waktu dimana sistem tidak beroperasi dikarenakan *downtime* dari fasilitas. *Availability of facility* mengindikasikan perbandingan antara *loading time* dengan *planned production time*.

$$\text{Loading time} = \text{planned production time} - \text{facilities downtime} \dots\dots\dots(2-10)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$\text{Availability of facility } (A_f) = \frac{\text{loading time}}{\text{planned production time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-11)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Aktivitas yang termasuk dalam *facilities downtime* adalah sebagai berikut:

1. *Downtime* mesin dan peralatannya.
2. *Non-availability* dari peralatan, *jigs and fixtures*.

### 2.3.3 Changeover Efficiency (C)

*Changeover efficiency* merupakan perhitungan berdasarkan total waktu dimana sistem tidak beroperasi dikarenakan *set-up* dan penyesuaian mesin. *Changeover efficiency* mengindikasikan perbandingan antara *operation time* dengan *loading time*.

$$\text{Operation time} = \text{loading time} - \text{set-up dan penyesuaian} \dots\dots\dots(2-12)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$\text{Changeover efficiency } (C) = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-13)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Aktivitas yang termasuk dalam *set-up* dan penyesuaian mesin adalah sebagai berikut:

1. Waktu penggantian peralatan, *jigs and fixtures*.
2. Penyesuaian kecil setelah dilakukan penggantian.

### 2.3.4 Availability of Material ( $A_m$ )

Dalam skenario manufaktur, terkadang material, komponen, dan *sub-assemblies* tidak tersedia dikarenakan kekurangan bahan dan lainnya. *Availability of material* merupakan perhitungan berdasarkan total waktu dimana sistem tidak beroperasi karena kekurangan material. *Availability of material* merupakan perbandingan antara *running time* dengan *operation time*.

$$\text{Running time} = \text{operation time} - \text{material shortages} \dots\dots\dots(2-14)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$\text{Availability of material } (A_m) = \frac{\text{running time}}{\text{operation time}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-15)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Aktivitas yang termasuk dalam *material shortage* adalah sebagai berikut:

1. *Non-availability* dari *raw materials, parts, dan sub-assemblies*.

2. *Non-availability* dari *work in process* (WIP).

### 2.3.5 Availability of Manpower ( $A_{mp}$ )

Dalam sistem manufaktur, terkadang operator tidak ada dalam stasiun kerja dikarenakan absen atau berdiskusi dengan pihak lain. *Availability of manpower* merupakan perhitungan berdasarkan total waktu dimana sistem tidak beroperasi karena tidak adanya operator. *Availability of manpower* merupakan perbandingan antara *actual running time* dengan *running time*.

$$\text{Actual running time} = \text{running time} - \text{waktu operator absen} \dots \dots \dots (2-16)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$\text{Availability of manpower } (A_{mp}) = \frac{\text{actual running time}}{\text{running time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-17)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

Aktivitas yang termasuk dalam ketidakhadiran *manpower* adalah sebagai berikut:

1. Meninggalkan stasiun kerja dan tidak hadir.
2. Berdiskusi dengan supervisor atau *team leader*.
3. Kecelakaan kerja.

### 2.3.6 Performance Efficiency (P)

*Performance efficiency* merupakan perhitungan total waktu dengan cara bagaimana memanfaatkan operator secara efisien, dimana waktu yang digunakan dalam memproduksi produk terhadap *actual running time*. *Performance efficiency* merupakan perbandingan antara *earned time* dan *actual running time*.

$$\text{Earned time} = \text{cycle time/unit} \times \text{quantity produced} \dots \dots \dots (2-18)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$\text{Performance efficiency } (P) = \frac{\text{earned time}}{\text{actual running time}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-19)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

### 2.3.7 Quality Rate (Q)

*Quality rate* merupakan tingkat kualitas produk yang diproduksi oleh perusahaan, dimana merupakan perbandingan antara *quality of parts accepted* dengan *quality of parts produced*.

$$\text{Quantity of parts accepted} = \text{quantity produced} - \text{quantity rejected} \dots \dots \dots (2-20)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

$$\text{Quality rate } (Q) = \frac{\text{quantity of parts accepted}}{\text{quantity of parts produced}} \times 100\% \dots \dots \dots (2-21)$$

Sumber: Eswaramurthi dan Mohanram (2013)

## 2.4 Stopwatch Time Study (STS)

Metode *Stopwatch Time Study* (STS) pertama kali diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor pada abad 19. Metode ini biasanya digunakan untuk pekerjaan yang berlangsung secara singkat dan berulang-ulang. Menurut Wignjosoebroto (2008:181), terdapat tiga metoda STS yang dapat digunakan untuk mengukur elemen kerja, yaitu sebagai berikut.

### 1. *Continuous Timing*

Pada metode ini, *stopwatch* akan dijalankan terus menerus selama pengamatan. *Stopwatch* akan dihentikan pada saat pengamatan yang dilakukan selesai lalu dilakukan pencatatan waktu. Untuk mendapatkan masing-masing waktu pada setiap prosesnya, maka dilakukan proses pengurangan dari setiap waktu yang dicatat.

### 2. *Repetitive Timing*

Pada metode ini, *stopwatch* dibaca secara simultan dan angka pada *stopwatch* dikembalikan ke angka nol setelah setiap proses selesai sehingga menghasilkan waktu dari setiap prosesnya tanpa perlu melakukan pengurangan waktu.

### 3. *Accumulative Timing*

Pada metode ini melibatkan dua atau lebih *stopwatch*, hal ini dikarenakan metode yang digunakan yaitu ketika *stopwatch* yang pertama berhenti kemudian *stopwatch* yang kedua mulai dijalankan dan ketika *stopwatch* yang kedua berhenti maka *stopwatch* yang ketiga dijalankan. Dengan kata lain, metode ini merupakan penggabungan dari metode *continuous timing* dan *repetitive timing*.

## 2.5 Uji Kecukupan Data

Menurut Wignjosoebroto (2008), uji kecukupan data bertujuan untuk mengetahui apakah data yang telah diambil sudah memenuhi kecukupan data atau belum. Berikut merupakan rumus untuk menghitung uji kecukupan data:

$$N' = \left( \frac{k \sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right)^2 \dots\dots\dots(2-22)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008:184)

Dimana:

- N = jumlah pengamatan yang sudah dilakukan       $x_i$  = data pengamatan  
 k = tingkat kepercayaan dalam pengamatan      s = derajat ketelitian dalam pengamatan  
 N' = jumlah pengamatan yang seharusnya diambil

Apabila  $N < N'$ , maka data tidak cukup atau belum memenuhi kecukupan data

Apabila  $N > N'$ , maka data sudah cukup atau sudah memenuhi kecukupan data

## 2.6 Uji Keseragaman Data

Menurut Wignjosoebroto (2008), uji keseragaman data bertujuan untuk memastikan data yang terkumpul selama dilakukan penelitian berasal dari sistem yang sama dan untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang sangat berbeda dari data lainnya yang disebabkan oleh pengaruh-pengaruh yang tidak diinginkan. Selanjutnya, data yang memiliki karakteristik yang berbeda dibuang dan tidak dimasukkan dalam perhitungan. Terdapat dua batas kontrol dalam perhitungan uji keseragaman data, yaitu:

- a. Batas Kontrol Atas (BKA) atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$BKA = \bar{x} + K\sigma \dots\dots\dots (2-23)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

- b. Batas Kontrol Bawah (BKB) atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$BKA = \bar{x} - K\sigma \dots\dots\dots (2-24)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2008)

Dimana:

$k$  = tingkat kepercayaan dalam pengamatan

$\bar{x}$  = rata-rata data pengamatan

$\sigma$  = standar deviasi data



Halaman ini sengaja dikosongkan



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum melakukan suatu penelitian, terdapat tahap yang harus dilakukan yaitu menetapkan metodologi penelitian untuk menyelesaikan permasalahan yang dibahas. Pada bab metodologi penelitian akan dibahas mengenai jenis penelitian yang dilakukan, waktu dan tempat penelitian, jenis data, tahap pengumpulan data, dan tahap pengolahan data. Dengan adanya metodologi penelitian berguna agar proses penelitian sesuai dengan tujuan penelitian dan mampu terarah dengan baik.

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan termasuk dalam penelitian terapan dimana penelitian yang dilakukan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang terjadi di PT. Wijaya Karya Beton dengan memperhatikan kondisi yang terjadi di lapangan.

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2016 sampai dengan Juli 2017 yang dilaksanakan di PT. Wijaya Karya Beton yang beralamat di Jl. Raya Kejawanan no. 323, Gempol, Pasuruan, Jawa Timur.

### 3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah dilakukannya penelitian akan dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Observasi Awal

Observasi awal yang dilakukan dalam pengumpulan data berguna untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lapangan secara langsung dalam penelitian serta mengetahui informasi yang detail dan spesifik terkait dengan topik penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara dengan pihak perusahaan yang berkaitan dengan proses produksi dan mengamati keadaan proses produksi beton yang dilakukan di PT. Wijaya Karya Beton.

#### 2. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan dan mempelajari teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang terjadi di lapangan. Studi pustaka

dilakukan dengan cara membaca dan mempelajari buku, jurnal, artikel terdahulu, dan skripsi mengenai metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE)

### 3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan upaya untuk melakukan identifikasi permasalahan terhadap objek yang akan diamati pada PT. Wijaya Karya Beton. Berdasarkan survey dan wawancara yang dilakukan oleh peneliti kepada pihak perusahaan, terdapat permasalahan yang sering terjadi, yaitu keterlambatan distribusi beton pra-cetak pada proses produksi jalur 2 yang disebabkan oleh mesin *downtime* dan masih banyak produk cacat yang dihasilkan.

### 4. Rumusan Masalah

Rumusan masalah didapatkan dari hasil identifikasi masalah. Penyusunan rumusan masalah membantu peneliti untuk dapat menyelesaikan masalah yang terdapat di PT. Wijaya Karya Beton dengan menggunakan metode penyelesaian yang sesuai.

### 5. Penentuan Tujuan Penelitian

Penentuan tujuan penelitian merupakan upaya untuk menjaga penelitian dapat berjalan secara sistematis dan tidak menyimpang dari permasalahan yang telah disebutkan. Tujuan penelitian ditetapkan berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun.

### 6. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data dan informasi terkait dengan permasalahan yang terdapat pada objek penelitian dan sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian. Data dan informasi yang dikumpulkan akan menjadi output dalam tahap pengolahan data. Data yang digunakan dan diperlukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

a. Data sekunder, yang merupakan sumber penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara berupa dokumen, arsip, atau *file* catatan perusahaan, meliputi:

- Profil perusahaan.
- Proses produksi beton.
- Informasi mengenai jumlah pesanan yang diterima perusahaan.
- Jadwal produksi beton.

b. Data primer, yang merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari pengamatan objek penelitian, meliputi:

- Data proses produksi.
- Data *downtime* mesin.
- Data produk cacat beton.
- Data *cycle time* mesin.

#### 7. Pengolahan data

Data yang telah dikumpulkan dan akan diolah sesuai dengan metode yang diterapkan dalam penelitian ini. Tahap pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Perhitungan mengenai nilai *Availability Rate*.
- b. Perhitungan mengenai nilai *Performance Rate*.
- c. Perhitungan mengenai nilai *Quality Rate*.
- d. Perhitungan mengenai nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*.
- e. Perhitungan mengenai nilai *Overall Resource Effectiveness (ORE)*.
- f. Membandingkan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dan nilai *Overall Resource Effectiveness (ORE)*.
- g. Memberikan saran usulan perbaikan yang direkomendasikan berdasarkan faktor yang terdapat pada *Overall Resource Effectiveness (ORE)*.

#### 8. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dijelaskan mengenai hasil pengolahan data dan perhitungan yang dilakukan dalam penelitian untuk dianalisis dan diuraikan secara rinci dan detail.

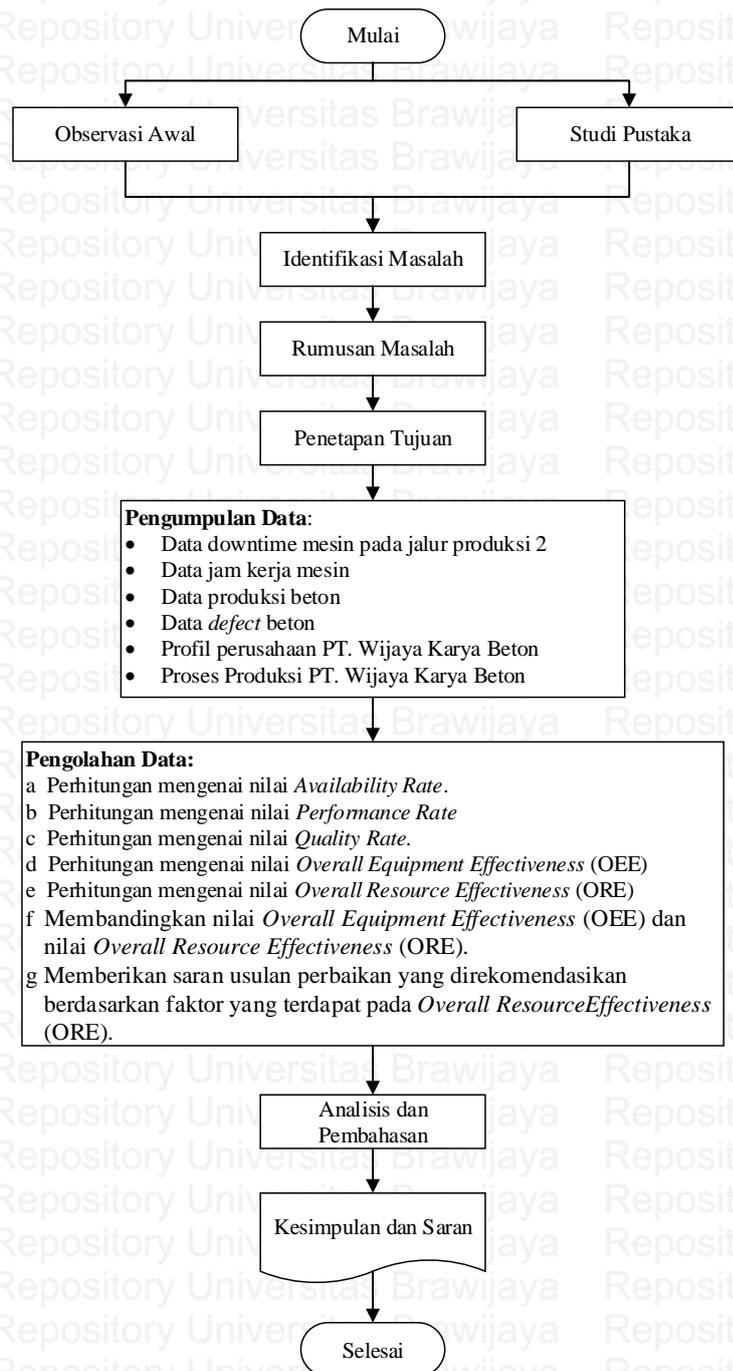
Analisis dan pembahasan diterapkan pada nilai OEE dan ORE karena dapat mengetahui faktor apa yang menjadi permasalahan dalam perusahaan.

#### 9. Kesimpulan dan saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir yang dilakukan dalam penelitian, dimana kesimpulan dari semua proses yang dilakukan dengan menuliskan hasil akhir penelitian berdasarkan dengan tujuan awal penelitian ini dilakukan. Selain itu juga diberikan saran terkait dengan penelitian apa yang harusnya dilakukan sebagai bentuk tindak lanjut dari penelitian yang dilakukan saat ini.

### 3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian menjelaskan tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian yang digambarkan pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam melakukan penelitian, pengumpulan data merupakan prosedur yang standar dan sistematis. Data yang diperoleh berasal dari tempat penelitian yang didapatkan dengan cara pengamatan langsung, wawancara, dan pengambilan data sekunder dimana dilakukan di PT. Wijaya Karya Beton, Pasuruan. Pada bab hasil dan pembahasan akan dijelaskan mengenai gambaran umum perusahaan dan langkah-langkah penyelesaian masalah yang dilakukan untuk mencapai hasil penelitian. Langkah yang dilakukan adalah dengan pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis perhitungan serta rekomendasi perbaikan yang akan diberikan.

### 4.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai gambaran perusahaan yang dijadikan objek penelitian, seperti visi, misi, struktur organisasi, proses produksi beton pra-cetak pada PT. Wijaya Karya Beton, Pasuruan.

#### 4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Wijaya Karya Beton Tbk merupakan salah satu anak perusahaan dari PT. Wijaya Karya (Persero), Tbk (WIKA), yang merupakan bagian dari ekspansi perusahaan yang mengkhususkan diri dalam industri beton pra-cetak. PT. Wijaya Karya mulai berkonsentrasi pada industri pembuatan beton pra-cetak pada tahun 1997 dengan mengembangkan panel beton pra-cetak untuk proyek perumahan bertingkat rendah. Sejak saat itu, PT. Wijaya Karya bertekad untuk terus mengembangkan produknya untuk mengantisipasi rencana pembangunan dan proyek-proyek infrastruktur yang muncul.

PT. Wijaya Karya dibentuk dari proses nasionalisasi perusahaan Belanda bernama Naamloze Vennotschap Maatschappijf Vis en Co, atau NV Vis en Co. Berdasarkan peraturan Pemerintah No. 2 tahun 1960 dan Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik (PUTL) No. 5 tanggal 11 Maret 1960, dengan nama Perusahaan Negara Bangunan Widjaja Karja. Kegiatan usaha PT. Wijaya Karya pada saat itu adalah perkerjaan instalasi listrik dan pipa air. Pada awal desawarsa 1960-an, PT. Wijaya Karya turut berperan dalam proyek pembangunan Gelanggang Olah Raga Bung Karno dalam rangka

penyelenggaraan *Games of the New Emerging Forces* (GANEFO) dan Asian Games ke-4 di Jakarta.

Produk yang diproduksi oleh PT. Wijaya Karya Beton antara lain seperti tiang transmisi dan distribusi kelistrikan dan tiang telepon, tiang pancang; bantalan jalan rel, produk beton untuk jembatan, produk beton untuk dinding penahan tanah, pipa, produk beton untuk bangunan gedung, produk beton untuk bangunan maritime, dan produk-produk beton lainnya.

Selain memproduksi beton, PT. Wijaya Karya juga terus mengembangkan fasilitas produksi dengan menambah pabrik yang terdapat di beberapa lokasi. Saat ini PT. Wijaya Karya Beton memiliki Sembilan pabrik yang berada ditujuh lokasi di seluruh Indonesia, antara lain berada di Sumatera Utara, Lampung, Lampung Selatan, Bogor, Karawang, Majalengka, Boyolali, Pasuruan, Sulawesi Selatan, dan dua pabrik lainnya yang merupakan dari anak perusahaan. Karena terdapat beberapa pabrik yang dimiliki serta berbagai produk serta manajemen yang professional, PT. Wijaya Karya Beton menjadi produsen dan pemimpin pasar utama produk beton pra-cetak di Indonesia. Untuk meyakinkan produsen terkait dengan kualitas beton yang konsisten yang diproduksi, maka PT. Wijaya Karya Beton telah menerapkan “Sistem Manajemen Mutu ISO 9000”.

#### **4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan**

Sebagai perusahaan yang memproduksi beton pra-cetak, PT. Wijaya Karya Beton memiliki visi dan misi perusahaan yang akan dijelaskan sebagai berikut.

##### **4.1.2.1 Visi**

PT. Wijaya Karya Beton memiliki visi dalam menjalankan perusahaannya, yaitu “Menjadikan perusahaan terkemuka di industri pra-cetak produk beton.”

##### **4.1.2.2 Misi**

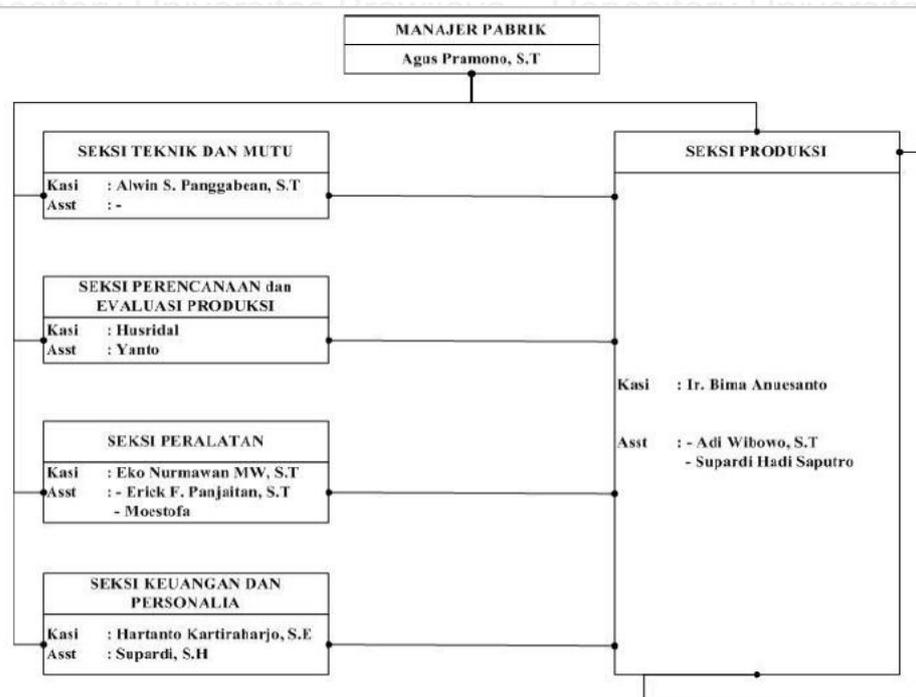
PT. Wijaya Karya Beton memiliki misi sebagai upaya untuk mewujudkan visi perusahaan, yaitu sebagai berikut.

1. Menjadi pemimpin pasar beton pra-cetak di Asia Tenggara.
2. Memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan sesuai dengan mutu, ketepatan waktu dan harga bersaing.

3. Menerapkan sistem manajemen dan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi, konsistensi, mutu, keselamatan, dan kesehatan kerja yang memiliki wawasan lingkungan.
4. Tumbuh dan berkembang bersama mitra kerja secara sehat dan berkesinambungan.
5. Mengembangkan kompetensi dan kesejahteraan pegawai.

#### 4.1.3 Struktur Organisasi

Gambar 4.1 di bawah ini merupakan struktur organisasi yang terdapat di PT. Wijaya Karya Beton Pasuruan, Jawa Timur.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan  
Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

#### 4.1.4 Proses produksi

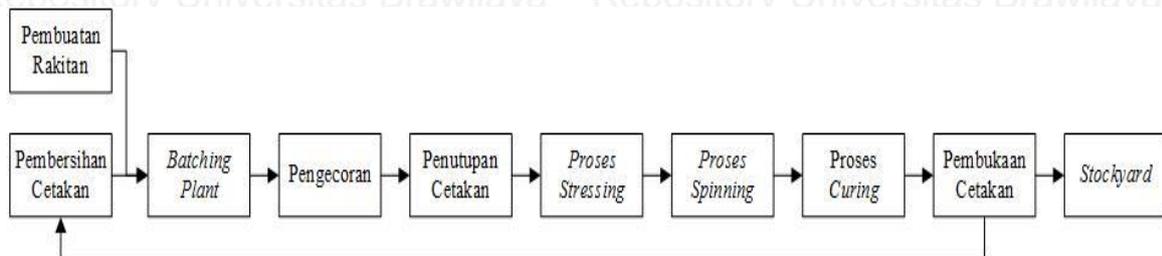
PT. Wijaya Karya Beton memproduksi beton pra-cetak di Indonesia. Beton pra-cetak yang dihasilkan memiliki berbagai macam bentuk dan tipe, antara lain tiang listrik, tiang pancang, bantalan jalan rek, balok jembatan, bangunan air, komponen bangunan gedung, dinding penahan tanah, pondasi, dan produk beton lainnya yang berguna dalam pembangunan gedung dan jembatan. Pada jalur produksi 2, memproduksi beton pra-cetak yang berbentuk sentrifugal seperti tiang listrik atau tiang pancang. Gambar 4.2 di bawah ini merupakan salah satu contoh produk yang dihasilkan oleh PT. Wijaya Karya Beton pada jalur produksi 2.



Gambar 4.2 Contoh Produk Beton Pra-Cetak  
Sumber: PT. Wijaya Karya Beton



Dalam aktivitas produksi beton pra-cetak, PT. Wijaya Karya menggunakan jenis proses produksi yang terus menerus (*continue*). Hal ini dikarenakan kegiatan produksi dari perusahaan berlangsung berdasarkan banyaknya permintaan yang datang setiap harinya. Urutan proses produksi beton pra-cetak dimulai dari pembuatan rakitan sampai dengan produk jadi ditunjukkan pada gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Urutan Proses Produksi Beton Pra-Cetak  
Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Urutan proses produksi pada gambar 4.3 berdasarkan proses produksi yang harus dilaksanakan untuk menghasilkan beton pra-cetak. Berikut merupakan penjelasan mengenai tahapan proses produksi beton pra-cetak.

### 1. Pembersihan Cetakan

Pembersihan cetakan berfungsi untuk menghilangkan kerak-kerak yang menempel pada bagian dalam cetakan yang dihasilkan dari produk sebelumnya. Selain itu dilakukan pula pelumasan pada bagian dalam cetakan agar beton yang dihasilkan tidak menempel pada cetakan. Pembersihan cetakan ini dilakukan oleh 3 operator dimana terdapat 3 jalur pembersihan yang masing-masing operator berada pada tiap jalur pembersihan.

### 2. Pembuatan Rakitan

Pada proses ini dilakukan perakitan tulangan untuk beton pra-cetak yang akan diproduksi. Perakitan tulangan dilakukan dengan mesin *Wire Caging*, dimana terdapat 4 operator dalam pembuatan rakitan ini. Operator bertugas untuk mengarahkan besi dan menyusun rakitan tulangan beton. Bahan baku utama dalam pembuatan rakitan adalah

besi yang berdiameter 6 mm sampai dengan 32 mm tergantung dengan beton jenis apa yang akan diproduksi. Rakitan tulangan yang dihasilkan berbentuk bulat berongga karena beton yang dihasilkan merupakan beton sentrifugal. Rakitan yang telah jadi akan dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dibersihkan oleh 2 operator.

### 3. *Batching Plant*

*Batching plant* berfungsi untuk mencampur atau memproduksi beton *ready mix* dalam skala yang besar. Selain itu juga digunakan agar produksi beton *ready mix* tetap dalam kualitas yang baik, sesuai dengan standar, nilai *slump test* dan *strength* stabil sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu, komposisi material harus terkendali. Bahan baku adonan untuk pembuatan beton seperti semen, air, kerikil dicampur menjadi satu pada proses ini dimana dibantu dengan 3 operator dengan 1 mesin *Mixer*. Adonan yang telah jadi selanjutnya akan dimasukkan ke dalam mesin cor untuk dilakukan proses selanjutnya.

### 4. Pengecoran

Adonan beton yang telah jadi akan dimasukkan ke dalam mesin cor yang selanjutnya adonan tersebut akan dimasukkan kedalam cetakan yang telah berisi rakitan tulangan beton. Mesin cor akan bergerak maju mundur untuk menuangkan adonan ke cetakan yang berada dibawah mesin cor. Terdapat 3 operator pada proses pengecoran yang bertugas untuk memastikan cetakan terisi penuh dengan adonan.

### 5. Penutupan Cetakan

Cetakan yang telah berisi penuh adonan selanjutnya akan ditutup secara manual oleh operator. Operator yang bertugas untuk menutup cetakan adalah operator yang sama dengan operator pengecoran. Selanjutnya cetakan yang telah berisi adonan akan dipindahkan menggunakan Trolley ke proses *stressing*.

### 6. Proses *Stressing*

Proses ini menggunakan mesin *stressing* dimana mesin ini akan melakukan penarikan besi prategang. Penarikan besi prategang dilakukan secara bersamaan dimana beban tarik yang diberikan tergantung dengan tipe produk yang akan dihasilkan. Proses ini berguna untuk memastikan bahwa beton yang dihasilkan dapat menerima tegangan yang kuat. Terdapat 2 orang operator dalam proses *stressing* yang bertugas untuk mengendalikan mesin *Stressing*.

### 7. Proses *Spinning*

Selanjutnya beton akan dilakukan proses *spinning* yang bertujuan untuk membuat beton menjadi padat. Proses ini dilakukan menggunakan mesin *Spinning* yang tiap

melakukan putaran memakan waktu selama 5-10 menit/putaran tergantung dengan tipe produk beton yang akan dihasilkan. Terdapat 2 orang operator yang bertugas untuk mengendalikan mesin, kecepatan putaran, dan lamanya waktu putaran untuk tiap beton.

#### 8. Proses *Curing*

Proses ini merupakan proses terakhir yang dilakukan dalam pembuatan beton dimana beton akan diletakkan pada bak besar dan didiamkan selama 6-7 jam. Proses ini berguna untuk membuat beton menjadi padat dan kering. Beton yang dipindahkan menggunakan Hoist dari proses *spinning* ke proses *curing*. Setelah beton jadi, lalu akan diangkat dan dilakukan pembukaan cetakan.

#### 9. Pembukaan Cetakan

Pembukaan cetakan berguna untuk mengeluarkan produk jadi yang berada di dalam cetakan, kemudian akan diletakkan ke *stockyard* dan cetakan akan digunakan untuk produksi beton selanjutnya. Proses ini dilakukan secara manual oleh operator. Terdapat 6 operator yang bertugas dalam pembukaan cetakan ini dimana 3 operator mengatur hoist dan 3 operator lainnya mengatur posisi beton. Beton pra-cetak yang telah jadi akan dilakukan pengecekan terhadap kualitas beton untuk memastikan tidak adanya cacat pada beton. Beton yang sesuai dengan standar akan dibawa ke *stockyard* dan cetakan beton akan digunakan untuk memproduksi beton selanjutnya.

### 4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk memastikan bahwa tidak ada data yang kurang untuk dilakukan perhitungan dan pengolahan data. Data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian ini adalah data jam kerja produksi, data *downtime* mesin, data jumlah produksi beton pra-cetak, dan data *defect* beton pra-cetak yang berada pada jalur produksi 2.

#### 4.2.1 Data Jam Kerja Produksi

Proses produksi pada PT. Wijaya Karya Beton dilakukan selama 24 jam/hari dengan menerapkan 3 *shift* kerja dimana tiap *shift* selama 8 jam. Berikut pada tabel 4.1 merupakan data jam kerja produksi pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.1  
Data Jam Kerja Produksi

Bulan	Hari Kerja	Waktu Kerja (Menit)	Hari Lembur	Waktu Lembur (Menit)	Jumlah Waktu Kerja (Menit)
Januari	20	28800	2	2880	31680
Februari	20	28800	2	2880	31680
Maret	21	30240	1	1440	31680
April	21	30240	2	2880	33120
Mei	20	28800	2	2880	31680
Juni	22	31680	1	1440	33120
Juli	16	23040	3	4320	27360
Agustus	22	31680	1	1440	33120
September	21	30240	2	2880	33120
Oktober	21	30240	1	1440	31680
November	22	31680	0	0	31680
Desember	21	30240	1	1440	31680

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

#### 4.2.2 Data Downtime Mesin

*Downtime* mesin menyebabkan waktu proses produksi berkurang. Berikut tabel dibawah ini merupakan *downtime* dari tiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

##### a. *Downtime* mesin Wire Caging

Berikut pada tabel 4.2 merupakan *downtime* mesin Wire Caging pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.2  
Data *Downtime* Mesin Wire Caging

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Wire Caging (Menit)				Jumlah <i>Downtime</i>
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	
Januari	2165	2325	1205	3960	9655
Februari	2055	2250	1285	3960	9550
Maret	2005	2345	1230	3960	9540
April	2270	2370	1275	4140	10055
Mei	2010	1350	1335	3960	8655
Juni	2150	1425	1185	4140	8900
Juli	2000	1320	1245	3420	7985
Agustus	2105	2195	1385	4140	9825
September	2145	1400	1140	4140	8825
Oktober	2035	1290	1270	3960	8555
November	2100	1305	1265	3960	8630
Desember	2160	1310	1230	3960	8660
<b>Jumlah</b>					<b>108835</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

b. *Downtime* mesin Mixer

Berikut pada tabel 4.3 merupakan *downtime* mesin Mixer pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.3  
Data *Downtime* Mesin Mixer

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Mixer (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2000	1570	1070	3960	8600
Februari	2105	1605	1080	3960	8750
Maret	2010	1275	1375	3960	8620
April	2070	1925	750	4140	8885
Mei	2155	950	715	3960	7780
Juni	2110	875	825	4140	7950
Juli	2015	925	795	3420	7155
Agustus	2215	1350	1325	4140	9030
September	2165	1445	1275	4140	9025
Oktober	2170	1350	1205	3960	8685
November	2195	1665	1560	3960	9380
Desember	2230	1405	1245	3960	8840
<b>Jumlah</b>					<b>102700</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

c. *Downtime* mesin Cor

Berikut pada tabel 4.4 merupakan *downtime* mesin Cor pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.4  
Data *Downtime* Mesin Cor

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Cor (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2125	910	775	3960	7770
Februari	1995	1205	1275	3960	8435
Maret	2135	1085	950	3960	8130
April	2245	925	727	4140	8037
Mei	2000	990	740	3960	7690
Juni	2195	735	695	4140	7765
Juli	1710	640	565	3420	6335
Agustus	2159	1250	1105	4140	8654
September	2080	1375	1205	4140	8800
Oktober	2005	1240	1155	3960	8360
November	2100	870	685	3960	7615
Desember	2105	930	705	3960	7700
<b>Jumlah</b>					<b>95291</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

d. *Downtime* mesin Stressing

Berikut pada tabel 4.5 merupakan *downtime* mesin Stressing pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.5  
Data *Downtime* Mesin Stressing

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Stressing (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2135	1475	1260	3960	8830
Februari	2105	1880	1550	3960	9495
Maret	2085	1365	1185	3960	8595
April	2245	1495	1150	4140	9030
Mei	2030	1235	1140	3960	8365
Juni	2145	1670	1425	4140	9380
Juli	1975	1120	925	3420	7440
Agustus	2110	1375	1175	4140	8800
September	2240	1700	1595	4140	9675
Oktober	2100	1345	1130	3960	8535
November	2085	1750	1640	3960	9435
Desember	2045	1585	1385	3960	8975
<b>Jumlah</b>					<b>106555</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

e. *Downtime* mesin Spinning

Berikut pada tabel 4.6 merupakan *downtime* mesin Spinning pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.6  
Data *Downtime* Mesin Spinning

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Spinning (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2125	2055	1585	3960	9725
Februari	2175	1985	1610	3960	9730
Maret	2035	1930	1420	3960	9345
April	2225	1775	1520	4140	9660
Mei	2100	1565	1410	3960	9035
Juni	2265	1540	1450	4140	9395
Juli	2005	1530	1360	3420	8315
Agustus	2280	1945	1580	4140	9945
September	2260	2005	1705	4140	10110
Oktober	2105	1720	1630	3960	9415
November	2195	1685	1555	3960	9395
Desember	2055	1945	1870	3960	9830
<b>Jumlah</b>					<b>113900</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

f. *Downtime* mesin Trolley

Berikut pada tabel 4.7 merupakan *downtime* mesin Trolley pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.7  
Data *Downtime* Mesin Trolley

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Trolley (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	1995	755	720	3960	7430
Februari	2035	785	705	3960	7485
Maret	2005	1075	890	3960	7930
April	2145	840	730	4140	7855
Mei	2000	505	490	3960	6955
Juni	2125	1020	925	4140	8210
Juli	1990	455	415	3420	6280
Agustus	2135	790	640	4140	7705
September	2155	510	438	4140	7243
Oktober	1995	795	640	3960	7390
November	2005	775	695	3960	7435
Desember	2015	740	685	3960	7400
<b>Jumlah</b>					<b>89318</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

g. *Downtime* mesin Overhead Crane 1

Berikut pada tabel 4.8 merupakan *downtime* mesin Overhead Crane 1 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.8  
Data *Downtime* Mesin Overhead Crane 1

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 1 (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2010	1345	1215	3960	8530
Februari	1980	1670	1440	3960	9050
Maret	1990	1425	1195	3960	8570
April	2150	1440	1340	4140	9070
Mei	2020	1575	1330	3960	8885
Juni	2185	1230	1085	4140	8640
Juli	1995	695	495	3420	6605
Agustus	2155	1465	855	4140	8615
September	2095	1370	1085	4140	8690
Oktober	2000	1455	1215	3960	8630
November	2005	1325	1155	3960	8445
Desember	1995	1300	1115	3960	8370
<b>Jumlah</b>					<b>102100</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

#### h. *Downtime* mesin Overhead Crane 2

Berikut pada tabel 4.9 merupakan *downtime* mesin Overhead Crane 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.9  
Data *Downtime* Mesin Overhead Crane 2

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 2 (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2100	1250	1040	3960	8350
Februari	2110	1405	1275	3960	8750
Maret	2010	1435	1085	3960	8490
April	2245	1955	920	4140	9260
Mei	2105	1230	900	3960	8195
Juni	2255	1865	1890	4140	10150
Juli	2050	685	520	3420	6675
Agustus	2235	1365	1170	4140	8910
September	2190	1390	1290	4140	9010
Oktober	2095	1370	1170	3960	8595
November	2125	1285	1195	3960	8565
Desember	2115	1425	965	3960	8465
<b>Jumlah</b>					<b>103415</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

#### i. *Downtime* mesin Overhead Crane 3

Berikut pada tabel 4.10 merupakan *downtime* mesin Overhead Crane 3 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.10  
Data *Downtime* Mesin Overhead Crane 3

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 3 (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2035	1205	910	3960	8110
Februari	2020	1300	1205	3960	8485
Maret	2105	1340	1225	3960	8630
April	2270	1585	1485	4140	9480
Mei	2010	1325	1175	3960	8470
Juni	2245	1290	1155	4140	8830
Juli	2000	1005	975	3420	7400
Agustus	2230	1275	1300	4140	8945
September	2195	1430	1285	4140	9050
Oktober	2010	1255	1330	3960	8555
November	2005	1410	1355	3960	8730
Desember	2045	1230	1230	3960	8465
<b>Jumlah</b>					<b>103150</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

j. *Downtime* mesin Overhead Crane 4

Berikut pada tabel 4.11 merupakan *downtime* mesin Overhead Crane 4 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.11  
Data *Downtime* Mesin Overhead Crane 4

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 4 (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2145	1245	1235	3960	8585
Februari	2110	1375	1315	3960	8760
Maret	2100	1260	1180	3960	8500
April	2230	1285	1045	4140	8700
Mei	2105	1205	1145	3960	8415
Juni	2225	1170	1085	4140	8620
Juli	2075	1365	160	3420	7020
Agustus	2200	1845	1715	4140	9900
September	2215	1965	1920	4140	10240
Oktober	2170	1830	1760	3960	9720
November	2095	1395	1275	3960	8725
Desember	2105	1485	1290	3960	8840
<b>Jumlah</b>					<b>106025</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

k. *Downtime* mesin Overhead Crane 5

Berikut pada tabel 4.12 merupakan *downtime* mesin Overhead Crane 5 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.12  
Data *Downtime* Mesin Overhead Crane 5

Bulan	<i>Downtime</i> Mesin Overhead Crane 5 (Menit)				
	Planned <i>Downtime</i>	Mesin Rusak	Setup	Waktu Istirahat	Jumlah <i>Downtime</i>
Januari	2110	1280	1155	3960	8505
Februari	2105	1305	1260	3960	8630
Maret	2095	1095	940	3960	8090
April	2275	1740	1610	4140	9765
Mei	2125	1325	1215	3960	8625
Juni	2275	1995	1950	4140	10360
Juli	2095	1005	970	3420	7490
Agustus	2135	1180	1085	4140	8540
September	2285	1445	1445	4140	9315
Oktober	2125	1455	1300	3960	8840
November	2105	1175	1070	3960	8310
Desember	2120	1390	1260	3960	8730
<b>Jumlah</b>					<b>105200</b>

Sumber: PT. Wijaya Karya Karya Beton

Dari tabel tersebut dapat diketahui *downtime* mesin pada jalur produksi 2. Data *downtime* tersebut merupakan data dimana mesin berhenti atau tidak berproduksi yang meliputi data *planned downtime* atau waktu persiapan yang dilakukan saat pergantian shift,

data waktu mesin rusak dan mesin diperbaiki, dan jam istirahat karyawan dimana pada tiap shift karyawan memiliki jam istirahat selama 1 jam dan pada satu hari memiliki jam kerja 24 jam yang terdiri dari 3 shift.

#### 4.2.3 Data Jumlah Cacat dan Produksi

PT. Wijaya Karya Beton hanya melakukan produksi sesuai dengan jumlah permintaan yang masuk dari konsumen. Dalam proses produksinya terdapat beberapa produk cacat (*defect*) yang dihasilkan yang mampu mempengaruhi jumlah produksi karena produk cacat yang dihasilkan tidak dapat dilakukan *rework* karena sudah tidak sesuai dengan standar kualitas yang telah ditentukan. Produk cacat hanya dihasilkan oleh mesin Wire Caging karena merupakan mesin yang menghasilkan perakitan tulangan yang terbuat dari besi sebagai salah satu komponen dalam pembuatan beton pra-cetak dan saat produk tersebut dikeluarkan dari cetakan atau merupakan produk akhir. Berikut pada tabel 4.13 merupakan jumlah produk yang diproduksi dan jumlah produk cacat yang dihasilkan oleh mesin Wire Caging pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.13  
Data Jumlah Produk dan Jumlah Cacat Mesin Wire Caging

Wire Caging			
Periode	Hasil Produksi (Batang)	Cacat (Batang)	Hasil untuk proses selanjutnya (Batang)
Januari	1923	34	1889
Februari	1929	33	1896
Maret	2069	30	2039
April	2055	31	2024
Mei	1995	35	1960
Juni	2037	32	2005
Juli	1780	29	1751
Agustus	2168	36	2132
September	2037	34	2003
Oktober	2024	34	1990
November	1986	31	1955
Desember	1867	28	1839

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Berikut pada tabel 4.14 merupakan jumlah produk yang diproduksi dan jumlah produk cacat yang dihasilkan oleh mesin Spinning pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.14  
Data Jumlah Produk dan Jumlah Cacat Mesin Spinning

<b>Spinning</b>			
<b>Periode</b>	<b>Hasil Produksi (Batang)</b>	<b>Cacat (Batang)</b>	<b>Stockyard (Batang)</b>
Januari	1889	30	1859
Februari	1896	35	1861
Maret	2039	40	1999
April	2024	37	1987
Mei	1960	36	1924
Juni	2005	38	1967
Juli	1751	28	1723
Agustus	2132	37	2095
September	2003	38	1965
Oktober	1990	35	1955
November	1955	35	1920
Desember	1839	32	1807

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Cacat beton pra-cetak yang telah menjadi produk akhir memiliki berbagai macam bentuk dan fisik yang tidak sesuai dengan standar beton. Berikut pada tabel 4.15 merupakan uraian jenis cacat yang dihasilkan pada produk akhir.

Tabel 4.15  
Data Jenis Cacat Produk Akhir

<b>Uraian Cacat</b>	<b>Periode (Bulan)</b>											
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Visual bagian dalam jelek	1	2	4	2	2	3	2	2	3	2	3	2
Sirip keropos	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	2	3
Beton oval dan tipis	2	3	3	2	3	2	2	2	2	4	3	3
Lengket kulit	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2
Sirip keropos berlubang	2	1	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2
Beton burik atau keropos	1	2	3	2	2	3	1	3	3	2	3	3
Sil selang masuk beton	1	1	2	3	2	2	2	3	1	2	2	2
Beton flex	2	2	3	2	3	3	1	2	3	2	2	1
Sil raffia masuk beton	1	2	2	3	2	1	1	2	2	3	2	1
Sepatu retak dan gompal	2	3	3	2	2	3	2	3	2	2	2	2
Keropos lubang baut plat sambung	3	3	2	3	3	4	2	2	3	2	2	2
Keropos daerah plat sambung	2	4	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3
Plat sambung geser/miring/tesok	4	3	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2
Gompal posisi titik angkat	2	2	3	3	2	3	2	4	3	2	2	2
Heading pc wire putus	2	2	4	2	3	2	2	2	3	2	3	2

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Dari ketiga tabel 4.13, 4.14 dan 4.15 dapat diketahui jumlah cacat dan berbagai jenis cacat yang dihasilkan pada jalur produksi 2 beton pra-cetak. Cacat yang dihasilkan masih cukup banyak dibandingkan dengan jumlah produksi beton pra-cetak dalam setahun. Berikut pada tabel 4.16 merupakan data produk yang dihasilkan dan produk cacat beton pra-cetak periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Tabel 4.16  
Data Jumlah Produksi dan Cacat

Bulan	Jumlah Produksi (Batang)	Jumlah Cacat (Batang)	Persen Cacat (%)
Januari	1923	64	3.33
Februari	1929	68	3.53
Maret	2069	70	3.38
April	2055	68	3.31
Mei	1995	71	3.56
Juni	2037	70	3.44
Juli	1780	57	3.20
Agustus	2168	73	3.37
September	2037	72	3.53
Oktober	2024	69	3.41
November	1986	66	3.32
Desember	1867	60	3.21
<b>Jumlah</b>	<b>23870</b>	<b>808</b>	

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

Dari tabel 4.16 tersebut dapat diketahui bahwa jumlah produksi beton pra-cetak dalam setahun adalah 23870 beton dimana memiliki cacat sejumlah 808. PT. Wijaya Karya Beton menerapkan standar untuk cacat yang dihasilkan tidak boleh melebihi 1% dari keseluruhan produksi. Namun pada penerapannya, masih banya cacat yang ditemukan dalam tiap produksinya dan rata-rata cacat dalam setahun sebanyak 3.38% dimana masih melebihi standar yang telah ditetapkan.

#### 4.3.3 Data Cycle Time Mesin

Terdapat 11 mesin yang terdapat pada jalur produksi 2 dimana memiliki *cycle time* yang berbeda-beda untuk setiap mesinnya dalam memproduksi beton pra-cetak. Pada jalur produksi 2 beton pra-cetak memiliki 2 ukuran beton yang diproduksi, yaitu beton berukuran 12 dan 15 meter, dengan diameter 15 cm. Berikut pada tabel 4.17 merupakan data *cycle time* dari tiap mesin yang berada di jalur produksi 2.

Tabel 4.17  
Data *Cycle Time* Mesin

Mesin	<i>Cycle Time</i> (Beton/Menit)	Mesin	<i>Cycle Time</i> (Beton/Menit)
Wire Caging	7	Overhead Crane 1	4
Mixer	6	Overhead Crane 2	4
Cor	6	Overhead Crane 3	5
Stressing	7	Overhead Crane 4	7
Spinning	7	Overhead Crane 5	5
Trolley	8		

Sumber: PT. Wijaya Karya Beton

### 4.3 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian dihitung dan diolah berdasarkan metode yang diterapkan pada penelitian ini. Perhitungan data tersebut menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE).

#### 4.3.1 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Dalam *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) terdapat 3 perhitungan yang dilakukan untuk menghasilkan nilai OEE, yaitu perhitungan *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*.

##### 1. *Availability Rate*

Untuk menghitung *availability rate* dibutuhkan data jam kerja produksi (*planned production time*) dan *downtime* mesin. Berikut merupakan contoh perhitungan *availability rate* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- Perhitungan *planned production time* berdasarkan rumus (2-2). Data jam kerja produksi (*loading time*) diperoleh dari tabel 4.1.

$$\begin{aligned}
 \text{Planned production time} &= \text{waktu kerja (menit)} + \text{waktu lembur (menit)} \\
 &= 28800 + 2880 \\
 &= 31680 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *actual running time* berdasarkan rumus (2-3). Data *downtime* mesin diperoleh dari tabel 4.2.

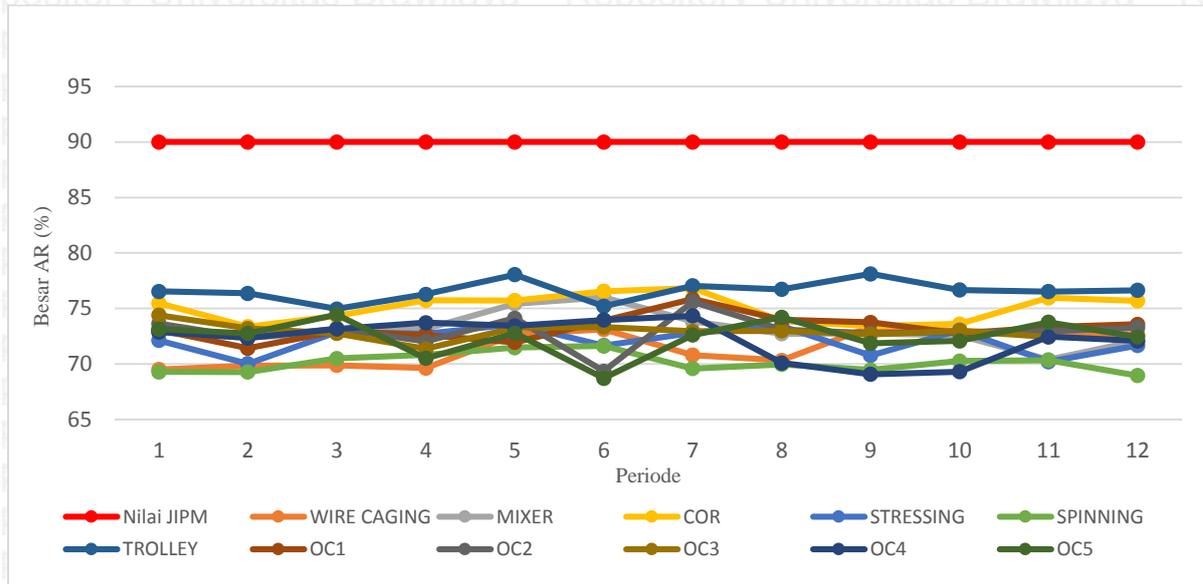
$$\begin{aligned}
 \text{Actual running time} &= \text{planned production time (menit)} - \text{downtime (menit)} \\
 &= 31680 - 9655 \\
 &= 22025 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan *availability rate* berdasarkan rumus (2-4).

$$\text{Availability rate} = \frac{\text{actual running time}}{\text{planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability rate} = \frac{22025}{31680} \times 100\% = 69.52\%$$

Berikut pada gambar 4.4 merupakan grafik hasil perhitungan *availability rate* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *availability rate* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 1**.



Gambar 4.4 Grafik Hasil Perhitungan *Availability Rate* Setiap Mesin

Dari gambar 4.4 yang merupakan hasil perhitungan *availability rate* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin yang terdapat di jalur produksi 2 memiliki nilai dibawah standar JIPM yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 90%. Mesin overhead crane 5 memiliki nilai *availability rate* terendah, yaitu sebesar 68.72% pada bulan Juni. Sedangkan Trolley memiliki nilai *availability rate* terbesar pada bulan Mei sebesar 78.05% dan pada bulan September sebesar 78.13%.

## 2. *Performance rate*

Untuk menghitung *performance rate* dibutuhkan data operasi masing-masing mesin, waktu ideal produksi untuk setiap produk pada tiap jamnya, serta jumlah produk yang diproduksi tiap periode. Berikut merupakan contoh perhitungan *performance rate* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2015 berdasarkan rumus (2-5).

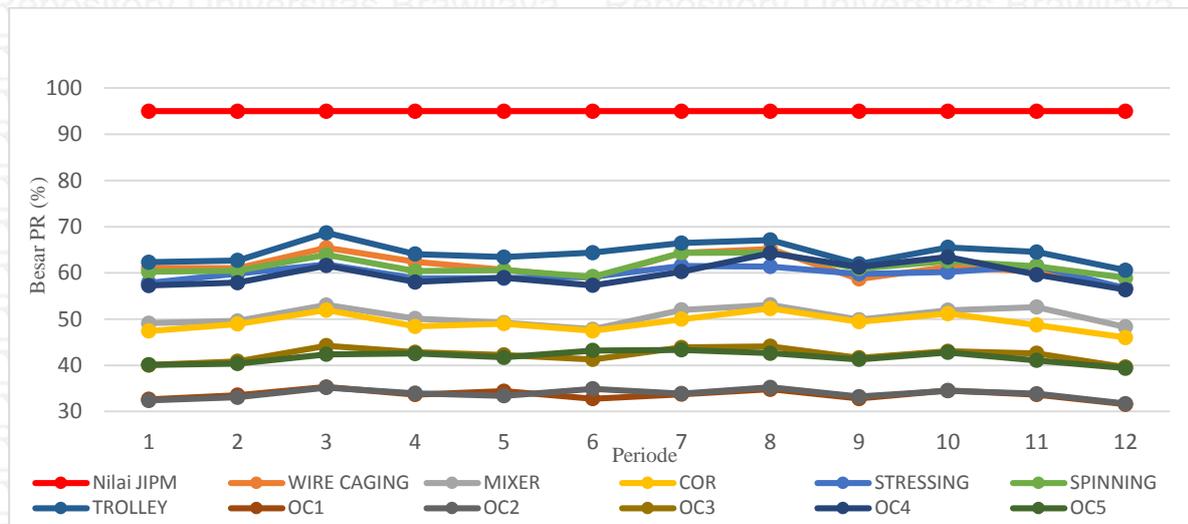
$$\text{Performance rate} = \frac{\text{process amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Performance rate} = \frac{1923 \times 7}{22025} \times 100\% = 61.12\%$$

Berikut pada gambar 4.5 merupakan grafik hasil perhitungan *performance rate* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember

2016. Sedangkan tabel perhitungan *performance rate* setiap mesin ditunjukkan dalam

### Lampiran 2.



Gambar 4.5 Grafik Hasil Perhitungan *Performance Rate* Setiap Mesin

Dari gambar 4.5 yang merupakan grafik hasil perhitungan *performance rate* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin yang terdapat di jalur produksi 2 memiliki nilai *performance rate* dibawah standar JIPM yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 95%. Mesin yang memiliki nilai *performance rate* terendah adalah mesin Overhead Crane 1 sebesar 31.56% pada bulan Juni. Sedangkan Trolley memiliki nilai *performance rate* terbesar pada bulan Maret sebesar 68.68%.

### 3. Quality rate

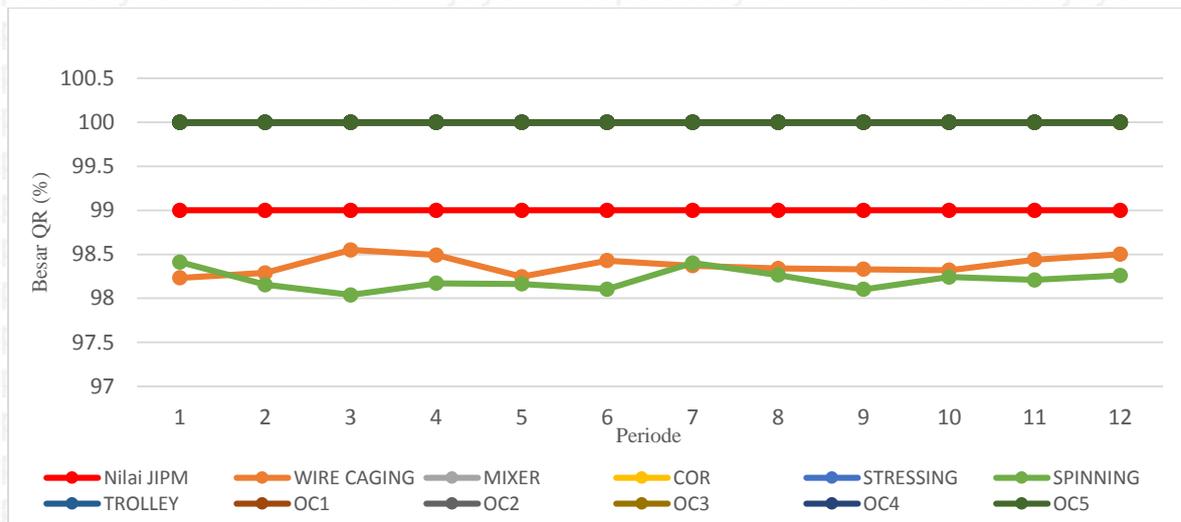
Untuk menghitung *quality rate* dibutuhkan data jumlah produk yang diproduksi dan jumlah produk cacat pada setiap periode. Dalam proses produksi beton pra-cetak, cacat yang dihasilkan terdapat pada proses pembuatan rakitan tulangan besi yang dilakukan oleh mesin Wire Caging dan proses akhir setelah produk akhir setelah produk dikeluarkan dari cetakan. Berikut merupakan contoh perhitungan *quality rate* pada proses pembuatan rakitan tulangan besi yang dilakukan oleh mesin Wire Caging bulan Januari 2015 berdasarkan rumus (2-6).

$$Quality\ rate = \frac{production\ input - quality\ defect}{production\ input} \times 100\%$$

$$Quality\ rate = \frac{1923 - 34}{1923} \times 100\% = 98.23\%$$

Berikut pada gambar 4.6 merupakan grafik hasil perhitungan *quality rate* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Sedangkan tabel perhitungan *quality rate* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 3**.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Perhitungan *Quality rate* Setiap Mesin

Dari gambar 4.6 yang merupakan grafik hasil perhitungan *quality rate* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa hanya terdapat 2 mesin yang dilakukan perhitungan nilai *quality rate*, yaitu mesin Wire Caging dan mesin Spinning dimana kedua mesin tersebut masih berada dibawah standar JIPM yang telah ditetapkan, yaitu sebesar 99%. Meskipun kedua mesin tersebut masih berada dibawah standar JIPM, namun hasil perhitungan *quality rate* kedua mesin tersebut hampir mendekati standar JIPM. Mesin Wire Caging pada bulan Januari - Desember memiliki nilai *quality rate* sebesar 98.23 – 98.55%, dan mesin Spinning memiliki nilai *quality rate* sebesar 98.04 – 98.41%.

#### 4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

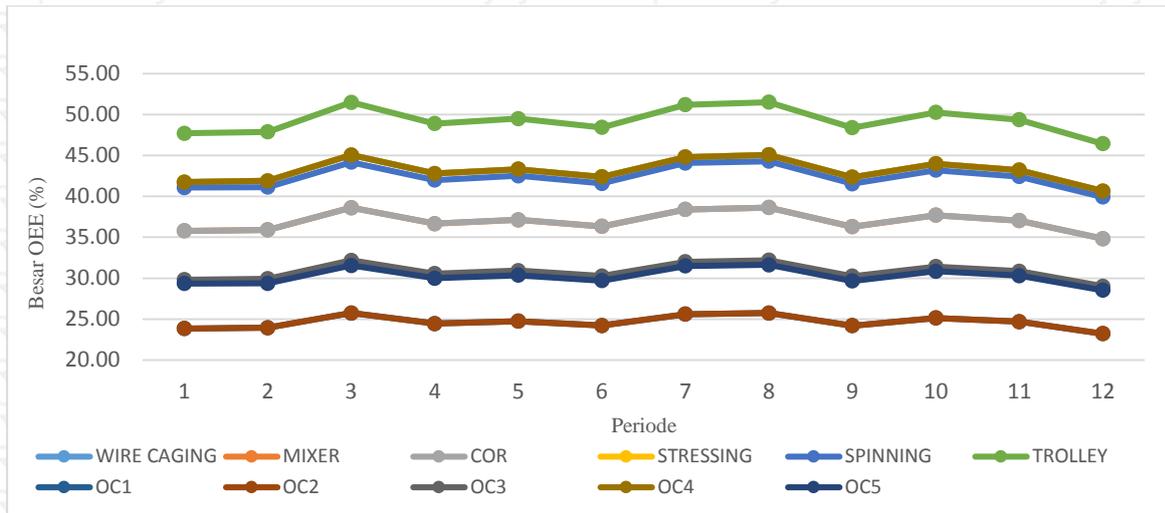
Dalam menghitung OEE membutuhkan hasil dari keseluruhan nilai *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate* dari setiap mesin. Nilai OEE merupakan nilai efektivitas dari setiap mesin yang digunakan dalam memproduksi beton. Berikut merupakan contoh perhitungan OEE pada proses pembuatan rakitan tulangan besi yang dilakukan oleh mesin Wire Caging bulan Januari 2015 berdasarkan rumus (2-1).

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

$$OEE = 69.52 \times 61.12 \times 98.23 = 41.74\%$$

Berikut pada gambar 4.7 merupakan grafik hasil perhitungan OEE pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Sedangkan tabel perhitungan *quality rate* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 4**.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Perhitungan OEE Setiap Mesin

Dari gambar 4.7 yang merupakan grafik hasil perhitungan OEE dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin masih berada dibawah nilai OEE 85% yang merupakan nilai produksi yang dianggap kelas dunia. Trolley memiliki nilai OEE terbesar diantara mesin lainnya selama periode Januari – Desember 2016, yaitu sebesar 46.44 – 51.49%. Sedangkan mesin Overhead Crane 1 dan Overhead Crane 2 memiliki nilai OEE yang sama, yaitu sebesar 23.22 – 25.74% dimana merupakan nilai paling rendah diantara mesin yang lainnya.

#### 4.3.2 Perhitungan Overall Resource Effectiveness (ORE)

Dalam Overall Resource Effectiveness (ORE) terdapat 7 perhitungan yang dilakukan untuk menghasilkan nilai ORE, yaitu perhitungan *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance efficiency*, dan *quality rate*.

##### 1. Readiness (R)

Untuk menghitung *readiness* dibutuhkan data jam kerja produksi secara keseluruhan dan *planned downtime* mesin untuk mengetahui *planned production time*. Pada jalur produksi 2, data *planned downtime* diperoleh dari persiapan kerja yang dilakukan karyawan dalam setiap pergantian *shift*. Persiapan kerja tersebut meliputi pembersihan dan inspeksi mesin, melakukan rapat dengan kepala jalur, dan lain-lain. Waktu yang diberikan untuk melakukan persiapan dalam pergantian *shift* adalah 30-45 menit. Berikut merupakan contoh perhitungan *readiness* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- a. Perhitungan *planned production time* berdasarkan rumus (2-8). *Planned downtime* dapat dilihat pada tabel 4.2.

$$\begin{aligned} \text{Planned production time} &= \text{total time (menit)} - \text{planned downtime (menit)} \\ &= 31680 - 2165 \end{aligned}$$

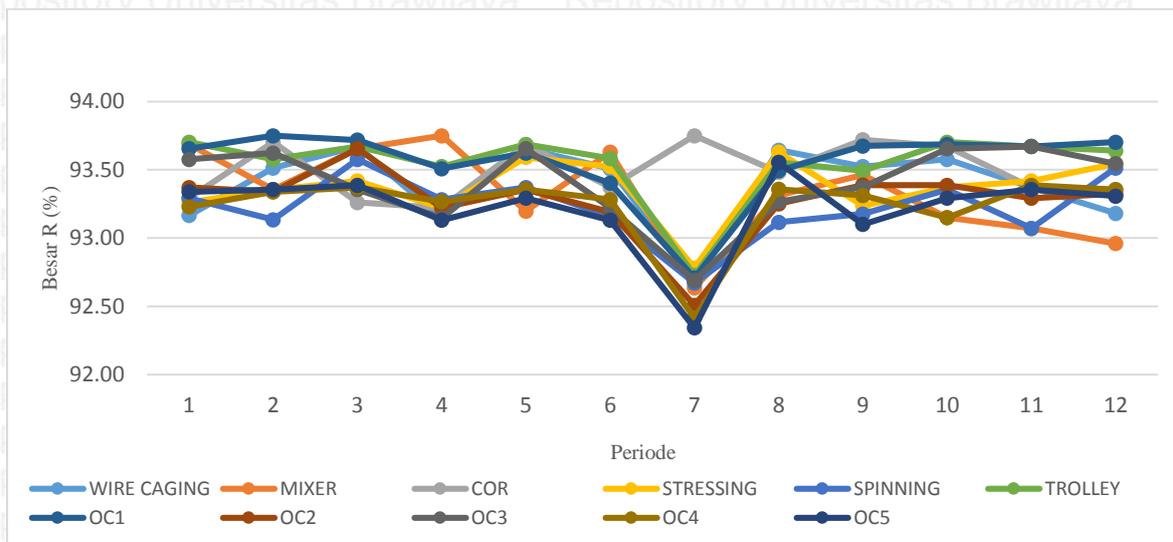
= 29515 menit

- b. Perhitungan *readiness* berdasarkan rumus (2-9).

$$Readiness (R) = \frac{\text{planned production time}}{\text{total time}}$$

$$Readiness (R) = \frac{29515}{31680} \times 100\% = 93.17\%$$

Berikut pada gambar 4.8 merupakan grafik hasil perhitungan *readiness* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *readiness* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 5**.



Gambar 4.8 Grafik Hasil Perhitungan *Readiness* Setiap Mesin

Dari gambar 4.8 yang merupakan grafik hasil perhitungan *readiness* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin memiliki nilai *readiness* yang berada diatas 90% dengan rentang nilai sebesar 92.34 – 93.75%. Mesin yang memiliki nilai *readiness* terendah adalah mesin Overhead Crane 5 pada bulan Juni sebesar 92.34%. Sedangkan mesin yang memiliki nilai *readiness* tertinggi adalah mesin Mixer pada bulan April dan mesin Cor pada bulan Agustus sebesar 93.75%.

## 2. *Availability of Facility* ( $A_f$ )

Untuk menghitung *availability of facility* dibutuhkan data *facilities downtime* untuk mengetahui besar *loading time*. Data *facilities downtime* diperoleh dari waktu kerusakan mesin dan part yang menyebabkan mesin berhenti dan tidak dapat melakukan proses produksi. Berikut merupakan contoh perhitungan *radiness* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- a. Perhitungan *loading time* berdasarkan rumus (2-10). *Facilities downtime* yang diperoleh dari data mesin rusak dapat dilihat pada tabel 4.2.

$$Loading\ time = \text{planned production time (menit)} - \text{facilities downtime (menit)}$$

$$= 29515 - 2325$$

$$= 27190 \text{ menit}$$

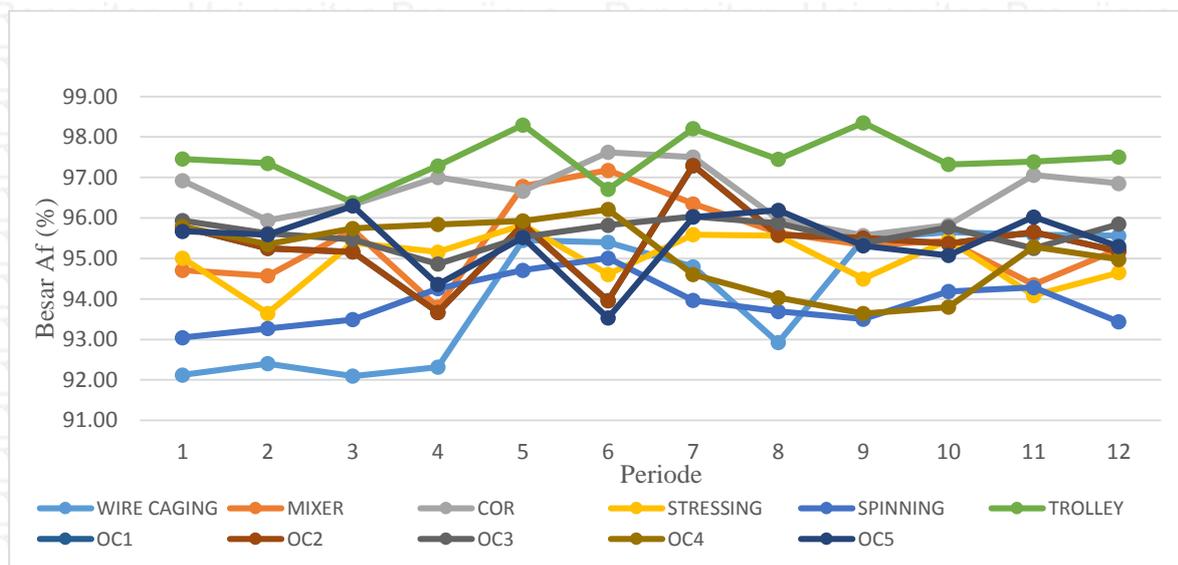
b. Perhitungan *availability of facility* berdasarkan rumus (2-11).

$$\text{Availability of facility } (A_f) = \frac{\text{loading time}}{\text{planned production time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of facility } (A_f) = \frac{27190}{29515} \times 100\% = 92.12\%$$

Berikut pada gambar 4.9 merupakan grafik hasil perhitungan *availability of facility* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *availability of facility* setiap mesin ditunjukkan dalam

### Lampiran 6.



Gambar 4.9 Grafik Hasil Perhitungan *Availability of Facility* Setiap Mesin

Dari gambar 4.9 yang merupakan grafik hasil perhitungan *availability of facility* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin memiliki nilai readiness yang berada diatas 90% dengan rentang nilai sebesar 92.12 – 98.35%. Mesin yang memiliki nilai *availability of facility* terendah adalah mesin Wire Caging pada bulan Januari sebesar 92.12%. Sedangkan mesin yang memiliki nilai *availability of facility* tertinggi adalah Trolley pada bulan September sebesar 98.35%.

### 3. *Changeover Efficiency* (C)

Untuk menghitung *changeover efficiency* dibutuhkan data waktu setup dan penyesuaian mesin untuk mengetahui besar *operation time*. Data waktu set up dan penyesuaian diperoleh dari waktu pergantian peralatan dari mesin yang rusak. Berikut merupakan contoh perhitungan *changeover efficiency* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- a. Perhitungan *operation time* berdasarkan rumus (2-12). *Setup* dan penyesuaian dapat dilihat pada tabel 4.2.

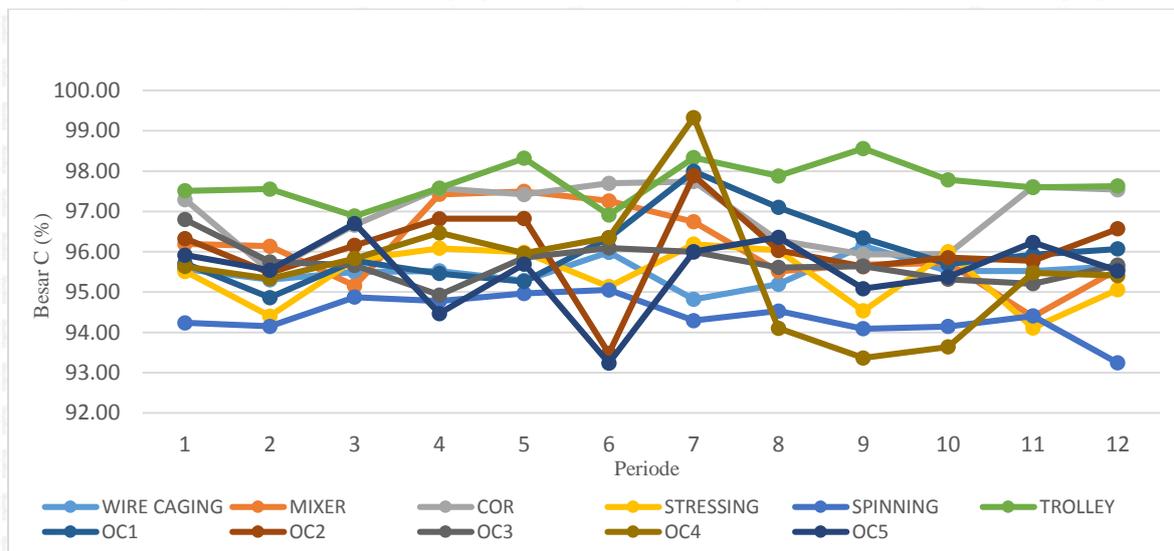
$$\begin{aligned} \text{Operation time} &= \text{loading time (menit)} - \text{set up dan penyesuaian (menit)} \\ &= 27190 - 1205 \\ &= 25985 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan *changeover efficiency* berdasarkan rumus (2-13).

$$\text{Changeover efficiency (C)} = \frac{\text{operation time}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

$$\text{Changeover efficiency (C)} = \frac{25985}{27190} \times 100\% = 95.57\%$$

Berikut pada gambar 4.10 merupakan grafik hasil perhitungan *changeover efficiency* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *changeover efficiency* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 7**.



Gambar 4.10 Grafik Hasil Perhitungan *Changeover Efficiency* Setiap Mesin

Dari gambar 4.10 yang merupakan grafik hasil perhitungan *changeover efficiency* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin memiliki nilai *changeover efficiency* yang berada di atas 90% dengan rentang nilai sebesar 93.24 – 99.33%. Mesin yang memiliki nilai *changeover efficiency* terendah adalah mesin Overhead Crane pada bulan Juni dan mesin Spinning pada bulan Desember sebesar 93.24%. Sedangkan mesin yang memiliki nilai *changeover efficiency* tertinggi adalah mesin Overhead Crane 4 pada bulan Juli sebesar 99.33%.

#### 4. Availability of Material ( $A_m$ )

Untuk menghitung *availability of material* dibutuhkan data *material shortages* untuk mengetahui besar *running time*. Berikut merupakan contoh perhitungan *availability of material* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- a. Perhitungan *running time* berdasarkan rumus (2-14).

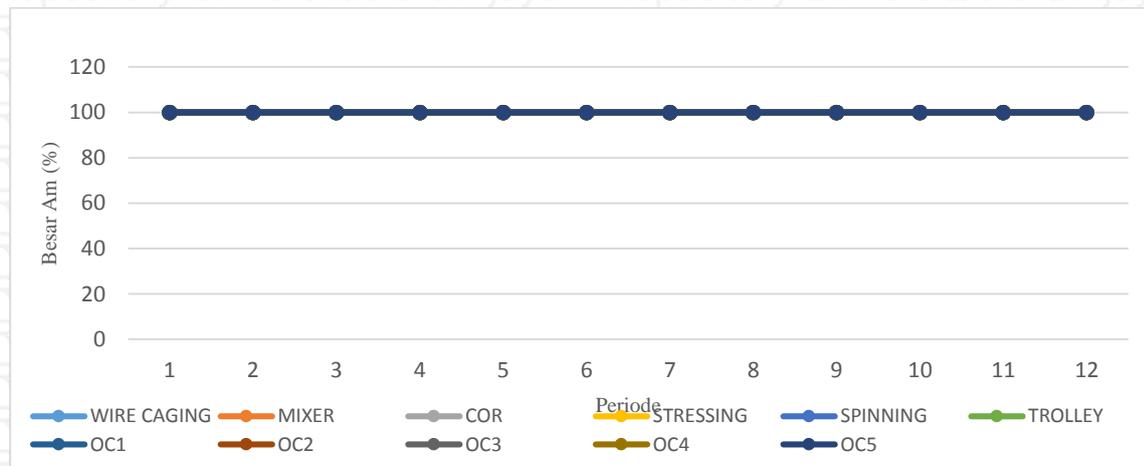
$$\begin{aligned} \text{Running time} &= \text{operation time (menit)} - \text{material shortages (menit)} \\ &= 25985 - 0 \\ &= 25985 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan *availability of material* berdasarkan rumus (2-15).

$$\text{Availability of material } (A_m) = \frac{\text{running time}}{\text{operation time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of material } (A_m) = \frac{25985}{25985} \times 100\% = 100\%$$

Berikut pada gambar 4.11 merupakan grafik hasil perhitungan *availability of material* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *availability of material* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 8**.



Gambar 4.11 Grafik Hasil Perhitungan Availability of Material Setiap Mesin

Dari gambar 4.11 yang merupakan grafik hasil perhitungan *availability of material* dari setiap mesin. Dapat dilihat bahwa semua mesin memiliki nilai *availability of material* sebesar 100% dikarenakan semua material yang dibutuhkan dalam membuat beton pra-cetak selalu tersedia dalam perusahaan sehingga perusahaan tidak pernah mengalami kekurangan material dalam proses produksinya.

### 5. *Availability of Manpower* ( $A_{mp}$ )

Untuk menghitung *availability of manpower* dibutuhkan data waktu operator absen untuk mengetahui besar *actual running time*. Data waktu operator absen diperoleh dari jam istirahat operator dimana dalam setiap *shift* operator memiliki 1 jam waktu istirahat. Berikut merupakan perhitungan *availability of manpower* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- a. Perhitungan *actual running time* berdasarkan rumus (2-16). Waktu operator absen yang diperoleh dari data jam istirahat operator dapat dilihat pada tabel 4.2.

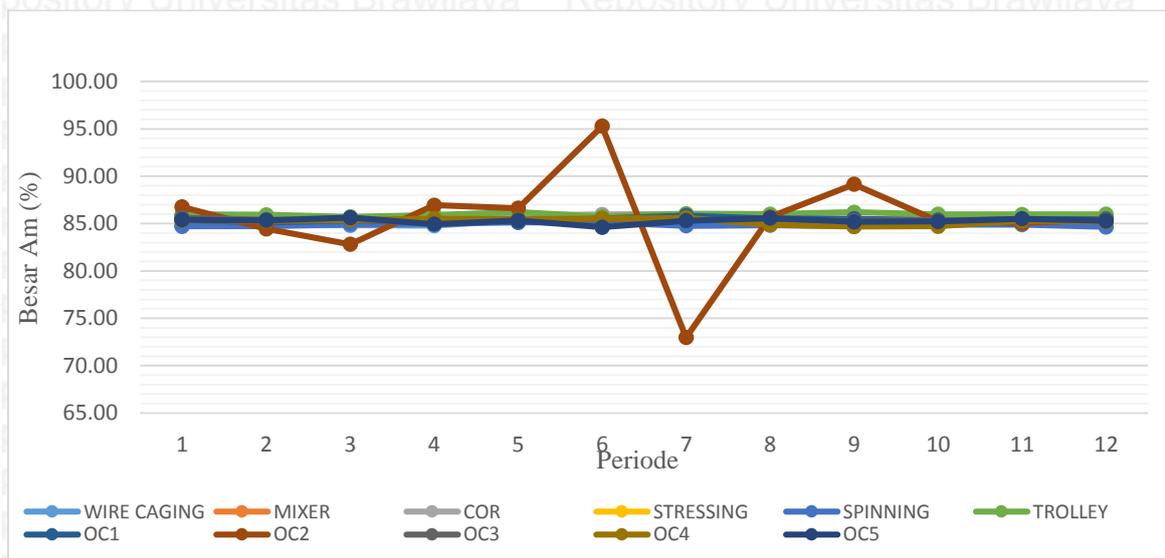
$$\begin{aligned} \text{Actual running time} &= \text{running time (menit)} - \text{waktu operator absen (menit)} \\ &= 25985 - 3960 \\ &= 22025 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan *availability of manpower* berdasarkan rumus (2-17).

$$\text{Availability of manpower } (A_{mp}) = \frac{\text{actual running time}}{\text{running time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability of manpower } (A_{mp}) = \frac{22025}{25985} \times 100\% = 84.76\%$$

Berikut pada gambar 4.12 merupakan grafik hasil perhitungan *availability of manpower* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *availability of manpower* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 9**.



Gambar 4.12 Grafik Hasil Perhitungan *Availability of Manpower* Setiap Mesin

Dari gambar 4.12 yang merupakan grafik hasil perhitungan *availability of manpower* dari setiap mesin, dapat dilihat bahwa semua mesin memiliki nilai *availability of manpower* yang berada diatas 90% dengan rentang nilai sebesar 72.96 – 95.29%. Mesin Overhead

Crane 2 memiliki nilai *availability of manpower* terendah sekaligus tertinggi, yaitu terendah sebesar 72.96% pada bulan Juli dan tertinggi sebesar 95.29% pada bulan Juni.

#### 6. *Performance Efficiency* (P)

Untuk menghitung *performance efficiency* dibutuhkan data waktu siklus mesin/unit dan jumlah kuantitas produk yang dihasilkan untuk mengetahui besar *earn time*. Berikut merupakan contoh perhitungan *performance efficiency* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2015.

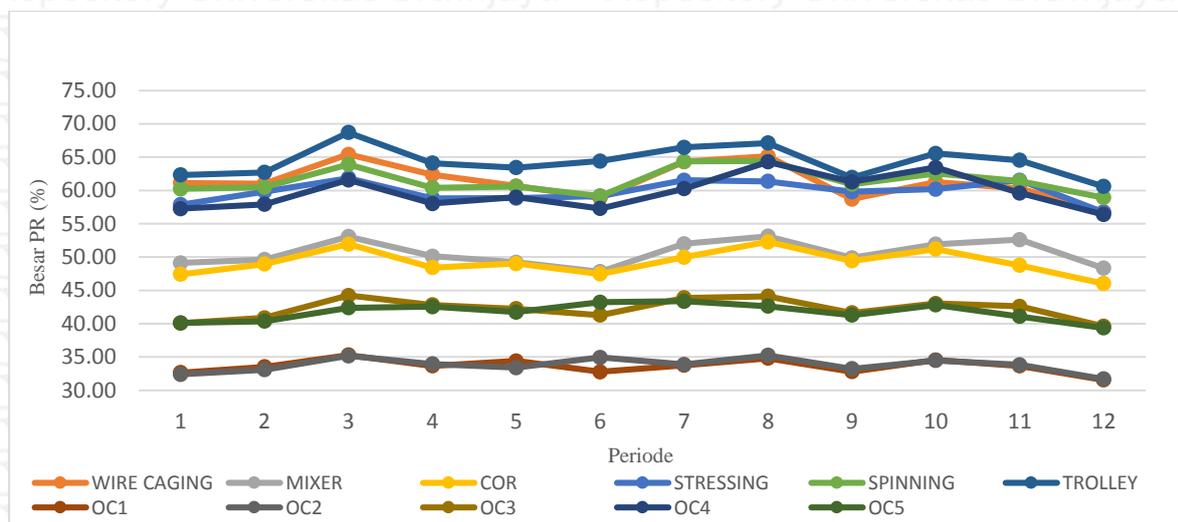
- a. Perhitungan *earned time* berdasarkan rumus (2-18). Cycle Time dari setiap mesin dapat dilihat pada tabel 4.14.

$$\begin{aligned} \text{Earned time} &= \text{cycle time/unit (menit)} \times \text{quantity produced} \\ &= 7 \times 1923 \\ &= 13461 \text{ menit} \end{aligned}$$

- b. Perhitungan *performance efficiency* berdasarkan rumus (2-19).

$$\begin{aligned} \text{Performance efficiency (P)} &= \frac{\text{earned time}}{\text{actual running time}} \times 100\% \\ \text{Performance efficiency (P)} &= \frac{13461}{22025} \times 100\% = 61.12\% \end{aligned}$$

Berikut pada gambar 4.13 merupakan grafik hasil perhitungan *performance efficiency* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016. Sedangkan tabel perhitungan *performance efficiency* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 10**.



Gambar 4.13 Grafik Hasil Perhitungan *Performance Efficiency* Setiap Mesin

Dari tabel 4.13 yang merupakan hasil perhitungan *performance efficiency* dari setiap mesin. Perhitungan *performance efficiency* pada ORE memiliki cara perhitungan dan hasil yang sama dengan *performance rate* pada OEE. Mesin yang memiliki nilai *performance*

*efficiency* terendah adalah mesin Overhead Crane 1 sebesar 31.56% dan mesin Overhead Crane 2 sebesar 31.69% pada bulan Desember. Sedangkan Trolley memiliki nilai *performance rate* terbesar pada bulan Maret sebesar 68.68%.

### 7. *Quality rate* (Q)

Untuk menghitung *quantity rate* dibutuhkan data jumlah kuantitas produk yang diproduksi dan produk cacat untuk mengetahui besar *quantity of accepted*. Berikut merupakan contoh perhitungan *quality rate* pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016.

- a. Perhitungan *quantity of accepted* berdasarkan rumus (2-20).

$$\begin{aligned} \text{Quantity accepted} &= \text{quantity produced} - \text{quantity rejected} \\ &= 1923 - 34 \\ &= 1889 \text{ batang} \end{aligned}$$

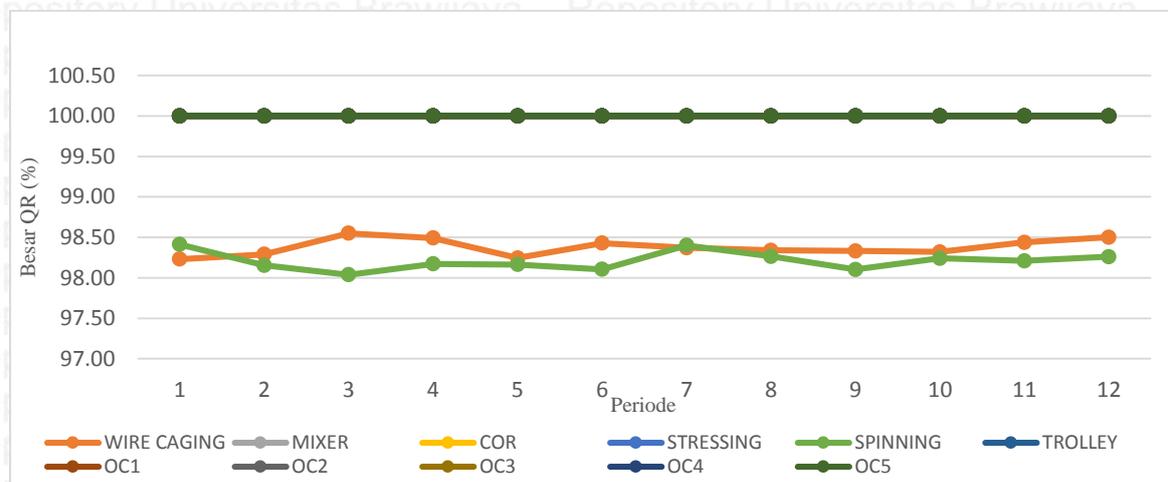
- b. Perhitungan *quality rate* berdasarkan rumus (2-21).

$$\text{Quality rate (Q)} = \frac{\text{quantity of parts accepted}}{\text{quantity of parts produced}} \times 100\%$$

$$\text{Quality rate (Q)} = \frac{1889}{1923} \times 100\% = 98.23\%$$

Berikut pada gambar 4.14 merupakan grafik hasil perhitungan *quality rate* pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Sedangkan tabel perhitungan *quality rate* setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 11**.



Gambar 4.14 Grafik Hasil Perhitungan *Quality rate* Setiap Mesin

Dari tabel 4.14 yang merupakan hasil perhitungan *quality rate* dari setiap mesin. Perhitungan *quality rate* dalam ORE dan OEE adalah sama sehingga dapat dilihat bahwa hanya terdapat 2 mesin yang dilakukan perhitungan nilai *quality rate*, yaitu mesin Wire Caging dan mesin Spinning. Mesin Wire Caging pada bulan Januari - Desember memiliki nilai *quality rate* sebesar 98.23 – 98.55%, dan mesin Spinning memiliki nilai *quality rate* sebesar 98.04 – 98.41%.

### 8. Overall Resource Effectiveness (OEE)

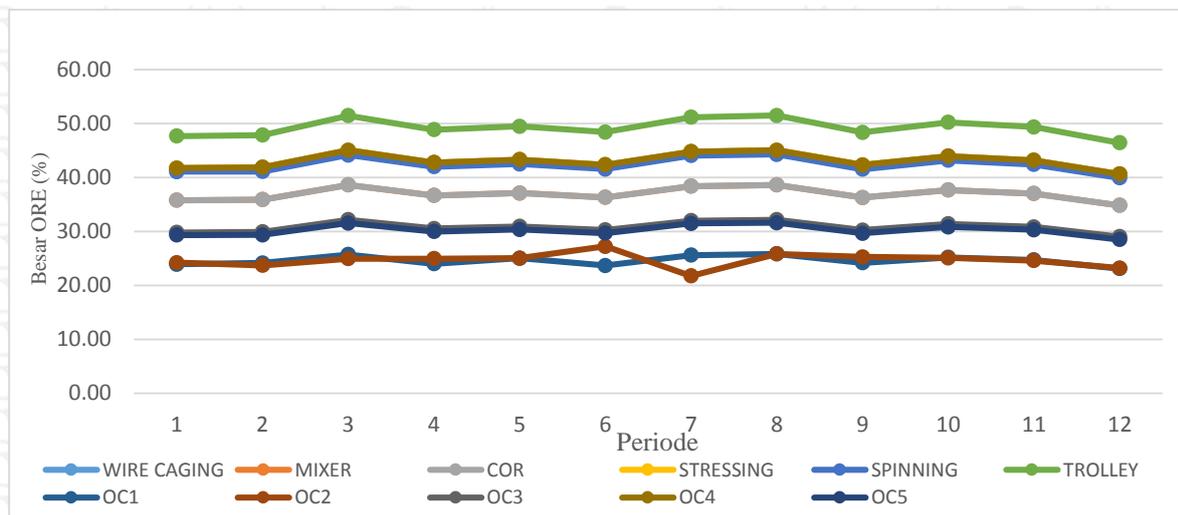
Dalam menghitung ORE membutuhkan hasil dari keseluruhan nilai *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance efficiency*, dan *quality rate* dari setiap mesin. Nilai OEE merupakan nilai efektivitas dari setiap mesin yang digunakan dalam memproduksi beton. Berikut merupakan contoh perhitungan ORE pada mesin Wire Caging bulan Januari 2016 berdasarkan rumus (2-7).

$$\text{ORE} = R \times A_r \times C \times A_m \times A_{mp} \times P \times Q \times 100\%$$

$$\text{ORE} = 93.17 \times 92.12 \times 95.57 \times 100 \times 84.76 \times 61.12 \times 98.23 \times 100\% = 41.74\%$$

Berikut pada gambar 4.15 merupakan grafik hasil perhitungan ORE pada setiap mesin yang berada di jalur produksi 2 pada periode Januari sampai dengan Desember 2016.

Sedangkan tabel perhitungan ORE setiap mesin ditunjukkan dalam **Lampiran 12**.



Gambar 4.15 Grafik Hasil Perhitungan ORE Setiap Mesin

Dari tabel 4.15 yang merupakan hasil perhitungan ORE dari setiap mesin. Dapat dilihat bahwa nilai ORE dari semua mesin memiliki rentang sebesar 21.77 – 51.49%. Mesin yang memiliki nilai ORE terendah adalah mesin Overhead Crane 2 dengan rentang nilai sebesar 21.77 – 27.23%. Sedangkan mesin yang memiliki nilai ORE tertinggi adalah Trolley yang dengan rentang nilai sebesar 46.44 – 51.49%.

### 4.4 Rekomendasi Perbaikan

Dalam penelitian ini yang menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE), hasil perhitungan OEE dan ORE masih menunjukkan nilai yang kecil. Hasil perhitungan OEE dengan nilai sebesar 23.22 – 51.49% menunjukkan bahwa nilai tersebut masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya adalah

85%. Sedangkan hasil perhitungan ORE dengan nilai sebesar 21.77 – 51.49% menunjukkan bahwa nilai tersebut masih termasuk dalam nilai yang rendah. Rendahnya nilai OEE dan ORE yang dihasilkan, disebabkan karena nilai *performance rate* pada OEE atau *performance efficiency* pada ORE kecil sehingga sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan OEE maupun ORE. Nilai *performance rate* atau *performance efficiency* didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah beton pra-cetak yang diproduksi dengan waktu siklus mesin untuk memproduksi beton pra-cetak perbatang, lalu dibandingkan dengan *actual running time* yang digunakan untuk memproduksi beton.

Perhitungan ORE yang telah dilakukan tersebut tidak mempertimbangkan waktu *loading* dan *unloading* untuk waktu siklus tiap yang terdapat di jalur produksi 2. Padahal untuk menghitung waktu siklus diperlukan waktu *loading* dan *unloading* yang termasuk dalam waktu set up mesin dalam memproduksi tiap betonnya. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan pengamatan mengenai waktu *loading* dan *unloading* menggunakan *Stopwatch Time Study* (STS) yang memperhitungkan setiap elemen kerjanya. Berdasarkan perhitungan ORE yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa nilai ORE terendah berada pada mesin Overhead Crane 1 dan Cor yang berarti efektivitas mesin tersebut masih rendah sehingga dilakukan pengamatan STS pada kedua mesin tersebut. Pengamatan menggunakan STS akan dijelaskan mengenai hubungan antara mesin dengan operator, dan aktivitas apa saja yang dilakukan oleh operator dalam menjalankan mesin tersebut.

Pada tabel 4.17 merupakan peta kerja pada mesin Overhead Crane 1. Pada mesin tersebut terdapat 2 orang operator untuk menjalankan 1 mesin. Sedangkan pada tabel 4.18 merupakan peta kerja mesin Cor dimana pada mesin tersebut terdapat 3 orang operator untuk menjalankan 1 mesin.

Waktu pada perhitungan waktu siklus mesin Overhead Crane dan Cor diperoleh dari rata-rata 10 replikasi yang dilakukan saat mengamati operator. Setelah melakukan pengamatan dengan 10 kali replikasi, lalu dilakukan uji kecukupan dan uji keseragaman menggunakan Excel. Dari hasil uji kecukupan dan uji keseragaman tersebut, maka dinyatakan bahwa *sample* yang telah diambil telah cukup yang disajikan pada **Lampiran 13, Lampiran 14, Lampiran 15, dan Lampiran 16.**

Kemudian 10 replikasi yang telah dilakukan uji kecukupan, maka selanjutnya dilakukan uji normalitas data menggunakan SPSS 2.0 untuk mengetahui apakah data yang telah diambil memiliki distribusi normal. Dari hasil uji normalitas data tersebut, maka dinyatakan bahwa *sample* yang telah diambil memiliki sebaran yang normal yang dapat dilihat pada **Lampiran 17 dan Lampiran 18.**

Tabel 4.18

Peta Kerja Mesin Overhead Crane 1

Operator 1		Operator 2		Mesin Overhead Crane 1	
Aktivitas	Waktu	Aktivitas	Waktu	Aktivitas	Waktu
Memposisikan mesin diatas curing	2.01			Mesin bergerak mendekati beton	2.01
Mengatur tinggi wire rope agar turun	0.34	<i>Idle</i>	2.67	<i>Idle</i>	0.34
<i>Idle</i>	0.32			Wire rope bergerak turun mendekati beton	0.32
Mengaitkan hook ke beton sebelah kiri	0.34	Mengaitkan hook ke beton sebelah kanan	0.34	<i>Idle</i>	0.55
Mengatur tinggi wire rope agar naik	0.21	<i>Idle</i>	2.58	Wire rope bergerak naik	0.31
<i>Idle</i>	0.31			Mesin overhead drane bergerak maju	2.06
Mengoperasikan mesin overhead crane agar bergerak maju	2.06	Mengoperasikan dan memposisikan trolley	0.69	<i>Idle</i>	0.32
Mengatur tinggi wire rope agar turun	0.32			Wire rope bergerak turun	0.37
<i>Idle</i>	0.37	Melepas kaitan hook dari beton	0.35	<i>Idle</i>	5.38
Melepas kaitan hook dari beton	0.35				
Menunggu beton dari proses sebelumnya	5.03	<i>Idle</i>	5.03		
<b>Total waktu</b>	<b>11.66</b>	<b>Total waktu</b>	<b>11.66</b>	<b>Total waktu</b>	<b>11.66</b>

Tabel 4.19  
Peta Kerja Mesin Cor

Operator 1		Operator 2		Operator 3		Mesin Cor	
Aktivitas	Waktu	Aktivitas	Waktu	Aktivitas	Waktu	Aktivitas	Waktu
Menyiapkan mesin	0.45	Memposisikan cetakan dibawah mesin	0.45	<i>Idle</i>	4.37	Mesin cor bergerak mendekati cetakan	0.45
Mengoperasikan dan memerhatikan mesin cor	5.02	<i>Idle</i>	3.92	Merapikan adonan di dalam cetakan	1.1	Proses penuangan adonan beton ke cetakan	5.02
		Merapikan adonan di dalam cetakan	1.1				
Mengoperasikan trolley penutup cetakan	1.52	Mengoperasikan trolley untuk memindahkan cetakan	0.59	<i>Idle</i>	0.59	Mesin bergerak menjauhi cetakan	0.59
		Memasukkan spons ke dalam sela-sela cetakan	0.93	Memasukkan spons ke dalam sela-sela cetakan	0.93	Mesin menerima adonan beton dari mesin mixer	4.14
<i>Idle</i>	3.21	Mengambil baut dan kunci inggris	0.24	Mengambil baut dan kunci inggris	0.24		
		Memasang baut kiri	0.85	Memasang baut kanan	0.85		
		Mengencangkan baut kiri	2.12	Mengencangkan baut kiri	2.12		
Menunggu beton dari batching plant	1.02	<i>Idle</i>	1.02	<i>Idle</i>	1.02	<i>Idle</i>	1.02
<b>Total waktu</b>	<b>11.22</b>	<b>Total waktu</b>	<b>11.22</b>	<b>Total waktu</b>	<b>11.22</b>	<b>Total waktu</b>	<b>11.22</b>

Setelah dilakukan pengamatan menggunakan STS untuk mencari waktu siklus baru, lalu dilakukan perhitungan untuk mengetahui perbandingan hasil ORE antara waktu siklus yang ditetapkan perusahaan dan waktu siklus baru. Berikut merupakan hasil perhitungan mesin Overhead Crane 1 dan Cor dengan waktu siklus yang diperoleh dengan pengamatan STS.

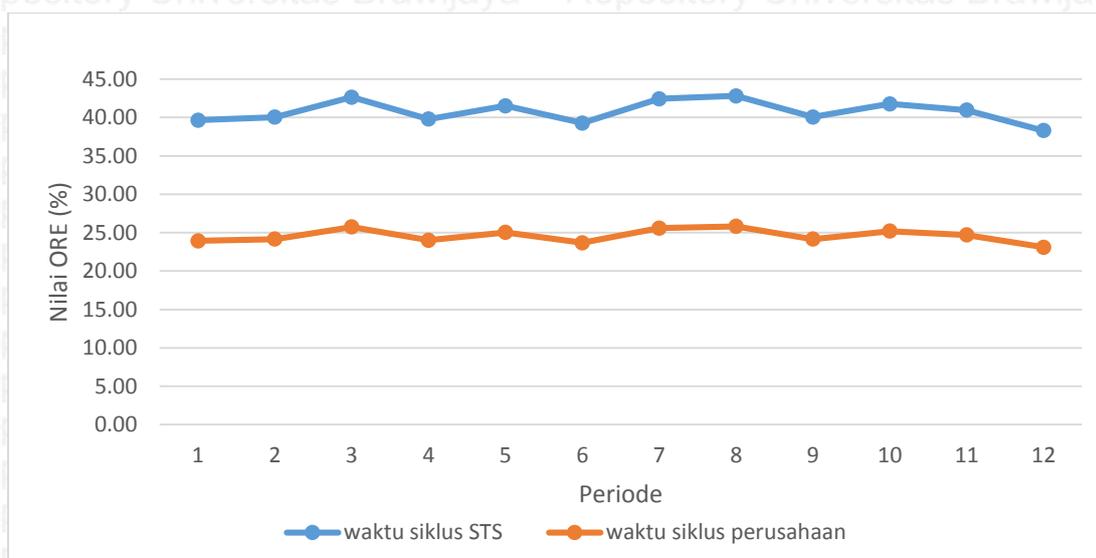
a. Perhitungan Mesin Overhead Crane 1

Berikut pada tabel 4.20 merupakan contoh hasil perbandingan perhitungan ORE pada mesin Overhead Crane 1 menggunakan waktu siklus baru dan waktu siklus yang ditetapkan perusahaan pada bulan Januari 2016. Berdasarkan tabel 4.18 dimana merupakan tabel waktu siklus STS untuk mesin Overhead Crane 1, waktu siklus yang diperoleh sebesar 11.66 menit yang terdiri dari waktu *loading*, proses, dan *unloading* sebesar 6.63 yang digunakan dalam perhitungan waktu siklus untuk mencari *performance efficiency*, dan waktu *idle* untuk menunggu beton dari proses sebelumnya sebesar 5.38 menit yang digunakan dalam perhitungan *material shortage*. Perbandingan nilai ORE menggunakan waktu siklus dari perusahaan dengan waktu siklus STS pada mesin Overhead Crane 1 dapat dilihat pada **Lampiran 19**.

Tabel 4.20  
Perbandingan Perhitungan Waktu Siklus Mesin Overhead Crane 1

Waktu Siklus	R (%)	A <sub>f</sub> (%)	C (%)	A <sub>m</sub> (%)	A <sub>mp</sub> (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
<i>Existing</i> perusahaan	93.66	95.77	95.71	100	85.39	32.64	100	23.85
STS	93.66	95.77	95.71	62.51	76.63	96.43	100	39.66

Berdasarkan tabel 4.19 diatas dapat diketahui bahwa nilai ORE menggunakan waktu siklus yang ditetapkan perusahaan berbeda dengan waktu siklus pengamatan STS. Hal tersebut karena pengamatan STS mempertimbangkan waktu *loading* dan *unloading*, serta waktu *idle* mesin untuk menunggu material masuk yang dimasukkan dalam perhitungan *availability of material*. Untuk melihat perbandingan hasil dari perhitungan ORE pada periode Januari sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada gambar 4.16 dibawah ini.



Gambar 4.16 Perbandingan Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Overhead Crane 1

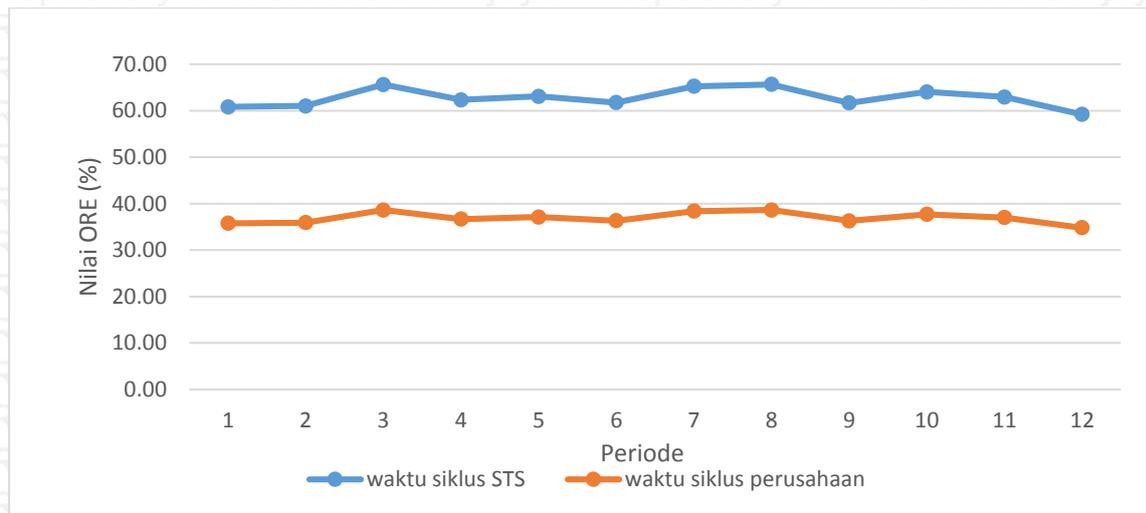
#### b. Perhitungan Mesin Cor

Berikut pada tabel 4.21 merupakan contoh hasil perbandingan perhitungan ORE pada mesin Cor menggunakan waktu siklus baru dan waktu siklus yang ditetapkan perusahaan pada bulan Januari 2016. Berdasarkan tabel 4.19 dimana merupakan tabel waktu siklus STS untuk mesin Cor, waktu siklus yang diperoleh sebesar 11.22 menit yang terdiri dari waktu *loading*, proses, dan *unloading* sebesar 10.2 yang digunakan dalam perhitungan waktu siklus untuk mencari *performance efficiency*, dan waktu *idle* untuk menunggu beton dari proses sebelumnya sebesar 1.02 menit yang digunakan dalam perhitungan *material shortage*. Perbandingan nilai ORE menggunakan waktu siklus dari perusahaan dengan waktu siklus STS pada mesin Cor dapat dilihat pada **Lampiran 20**.

Tabel 4.21  
Perbandingan Perhitungan Waktu Siklus Mesin Cor

Waktu Siklus	R (%)	A <sub>r</sub> (%)	C (%)	A <sub>m</sub> (%)	A <sub>mp</sub> (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Existing perusahaan	93.29	96.92	97.29	100	85.79	47.40	100	35.78
STS	93.29	96.92	97.29	93.09	84.74	87.65	100	60.82

Berdasarkan tabel 4.20 diatas dapat diketahui bahwa nilai ORE menggunakan waktu siklus yang ditetapkan perusahaan berbeda dengan waktu siklus pengamatan STS. Hal tersebut karena pegamatan STS mempertimbangkan waktu *loading* dan *unloading*, serta waktu *idle* mesin untuk menunggu material masuk yang dimasukkan dalam perhitungan *availability of material*. Untuk melihat perbandingan hasil dari perhitungan ORE pada periode Januari sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada gambar 4.17 dibawah ini.



Gambar 4.17 Perbandingan Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Overhead Crane 1

#### 4.5 Analisis dan Pembahasan

Beton pra-cetak yang diproduksi pada jalur produksi 2 merupakan beton berbentuk silinder yang berupa tiang pancang. Pada PT. Wijaya Karya Beton terdapat 3 jalur yang berfungsi untuk memproduksi beton pra-cetak yang berbentuk silinder dengan ukuran yang berbeda-beda. Terdapat 5 mesin utama dalam memproduksi beton yang berada pada jalur produksi 2, yaitu mesin Mixer, Wire Caging, Cor, Stressing, Spinning, sedangkan 6 mesin lainnya digunakan untuk memindahkan beton dari station satu ke station lainnya, yaitu 6 mesin Overhead Crane dan Trolley.

Permasalahan yang terjadi pada jalur produksi 2 yaitu masih terdapat tingginya *downtime* mesin dan produk cacat yang dihasilkan sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan rencana awal produksi dan mengakibatkan mengurangi waktu produksi serta menurunkan performansi mesin produksi. Sesuai dengan permasalahan yang terjadi, maka diterapkan konsep *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk menilai efektivitas mesin produksi dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) untuk mengetahui kerugian terkait dengan sumber daya, yaitu manusia, mesin, dan material secara individual.

##### 4.5.1 Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Dari perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang dilakukan pada jalur produksi 2 selama periode Januari sampai dengan Desember 2016, dapat diketahui nilai rata-rata nilai OEE untuk setiap mesin. Rata-rata nilai OEE untuk mesin Wire Caging sebesar 43.10%, mesin Mixer sebesar 36.94%, mesin Cor sebesar 36.94%, mesin Stressing sebesar 43.10%, mesin Spinning sebesar 42.32%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 24.63%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 24.63%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 30.78%, mesin

Overhead Crane 4 sebesar 43.10%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 30.23% dan Trolley sebesar 49.25%. Berdasarkan standar JIPM, nilai OEE yang baik harus berada diatas 85% sehingga dapat dikatakan produksi kelas dunia, namun pada kenyataannya yang terjadi di PT. Wijaya Karya nilai OEE masih rendah dimana hanya mesin Wire Caging, Stressing, Spinning, dan Trolley yang memiliki nilai diatas 40%, sedangkan mesin lainnya berada dibawah 40%. Nilai 40% yang merupakan standar JIPM dianggap memiliki nilai efektivitas yang rendah.

Hasil perhitungan OEE didapatkan dari 3 parameter perhitungan, yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Rata-rata nilai *availability rate* (AR) untuk mesin Wire Caging sebesar 71.47%, mesin Mixer sebesar 73.09%, mesin Cor sebesar 75.05%, mesin Stressing sebesar 72.08%, mesin Spinning sebesar 70.14%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 73.27%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 72.95%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 72.97%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 72.25%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 72.45% dan Trolley sebesar 76.60%. Berdasarkan standar JIPM, nilai *availability rate* harus 90% atau lebih, namun pada jalur produksi 2 tiap mesin memiliki nilai *availability rate* yang berada dibawah 90% yang berarti ketersediaan mesin produksi masih belum sesuai standar. Nilai *availability rate* yang rendah disebabkan karena *downtime* mesin yang tinggi sehingga memiliki pengaruh terhadap *operation time* jalur produksi 2. *Downtime* yang berada di jalur produksi 2 disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu mesin atau part rusak dan berhenti, perbaikan atau pergantian part yang rusak, dan kurang produktifnya operator dalam menjalankan mesin serta memproduksi beton.

Rata-rata nilai *performance rate* (PR) untuk mesin Wire Caging sebesar 61.33%, mesin Mixer sebesar 50.56%, mesin Cor sebesar 49.23%, mesin Stressing sebesar 59.78%, mesin Spinning sebesar 61.44%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 33.61%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 33.76%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 42.19%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 59.69%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 41.73% dan Trolley sebesar 64.31%. Berdasarkan standar JIPM, nilai *performance rate* harus 95% atau lebih, namun pada jalur produksi 2 tiap mesin memiliki nilai *performance rate* yang berada dibawah 95% yang berarti performansi produksi masih jauh dibawah standar yang telah ditetapkan. Nilai *performance rate* yang rendah disebabkan karena jumlah produk yang dihasilkan sedikit dan tidak dapat memenuhi target yang telah ditetapkan padahal jam kerja yang disediakan perusahaan tinggi. Kuantitas produk yang dihasilkan masih rendah juga disebabkan oleh faktor arus produksi berhenti karena mesin tidak dapat melakukan proses produksi tanpa bantuan operator.

Rata-rata nilai *quality rate* (QR) untuk mesin Wire Caging sebesar 98.38%, dan mesin Spinning sebesar 98.21%, sedangkan mesin Mixer, mesin Cor, mesin Stressing, mesin Overhead Crane 1, mesin Overhead Crane 2, mesin Overhead Crane 3, mesin Overhead Crane 4, mesin Overhead Crane 5 dan Trolley memiliki nilai 100%. Hal tersebut dikarenakan terjadinya produk *defect* hanya terdapat pada mesin Wire Caging dan Spinning sehingga mesin lainnya dianggap tidak terdapat *defect*. Berdasarkan standar JIPM, nilai *quality rate* harus 99% atau lebih, dan nilai *quality rate* mesin Wire Caging dan Spinning masih berada dibawah standar namun hampir mendekati standar yang telah ditetapkan.

#### 4.5.2 Analisis Overall Resource Effectiveness (ORE)

Dari perhitungan *Overall Resource Effectiveness* (ORE) yang dilakukan pada jalur produksi 2 selama periode Januari sampai dengan Desember 2016, dapat diketahui nilai rata-rata nilai ORE untuk setiap mesin. Rata-rata nilai ORE untuk mesin Wire Caging sebesar 43.10%, mesin Mixer sebesar 36.94%, mesin Cor sebesar 36.94%, mesin Stressing sebesar 43.10%, mesin Spinning sebesar 42.32%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 24.60%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 24.66%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 30.78%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 43.10%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 30.23% dan Trolley sebesar 49.25%. Dari perhitungan ORE yang telah dilakukan, nilai ORE yang dihasilkan hampir sama dengan OEE dimana perusahaan masih memiliki nilai efektivitas yang rendah dalam melakukan proses produksi.

Hasil perhitungan ORE didapatkan dari 7 parameter perhitungan, yaitu *readiness*, *availability of facility*, *changeover efficiency*, *availability of material*, *availability of manpower*, *performance efficiency*, dan *quality rate*. Rata-rata nilai *readiness* (R) untuk mesin Wire Caging sebesar 93.39%, mesin Mixer sebesar 93.32%, mesin Cor sebesar 93.49%, mesin Stressing sebesar 93.36%, mesin Spinning sebesar 93.23%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 93.55%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 93.27%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 93.40%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 93.24%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 93.22% dan Trolley sebesar 93.54%. Nilai *readiness* didapatkan dari perbandingan antara *planned production time* dengan *total time*. Semakin besar nilai *planned production time* dalam proses produksi, maka nilai *readiness* yang dihasilkan juga akan besar. Aktivitas yang termasuk dalam perhitungan *readiness* pada jalur produksi 2 adalah waktu persiapan mesin dan pekerja pada setiap akan dimulainya *shift* kerja baru, pelumasan dan pemeriksaan mesin, serta rapat atau pemberian informasi kepada pekerja *shift* selanjutnya.

Pada PT. Wijaya Karya Beton, waktu *downtime* mesin berbeda dengan waktu persiapan pada pergantian *shift* baru. *Downtime* mesin dibagi menjadi 2, yaitu waktu berhentinya mesin/part karena rusak dan waktu pergantian atau perbaikan mesin/part tersebut. Waktu berhentinya mesin/part digunakan dalam perhitungan *availability of facility* dan waktu pergantian atau perbaikan mesin/part digunakan dalam perhitungan *changeover efficiency*. Rata-rata nilai *availability of facility* ( $A_f$ ) untuk mesin Wire Caging sebesar 94.15%, mesin Mixer sebesar 95.42%, mesin Cor sebesar 96.60%, mesin Stressing sebesar 94.96%, mesin Spinning sebesar 93.90%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 95.35%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 95.35%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 95.62%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 95.10%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 95.41% dan Trolley sebesar 97.48%. Sedangkan rata-rata nilai *changeover efficiency* ( $C$ ) untuk mesin Wire Caging sebesar 95.50%, mesin Mixer sebesar 96.11%, mesin Cor sebesar 96.94%, mesin Stressing sebesar 95.40%, mesin Spinning sebesar 94.40%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 96.05%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 96.07%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 95.71%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 95.58%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 95.51% dan Trolley sebesar 97.71%.

Nilai *availability of material* ( $A_m$ ) untuk semua mesin pada jalur produksi 2 adalah 100% dikarenakan semua material bahan dasar pembuatan beton pra-cetak selalu tersedia di perusahaan sehingga perusahaan tidak pernah mengalami kekurangan material dalam proses produksi beton pra-cetak. Rata-rata nilai *availability of manpower* ( $A_{mp}$ ) untuk mesin Wire Caging sebesar 85.11%, mesin Mixer sebesar 85.39%, mesin Cor sebesar 85.72%, mesin Stressing sebesar 85.22%, mesin Spinning sebesar 84.87%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 85.42%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 85.54%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 85.37%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 85.24%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 85.24% dan Trolley sebesar 85.28%. Aktivitas yang diperlukan dalam perhitungan *availability of manpower* adalah waktu istirahat pekerja pada jalur produksi 2.

Nilai *performance efficiency* dan *quality rate* pada ORE adalah sama dengan nilai *performance rate* dan *quality rate* pada OEE. Rata-rata nilai *performance efficiency* yaitu untuk mesin Wire Caging sebesar 61.33%, mesin Mixer sebesar 50.56%, mesin Cor sebesar 49.23%, mesin Stressing sebesar 59.78%, mesin Spinning sebesar 61.44%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 33.61%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 33.76%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 42.19%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 59.69%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 41.73% dan Trolley sebesar 64.31%. Sedangkan rata-rata nilai *quality rate* ( $QR$ ) untuk mesin Wire Caging sebesar 98.38%, dan mesin Spinning sebesar 98.21%, sedangkan

mesin Mixer, mesin Cor, mesin Stressing, mesin Overhead Crane 1, mesin Overhead Crane 2, mesin Overhead Crane 3, mesin Overhead Crane 4, mesin Overhead Crane 5 dan Trolley memiliki nilai 100%.

#### 4.5.3 Analisis Pengaruh Faktor Dominan

Dalam penelitian ini yang menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Overall Resource Effectiveness* (ORE), hasil perhitungan OEE dan ORE masih menunjukkan nilai yang kecil. Hasil perhitungan OEE dengan nilai sebesar 23.22 – 51.49% menunjukkan bahwa nilai tersebut masih berada dibawah standar JIPM yang idealnya adalah 85%. Sedangkan hasil perhitungan ORE dengan nilai sebesar 21.77 – 51.49% menunjukkan bahwa nilai tersebut merupakan nilai yang kecil. Rendahnya nilai OEE dan ORE yang dihasilkan, disebabkan karena nilai *performance rate* pada OEE atau *performance efficiency* pada ORE kecil sehingga sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan OEE maupun ORE. Nilai *performance rate* atau *performance efficiency* didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah beton pra-cetak yang diproduksi dengan waktu siklus mesin untuk memproduksi beton pra-cetak perbatang, lalu dibandingkan dengan *actual running time* yang digunakan untuk memproduksi beton. Nilai *performance* yang kecil diperoleh karena kuantitas beton pra-cetak yang dihasilkan masih sedikit dan tidak sesuai dengan rencana awal yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Selain itu, nilai performansi yang rendah dapat juga disebabkan karena waktu operasi mesin yang tinggi sedangkan jumlah produk yang dihasilkan hanya sedikit. Padahal dengan *actual running time* yang telah disediakan oleh perusahaan, seharusnya dapat memproduksi beton pra-cetak lebih banyak dari yang telah diproduksi dan mampu mencapai target yang telah direncanakan sebelumnya. Hal tersebut membuat mesin tidak digunakan secara optimal dan penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan kapasitas yang tersedia sehingga banyak waktu yang terbuang untuk mesin menganggur dibandingkan untuk melakukan produksi.

Pada PT. Wijaya Karya Beton, *downtime* mesin dibagi menjadi 2, yaitu waktu mesin rusak sehingga menyebabkan mesin berhenti dan waktu saat dilakukannya perbaikan atau penggantian part. Waktu mesin rusak digunakan dalam perhitungan *availability of facility*, sedangkan waktu perbaikan dan penggantian part digunakan dalam perhitungan *changeover efficiency*. Faktor *availability of facility* dan *changeover efficiency* dalam perhitungan ORE menghasilkan nilai diatas 90%, dimana hasil perhitungan *availability of facility* sebesar 92.12 – 98.35% dan hasil perhitungan *changeover efficiency* sebesar 93.24 – 99.33%. Hal tersebut membuktikan bahwa *downtime* mesin tidak berpengaruh secara signifikan terhadap

hasil perhitungan ORE karena nilai yang dihasilkan dari perhitungan *availability of facility* dan *changeover efficiency* masih tinggi. Faktor lain yang menyebabkan *downtime* mesin tinggi adalah waktu istirahat operator yang termasuk dalam waktu *downtime* mesin dikarenakan saat jam istirahat operator, mesin tetap menyala namun tidak terjadi aktivitas produksi. Mesin-mesin tersebut dibiarkan menyala karena apabila mesin dimatikan, maka akan dibutuhkan waktu lama untuk melakukan *set up* mesin untuk proses produksi selanjutnya. Selain itu, jenis sistem produksi yang berada di jalur produksi 2 merupakan sistem *man-machine* secara semi-otomatis dimana mesin dapat bekerja apabila mendapatkan bantuan dari operator. Jam kerja operator yang termasuk dalam *downtime* mesin digunakan untuk menghitung *availability of manpower* yang menghasilkan nilai 84.87 – 85.97%.

Data *defect* yang digunakan untuk perhitungan *quality rate* menghasilkan nilai dengan rata-rata sebesar 98.38% untuk mesin Wire Caging dan 98.21% untuk mesin Spinning. Hasil perhitungan tersebut tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perhitungan ORE karena nilai *quality rate* cukup tinggi. Namun hal tersebut dapat berdampak kepada perusahaan dimana jumlah beton pra-cetak yang dihasilkan tidak banyak dan tidak mampu memenuhi target yang telah ditetapkan. Dengan adanya produk cacat, hal tersebut mampu mengurangi jumlah beton pra-cetak yang diproduksi sehingga hasilnya semakin berkurang. PT. Wijaya Karya Beton memiliki batas maksimum jumlah beton cacat yang dihasilkan, yaitu sebesar 1% dari jumlah keseluruhan beton pra-cetak yang diproduksi. Kenyataan yang terjadi di lantai produksi adalah masih terdapat banyak produk cacat yang dihasilkan dan mengurangi jumlah produksi karena produk cacat tidak dapat dilakukan rework untuk memenuhi standar yang telah ditetapkan sehingga menyebabkan pengiriman beton pra-cetak kepada konsumen sering terlambat.

#### 4.5.4 Analisis *Stopwatch Time Study* (STS)

Dari perhitungan *Stopwatch Time Study* (STS) yang dilakukan pada jalur produksi 2 selama periode Januari sampai dengan Desember 2016, didapatkan waktu siklus mesin Overhead Crane 1 dan Cor dengan mempertimbangkan waktu *loading* dan *unloading*, dan waktu *idle* mesin untuk menunggu beton yang sedang diproses pada proses sebelumnya. Pemilihan mesin Overhead Crane 1 dan Cor diperoleh dari hasil nilai ORE terendah yang dihasilkan pada perhitungan dengan waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan sebelumnya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan STS, diperoleh hasil total waktu siklus untuk mesin Overhead Crane sebesar 11.66 menit dengan waktu menunggu dari proses sebelumnya sebesar 5.38 menit, sedangkan untuk mesin Cor diperoleh

waktu siklus dengan total waktu sebesar 11.22 dengan waktu menunggu dari proses sebelumnya sebesar 1.02 menit. Pengamatan dilakukan sebanyak 10 kali replikasi dikarenakan data yang diperoleh sudah cukup dengan dilakukan uji kecukupan data menggunakan Excel dan menghasilkan distribusi normal dengan dilakukan uji normalitas data dengan menggunakan SPSS.

Pada mesin Overhead Crane 1 terdapat hubungan antara 2 operator dan 1 mesin dimana tiap operator memiliki aktivitasnya masing-masing dalam proses produksi tersebut. Operator 1 memiliki 11 aktivitas yang terdiri dari memposisikan mesin diatas curing, mengatur tinggi wire rope agar turun, mengaitkan hook ke beton sebelah kiri, mengatur tinggi wire rope agar naik, mengoperasikan mesin overhead crane agar bergerak maju, mengatur tinggi wire rope agar turun, melepas kaitan hook dari beton, menunggu beton dari proses sebelumnya, dan 2 aktivitas *idle*. Operator 2 memiliki 6 aktivitas yang terdiri dari mengaitkan hook ke beton sebelah kanan, mengoperasikan dan memposisikan trolley, melepas kaitan hook dari beton, dan 3 aktivitas *idle*. Sedangkan mesin Overhead Crane memiliki 9 aktivitas yang terdiri dari mesin bergerak mendekati beton, wire rope bergerak turun mendekati beton, wire rope bergerak naik, mesin overhead crane bergerak maju, wire rope bergerak turun, dan 4 aktivitas *idle*.

Pada mesin Cor terdapat hubungan antara 3 operator dan 1 mesin dimana tiap operator memiliki aktivitasnya masing-masing dalam proses produksi tersebut. Operator 1 memiliki 5 aktivitas yang terdiri dari menyiapkan mesin, mengoperasikan dan memerhatikan mesin cor, mengoperasikan trolley penutup cetakan, menunggu beton dari *batching plant*, dan *idle*. Operator 2 memiliki 9 aktivitas yang terdiri dari Memposisikan cetakan dibawah mesin, Merapikan adonan di dalam cetakan, Mengoperasikan trolley untuk memindahkan cetakan, Memasukkan spons ke dalam sela-sela cetakan, Mengambil baut dan kunci inggris, Memasang baut kiri, Mengencangkan baut kiri, dan 2 aktivitas *idle*. Operator 3 memiliki 8 aktivitas yang terdiri dari merapikan adonan di dalam cetakan, memasukkan spons ke dalam sela-sela cetakan, mengambil baut dan kunci inggris, memasang baut kanan, mengencangkan baut kiri, dan 3 aktivitas *idle*. Sedangkan mesin Cor memiliki 3 aktivitas yang terdiri dari proses penuangan adonan beton ke cetakan dan 2 aktivitas *idle*.

Terdapat perbedaan nilai ORE yang dihasilkan antara waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan dan waktu siklus menggunakan STS. Hasil ORE pada mesin Overhead Crane mengalami peningkatan yang sebelumnya sebesar 23.85% menggunakan waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan menjadi 39.66% menggunakan waktu siklus STS. Sedangkan pada mesin Cor mengalami peningkatan yang sebelumnya sebesar 35.78% menggunakan

waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan menjadi 60.82% menggunakan waktu siklus STS. Perbedaan nilai ORE yang dihasilkan pada perhitungan sebelumnya yang menggunakan waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan dengan perhitungan waktu siklus menggunakan STS terdapat pada faktor *availability of material*, *availability of manpower*, dan *performance efficiency* sehingga nilai ORE mengalami peningkatan.

Pada faktor *availability of material* mengalami penurunan nilai yang semula 100% menjadi 64.95% pada mesin Overhead Crane dan 93% pada mesin Cor. Hal tersebut dikarenakan pada perhitungan ORE sebelumnya, material dianggap selalu ada dan tidak pernah mengalami kekurangan material. Namun pada kenyataannya, material yang diproses pada setiap mesin tidak selalu ada dan mesin mengalami *idle* untuk menunggu material dari proses sebelumnya. Waktu *idle* mesin yang dihasilkan menggunakan STS dikalikan dengan jumlah beton yang diproduksi sehingga menghasilkan nilai *material shortage*, dan hasil tersebut berpengaruh terhadap hasil *running time* yang ada pada perhitungan *availability of material*. Nilai *running time* pada *availability of material* dengan mempertimbangkan waktu *idle* mesin menghasilkan nilai yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan tidak mempertimbangkan waktu *idle* mesin, sehingga menyebabkan nilai *availability of material* lebih rendah dibandingkan dengan hasil perhitungan sebelumnya.

Faktor perhitungan *availability of manpower* juga mengalami penurunan nilai yang semula 85.39% menjadi 76.63% pada mesin Overhead Crane dan 85.79% menjadi 84.74% pada mesin Cor. Hal tersebut dikarenakan hasil *running time* pada perhitungan *availability of material* menghasilkan nilai yang lebih rendah dibandingkan perhitungan *running time* sebelumnya, sehingga berpengaruh terhadap hasil *actual running time* yang terdapat pada perhitungan *availability of manpower*. *Actual running time* berpengaruh terhadap hasil akhir *availability of manpower* sehingga apabila *actual running time* memiliki nilai yang rendah dibandingkan dengan nilai perhitungan sebelumnya, maka nilai *availability of manpower* juga menghasilkan nilai yang lebih rendah dari perhitungan *availability of manpower* sebelumnya.

Faktor perhitungan *performance efficiency* mengalami peningkatan nilai yang semula 32.64% menjadi 96.43% pada mesin Overhead Crane dan 47.40% menjadi 87.65% pada mesin Cor. Hal tersebut dikarenakan pada perhitungan *performance efficiency* sebelumnya dan *performance efficiency* saat ini memiliki nilai waktu siklus yang berbeda. Waktu siklus yang ditetapkan perusahaan hanya berdasarkan pada waktu mesin beroperasi tanpa memperhitungkan waktu *loading* dan *unloading* yang dikerjakan secara manual oleh operator sehingga menyebabkan waktu siklus rendah. Dengan penelitian menggunakan STS,

maka dapat dihasilkan waktu siklus baru pada setiap mesin dengan mempertimbangkan waktu *loading* dan *unloading* saat material mulai diproduksi sampai dengan material selesai diproduksi oleh mesin tersebut. Penelitian menggunakan STS menghasilkan waktu siklus yang lebih besar dibandingkan waktu siklus sebelumnya yang telah ditetapkan oleh perusahaan, sehingga nilai *performance efficiency* mengalami peningkatan dan berpengaruh terhadap nilai ORE yang dihasilkan pula.

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai ORE mengalami peningkatan karena waktu siklus mempertimbangkan waktu *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material dari proses sebelumnya. Waktu siklus yang didapatkan menggunakan STS dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui nilai efektivitas yang sesungguhnya dari mesin dikemudian hari.

## BAB V PENUTUP

Pada bab penutup ini berisi mengenai kesimpulan dan saran sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian dan pembahasan pada bab sebelumnya. Kesimpulan penelitian ini diperoleh dari tujuan penelitian yang telah dirumuskan pada bab pendahuluan. Sedangkan saran untuk penelitian ini diberikan sebagai masukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan agar mampu dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut.

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, berikut merupakan kesimpulan yang dipaparkan pada penelitian ini.

1. Pada jalur produksi 2 beton, dihitung nilai OEE dan ORE pada masing-masing mesin untuk mengetahui nilai efektivitas dari tiap mesin dalam memproduksi beton. Rata-rata nilai OEE untuk mesin Wire Caging sebesar 43.10%, mesin Mixer sebesar 36.94%, mesin Cor sebesar 36.94%, mesin Stressing sebesar 43.10%, mesin Spinning sebesar 42.32%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 24.63%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 24.63%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 30.78%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 43.10%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 30.23% dan Trolley sebesar 49.25%. Nilai 40% yang merupakan standar JIPM dianggap memiliki nilai efektivitas yang rendah, dimana hanya terdapat pada mesin Wire Caging, Stressing, Spinning, dan Trolley, sedangkan mesin lainnya memiliki nilai OEE dibawah 40%. Rata-rata nilai ORE untuk mesin Wire Caging sebesar 43.10%, mesin Mixer sebesar 36.94%, mesin Cor sebesar 36.94%, mesin Stressing sebesar 43.10%, mesin Spinning sebesar 42.32%, mesin Overhead Crane 1 sebesar 24.60%, mesin Overhead Crane 2 sebesar 24.66%, mesin Overhead Crane 3 sebesar 30.78%, mesin Overhead Crane 4 sebesar 43.10%, mesin Overhead Crane 5 sebesar 30.23% dan Trolley sebesar 49.25%.
2. Faktor yang memiliki pengaruh dominan terhadap perhitungan ORE dan OEE yang dihasilkan adalah nilai *performance rate* pada OEE atau *performance efficiency* pada ORE. Perhitungan *performance rate* didapatkan dari perkalian antara jumlah beton pra-cetak yang diproduksi dengan waktu siklus mesin untuk memproduksi beton pra-cetak perbatang, lalu dibandingkan dengan *actual running time* yang digunakan untuk

memproduksi beton. Rendahnya nilai *performance rate* yang dihasilkan disebabkan karena jumlah beton pra-cetak yang dihasilkan pada jalur produksi 2 masih sedikit dan tidak mencapai target yang telah ditetapkan, padahal *actual running time* yang disediakan perusahaan untuk memproduksi beton-pracetak cukup tinggi.

3. Berdasarkan perhitungan ORE, *downtime* mesin yang merupakan waktu mesin rusak sehingga menyebabkan mesin berhenti yang digunakan dalam perhitungan *availability of facility* dan waktu saat dilakukannya perbaikan atau penggantian part yang digunakan dalam perhitungan *changeover efficiency*. Rata-rata perhitungan *availability of facility* pada seluruh mesin di jalur produksi 2 adalah sebesar 95.39% dan rata-rata *changeover efficiency* adalah sebesar 95.91%. Selain itu, *defect* produk yang digunakan dalam perhitungan *quality rate* menghasilkan nilai rata-rata sebesar 98.29%. Hasil ketiga perhitungan tersebut masih tinggi dan tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap nilai ORE yang dihasilkan.
4. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan dalam penelitian ini adalah pengukuran waktu siklus menggunakan *Stopwatch Time Study* (STS) dengan mempertimbangkan waktu *loading*, *unloading*, dan waktu tunggu material dari proses sebelumnya. Penelitian dilakukan dengan 10 replikasi pada mesin Overhead Crane dan Cor yang memiliki nilai ORE terendah. Hasil ORE pada mesin Overhead Crane mengalami peningkatan yang sebelumnya sebesar 23.85% menggunakan waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan menjadi 39.66% menggunakan waktu siklus STS. Sedangkan pada mesin Cor mengalami peningkatan yang sebelumnya sebesar 35.78% menggunakan waktu siklus yang telah ditetapkan perusahaan menjadi 60.82% menggunakan waktu siklus STS.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai waktu siklus dari keseluruhan permesinan di jalur produksi 2.
2. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan pada penelitian ini diharapkan dapat dipertimbangkan dan diterapkan dalam perusahaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan, 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia (FE-UI).
- Corder, A.S. (1988). *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Eswaramurthi, K.G., & Mohanram, P.V. 2013. *Improvement of Manufacturing Performance Measurement System and Evaluation of Overall Resource Effectiveness*. American Journal of Applied Sciences. Vol.10, No.2, page:131-138.
- EXOR/DataVisor Marquess. *The Complete Guide to Simple OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Cincinnati, Ohio. E-document. [www.exor-rd.com](http://www.exor-rd.com). (diunduh pada 8 Februari 2017).
- Gaza-Reyes, J.A. 2015. *From Measuring Overall Equipment Effectiveness (OEE) to Overall Resource Effectiveness (ORE)*. Journal of Maintenance Engineering. Vol.21, Iss 4, page:506-527.
- Heizer, Jay and Barry Render. 2006. *Operation Management (Seventh Edition)*. New Jersey: Prentice Hall.
- Mobley, R. Keith. 2008. *Maintenance Engineering Handbook (Seventh Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Nakajima, Seichi (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. 1st Edition. Cambridge: Productivity Press, Inc.
- Scott, D., & Pisa, R. 1998. *Can Overall Factory Effectiveness Prolog Moore's Law?*. Solid State Technology. Vol.41, page:75-82.
- Stephen, Mattew. 2004. *Productivity and Reliability Based Maintenance Management*. New Jersey: Pearson Education Inc.
- Syaifudin, Haidar Luthfi., Oyong Novareza., Remba Yanuar Efrianto. 2015. *Pengukuran Performansi Sistem Produksi Menggunakan Overall Throughput Effectiveness (OTE)*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol. 3, No.3
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2008. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: Prima Printing.
- Winiartika, Arfa., Arif Rahman., Rakhmat Himawan. 2015. *Analisis Kendala Pada Electrolytic Tinning Line Berdasarkan OEE, OLE, dan OTE*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*. Vol. 3, No.10.
- Lean Production. [www.leanproduction.com](http://www.leanproduction.com). (diakses pada 8 Februari 2017).
- World Class OEE. [www.oee.com/world-class-oee.html](http://www.oee.com/world-class-oee.html). (diakses pada 8 Februari 2017).



## LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Perhitungan *Availability Rate* Setiap Mesin

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	9655	22025	69.52
Februari	31680	9550	22130	69.85
Maret	31680	9540	22140	69.89
April	33120	10055	23065	69.64
Mei	31680	8655	23025	72.68
Juni	33120	8900	24220	73.13
Juli	27360	7985	19375	70.82
Agustus	33120	9825	23295	70.34
September	33120	8825	24295	73.35
Oktober	31680	8555	23125	73.00
November	31680	8630	23050	72.76
Desember	31680	8660	23020	72.66
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8600	23080	72.85
Februari	31680	8750	22930	72.38
Maret	31680	8620	23060	72.79
April	33120	8885	24235	73.17
Mei	31680	7780	23900	75.44
Juni	33120	7950	25170	76.00
Juli	27360	7155	20205	73.85
Agustus	33120	9030	24090	72.74
September	33120	9025	24095	72.75
Oktober	31680	8685	22995	72.59
November	31680	9380	22300	70.39
Desember	31680	8840	22840	72.10
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	7770	23910	75.47
Februari	31680	8435	23245	73.37
Maret	31680	8130	23550	74.34
April	33120	8037	25083	75.73
Mei	31680	7690	23990	75.73
Juni	33120	7765	25355	76.55
Juli	27360	6335	21025	76.85
Agustus	33120	8654	24466	73.87
September	33120	8800	24320	73.43
Oktober	31680	8360	23320	73.61
November	31680	7615	24065	75.96
Desember	31680	7700	23980	75.69

<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8830	22850	72.13
Februari	31680	9495	22185	70.03
Maret	31680	8595	23085	72.87
April	33120	9030	24090	72.74
Mei	31680	8365	23315	73.60
Juni	33120	9380	23740	71.68
Juli	27360	7440	19920	72.81
Agustus	33120	8800	24320	73.43
September	33120	9675	23445	70.79
Oktober	31680	8535	23145	73.06
November	31680	9435	22245	70.22
Desember	31680	8975	22705	71.67
<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	9725	21955	69.30
Februari	31680	9730	21950	69.29
Maret	31680	9345	22335	70.50
April	33120	9660	23460	70.83
Mei	31680	9035	22645	71.48
Juni	33120	9395	23725	71.63
Juli	27360	8315	19045	69.61
Agustus	33120	9945	23175	69.97
September	33120	10110	23010	69.47
Oktober	31680	9415	22265	70.28
November	31680	9395	22285	70.34
Desember	31680	9830	21850	68.97
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680			AR (%)
Februari	31680	7430	24250	76.55
Maret	31680	7485	24195	76.37
April	33120	7930	23750	74.97
Mei	31680	7855	25265	76.28
Juni	33120	6955	24725	78.05
Juli	27360	8210	24910	75.21
Agustus	33120	6280	21080	77.05
September	33120	7705	25415	76.74
Oktober	31680	7243	25877	78.13
November	31680	7390	24290	76.67
Desember	31680	7435	24245	76.53
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8530	23150	73.07
Februari	31680	9050	22630	71.43
Maret	31680	8570	23110	72.95
April	33120	9070	24050	72.61
Mei	31680	8885	22795	71.95
Juni	33120	8640	24480	73.91
Juli	27360	6605	20755	75.86
Agustus	33120	8615	24505	73.99
September	33120	8690	24430	73.76
Oktober	31680	8630	23050	72.76
November	31680	8445	23235	73.34
Desember	31680	8370	23310	73.58

<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8350	23330	73.64
Februari	31680	8750	22930	72.38
Maret	31680	8490	23190	73.20
April	33120	9260	23860	72.04
Mei	31680	8195	23485	74.13
Juni	33120	10150	22970	69.35
Juli	27360	6675	20685	75.60
Agustus	33120	8910	24210	73.10
September	33120	9010	24110	72.80
Oktober	31680	8595	23085	72.87
November	31680	8565	23115	72.96
Desember	31680	8465	23215	73.28

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8110	23570	74.40
Februari	31680	8485	23195	73.22
Maret	31680	8630	23050	72.76
April	33120	9480	23640	71.38
Mei	31680	8470	23210	73.26
Juni	33120	8830	24290	73.34
Juli	27360	7400	19960	72.95
Agustus	33120	8945	24175	72.99
September	33120	9050	24070	72.68
Oktober	31680	8555	23125	73.00
November	31680	8730	22950	72.44
Desember	31680	8465	23215	73.28

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8585	23095	72.90
Februari	31680	8760	22920	72.35
Maret	31680	8500	23180	73.17
April	33120	8700	24420	73.73
Mei	31680	8415	23265	73.44
Juni	33120	8620	24500	73.97
Juli	27360	7020	20340	74.34
Agustus	33120	9900	23220	70.11
September	33120	10240	22880	69.08
Oktober	31680	9720	21960	69.32
November	31680	8725	22955	72.46
Desember	31680	8840	22840	72.10

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Downtime Mesin (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>AR (%)</b>
Januari	31680	8505	23175	73.15
Februari	31680	8630	23050	72.76
Maret	31680	8090	23590	74.46
April	33120	9765	23355	70.52
Mei	31680	8625	23055	72.77
Juni	33120	10360	22760	68.72
Juli	27360	7490	19870	72.62
Agustus	33120	8540	24580	74.21
September	33120	9315	23805	71.88
Oktober	31680	8840	22840	72.10
November	31680	8310	23370	73.77
Desember	31680	8730	22950	72.44

**Lampiran 2. Tabel Perhitungan *Performance Rate* Setiap Mesin**

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	22025	1923	7	61.12
Februari	22130	1929	7	61.02
Maret	22140	2069	7	65.42
April	23065	2055	7	62.37
Mei	23025	1995	7	60.65
Juni	24220	2037	7	58.87
Juli	19375	1780	7	64.31
Agustus	23295	2168	7	65.15
September	24295	2037	7	58.69
Oktober	23125	2024	7	61.27
November	23050	1986	7	60.31
Desember	23020	1867	7	56.77
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23080	1889	6	49.11
Februari	22930	1896	6	49.61
Maret	23060	2039	6	53.05
April	24235	2024	6	50.11
Mei	23900	1960	6	49.21
Juni	25170	2005	6	47.79
Juli	20205	1751	6	52.00
Agustus	24090	2132	6	53.10
September	24095	2003	6	49.88
Oktober	22995	1990	6	51.92
November	22300	1955	6	52.60
Desember	22840	1839	6	48.31
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23910	1889	6	47.40
Februari	23245	1896	6	48.94
Maret	23550	2039	6	51.95
April	25083	2024	6	48.42
Mei	23990	1960	6	49.02
Juni	25355	2005	6	47.45
Juli	21025	1751	6	49.97
Agustus	24466	2132	6	52.28
September	24320	2003	6	49.42
Oktober	23320	1990	6	51.20
November	24065	1955	6	48.74
Desember	23980	1839	6	46.01
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	22850	1889	7	57.87
Februari	22185	1896	7	59.82
Maret	23085	2039	7	61.83
April	24090	2024	7	58.81
Mei	23315	1960	7	58.85
Juni	23740	2005	7	59.12
Juli	19920	1751	7	61.53
Agustus	24320	2132	7	61.37
September	23445	2003	7	59.80
Oktober	23145	1990	7	60.19
November	22245	1955	7	61.52
Desember	22705	1839	7	56.70

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	21955	1889	7	60.23
Februari	21950	1896	7	60.46
Maret	22335	2039	7	63.90
April	23460	2024	7	60.39
Mei	22645	1960	7	60.59
Juni	23725	2005	7	59.16
Juli	19045	1751	7	64.36
Agustus	23175	2132	7	64.40
September	23010	2003	7	60.93
Oktober	22265	1990	7	62.56
November	22285	1955	7	61.41
Desember	21850	1839	7	58.92
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	24250	1889	8	62.32
Februari	24195	1896	8	62.69
Maret	23750	2039	8	68.68
April	25265	2024	8	64.09
Mei	24725	1960	8	63.42
Juni	24910	2005	8	64.39
Juli	21080	1751	8	66.45
Agustus	25415	2132	8	67.11
September	25877	2003	8	61.92
Oktober	24290	1990	8	65.54
November	24245	1955	8	64.51
Desember	24280	1839	8	60.59
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23150	1889	4	32.64
Februari	22630	1896	4	33.51
Maret	23110	2039	4	35.29
April	24050	2024	4	33.66
Mei	22795	1960	4	34.39
Juni	24480	2005	4	32.76
Juli	20755	1751	4	33.75
Agustus	24505	2132	4	34.80
September	24430	2003	4	32.80
Oktober	23050	1990	4	34.53
November	23235	1955	4	33.66
Desember	23310	1839	4	31.56
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23330	1889	4	32.39
Februari	22930	1896	4	33.07
Maret	23190	2039	4	35.17
April	23860	2024	4	33.93
Mei	23485	1960	4	33.38
Juni	22970	2005	4	34.92
Juli	20685	1751	4	33.86
Agustus	24210	2132	4	35.23
September	24110	2003	4	33.23
Oktober	23085	1990	4	34.48
November	23115	1955	4	33.83
Desember	23215	1839	4	31.69



<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23570	1889	5	40.07
Februari	23195	1896	5	40.87
Maret	23050	2039	5	44.23
April	23640	2024	5	42.81
Mei	23210	1960	5	42.22
Juni	24290	2005	5	41.27
Juli	19960	1751	5	43.86
Agustus	24175	2132	5	44.10
September	24070	2003	5	41.61
Oktober	23125	1990	5	43.03
November	22950	1955	5	42.59
Desember	23215	1839	5	39.61

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23095	1889	7	57.25
Februari	22920	1896	7	57.91
Maret	23180	2039	7	61.57
April	24420	2024	7	58.02
Mei	23265	1960	7	58.97
Juni	24500	2005	7	57.29
Juli	20340	1751	7	60.26
Agustus	23220	2132	7	64.27
September	22880	2003	7	61.28
Oktober	21960	1990	7	63.43
November	22955	1955	7	59.62
Desember	22840	1839	7	56.36

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Process Amount (batang)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit/batang)</b>	<b>PR (%)</b>
Januari	23175	1859	5	40.11
Februari	23050	1861	5	40.37
Maret	23590	1999	5	42.37
April	23355	1987	5	42.54
Mei	23055	1924	5	41.73
Juni	22760	1967	5	43.21
Juli	19870	1723	5	43.36
Agustus	24580	2095	5	42.62
September	23805	1965	5	41.27
Oktober	22840	1955	5	42.80
November	23370	1920	5	41.08
Desember	22950	1807	5	39.37



**Lampiran 3. Tabel Perhitungan *Quality Rate* Setiap Mesin**

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1923	34	1889	98.23
Februari	1929	33	1896	98.29
Maret	2069	30	2039	98.55
April	2055	31	2024	98.49
Mei	1995	35	1960	98.25
Juni	2037	32	2005	98.43
Juli	1780	29	1751	98.37
Agustus	2168	36	2132	98.34
September	2037	34	2003	98.33
Oktober	2024	34	1990	98.32
November	1986	31	1955	98.44
Desember	1867	28	1839	98.50
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	30	1859	98.41
Februari	1896	35	1861	98.15
Maret	2039	40	1999	98.04
April	2024	37	1987	98.17
Mei	1960	36	1924	98.16
Juni	2005	38	1967	98.10
Juli	1751	28	1723	98.40
Agustus	2132	37	2095	98.26
September	2003	38	1965	98.10
Oktober	1990	35	1955	98.24
November	1955	35	1920	98.21
Desember	1839	32	1807	98.26
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Production Input (batang)</b>	<b>Defect (Batang)</b>	<b>Production Output (Batang)</b>	<b>QR (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100



**Lampiran 4. Tabel Perhitungan Overall Equipment Effectiveness Setiap Mesin**

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	69.52	61.12	98.23	41.74
Februari	69.85	61.02	98.29	41.89
Maret	69.89	65.42	98.55	45.05
April	69.64	62.37	98.49	42.78
Mei	72.68	60.65	98.25	43.31
Juni	73.13	58.87	98.43	42.38
Juli	70.82	64.31	98.37	44.80
Agustus	70.34	65.15	98.34	45.06
September	73.35	58.69	98.33	42.33
Oktober	73.00	61.27	98.32	43.97
November	72.76	60.31	98.44	43.20
Desember	72.66	56.77	98.50	40.63
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	72.85	49.11	100	35.78
Februari	72.38	49.61	100	35.91
Maret	72.79	53.05	100	38.62
April	73.17	50.11	100	36.67
Mei	75.44	49.21	100	37.12
Juni	76.00	47.79	100	36.32
Juli	73.85	52.00	100	38.40
Agustus	72.74	53.10	100	38.62
September	72.75	49.88	100	36.29
Oktober	72.59	51.92	100	37.69
November	70.39	52.60	100	37.03
Desember	72.10	48.31	100	34.83
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	75.47	47.40	100	35.78
Februari	73.37	48.94	100	35.91
Maret	74.34	51.95	100	38.62
April	75.73	48.42	100	36.67
Mei	75.73	49.02	100	37.12
Juni	76.55	47.45	100	36.32
Juli	76.85	49.97	100	38.40
Agustus	73.87	52.28	100	38.62
September	73.43	49.42	100	36.29
Oktober	73.61	51.20	100	37.69
November	75.96	48.74	100	37.03
Desember	75.69	46.01	100	34.83
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	72.13	57.87	100	41.74
Februari	70.03	59.82	100	41.89
Maret	72.87	61.83	100	45.05
April	72.74	58.81	100	42.78
Mei	73.60	58.85	100	43.31
Juni	71.68	59.12	100	42.38
Juli	72.81	61.53	100	44.80
Agustus	73.43	61.37	100	45.06
September	70.79	59.80	100	42.33
Oktober	73.06	60.19	100	43.97
November	70.22	61.52	100	43.20
Desember	71.67	56.70	100	40.63

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	69.30	60.23	98.41	41.08
Februari	69.29	60.46	98.15	41.12
Maret	70.50	63.90	98.04	44.17
April	70.83	60.39	98.17	42.00
Mei	71.48	60.59	98.16	42.51
Juni	71.63	59.16	98.10	41.57
Juli	69.61	64.36	98.40	44.08
Agustus	69.97	64.40	98.26	44.28
September	69.47	60.93	98.10	41.53
Oktober	70.28	62.56	98.24	43.20
November	70.34	61.41	98.21	42.42
Desember	68.97	58.92	98.26	39.93
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	76.55	62.32	100	47.70
Februari	76.37	62.69	100	47.88
Maret	74.97	68.68	100	51.49
April	76.28	64.09	100	48.89
Mei	78.05	63.42	100	49.49
Juni	75.21	64.39	100	48.43
Juli	77.05	66.45	100	51.20
Agustus	76.74	67.11	100	51.50
September	78.13	61.92	100	48.38
Oktober	76.67	65.54	100	50.25
November	76.53	64.51	100	49.37
Desember	76.64	60.59	100	46.44
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	73.07	32.64	100	23.85
Februari	71.43	33.51	100	23.94
Maret	72.95	35.29	100	25.74
April	72.61	33.66	100	24.44
Mei	71.95	34.39	100	24.75
Juni	73.91	32.76	100	24.21
Juli	75.86	33.75	100	25.60
Agustus	73.99	34.80	100	25.75
September	73.76	32.80	100	24.19
Oktober	72.76	34.53	100	25.13
November	73.34	33.66	100	24.68
Desember	73.58	31.56	100	23.22
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	73.64	32.39	100	23.85
Februari	72.38	33.07	100	23.94
Maret	73.20	35.17	100	25.74
April	72.04	33.93	100	24.44
Mei	74.13	33.38	100	24.75
Juni	69.35	34.92	100	24.21
Juli	75.60	33.86	100	25.60
Agustus	73.10	35.23	100	25.75
September	72.80	33.23	100	24.19
Oktober	72.87	34.48	100	25.13
November	72.96	33.83	100	24.68
Desember	73.28	31.69	100	23.22



<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	74.40	40.07	100	29.81
Februari	73.22	40.87	100	29.92
Maret	72.76	44.23	100	32.18
April	71.38	42.81	100	30.56
Mei	73.26	42.22	100	30.93
Juni	73.34	41.27	100	30.27
Juli	72.95	43.86	100	32.00
Agustus	72.99	44.10	100	32.19
September	72.68	41.61	100	30.24
Oktober	73.00	43.03	100	31.41
November	72.44	42.59	100	30.86
Desember	73.28	39.61	100	29.02

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	72.90	57.25	100	41.74
Februari	72.35	57.91	100	41.89
Maret	73.17	61.57	100	45.05
April	73.73	58.02	100	42.78
Mei	73.44	58.97	100	43.31
Juni	73.97	57.29	100	42.38
Juli	74.34	60.26	100	44.80
Agustus	70.11	64.27	100	45.06
September	69.08	61.28	100	42.33
Oktober	69.32	63.43	100	43.97
November	72.46	59.62	100	43.20
Desember	72.10	56.36	100	40.63

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>AR (%)</b>	<b>PR (%)</b>	<b>QR (%)</b>	<b>OEE (%)</b>
Januari	73.15	40.11	100	29.34
Februari	72.76	40.37	100	29.37
Maret	74.46	42.37	100	31.55
April	70.52	42.54	100	30.00
Mei	72.77	41.73	100	30.37
Juni	68.72	43.21	100	29.70
Juli	72.62	43.36	100	31.49
Agustus	74.21	42.62	100	31.63
September	71.88	41.27	100	29.66
Oktober	72.10	42.80	100	30.86
November	73.77	41.08	100	30.30
Desember	72.44	39.37	100	28.52



### Lampiran 5. Tabel Perhitungan *Readiness* Setiap Mesin

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2165	29515	93.17
Februari	31680	2055	29625	93.51
Maret	31680	2005	29675	93.67
April	33120	2270	30850	93.15
Mei	31680	2010	29670	93.66
Juni	33120	2150	30970	93.51
Juli	27360	2000	25360	92.69
Agustus	33120	2105	31015	93.64
September	33120	2145	30975	93.52
Oktober	31680	2035	29645	93.58
November	31680	2100	29580	93.37
Desember	31680	2160	29520	93.18
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2000	29680	93.69
Februari	31680	2105	29575	93.36
Maret	31680	2010	29670	93.66
April	33120	2070	31050	93.75
Mei	31680	2155	29525	93.20
Juni	33120	2110	31010	93.63
Juli	27360	2015	25345	92.64
Agustus	33120	2215	30905	93.31
September	33120	2165	30955	93.46
Oktober	31680	2170	29510	93.15
November	31680	2195	29485	93.07
Desember	31680	2230	29450	92.96
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2125	29555	93.29
Februari	31680	1995	29685	93.70
Maret	31680	2135	29545	93.26
April	33120	2245	30875	93.22
Mei	31680	2000	29680	93.69
Juni	33120	2195	30925	93.37
Juli	27360	1710	25650	93.75
Agustus	33120	2159	30961	93.48
September	33120	2080	31040	93.72
Oktober	31680	2005	29675	93.67
November	31680	2100	29580	93.37
Desember	31680	2105	29575	93.36
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2135	29545	93.26
Februari	31680	2105	29575	93.36
Maret	31680	2085	29595	93.42
April	33120	2245	30875	93.22
Mei	31680	2030	29650	93.59
Juni	33120	2145	30975	93.52
Juli	27360	1975	25385	92.78
Agustus	33120	2110	31010	93.63
September	33120	2240	30880	93.24
Oktober	31680	2100	29580	93.37
November	31680	2085	29595	93.42
Desember	31680	2045	29635	93.54

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2125	29555	93.29
Februari	31680	2175	29505	93.13
Maret	31680	2035	29645	93.58
April	33120	2225	30895	93.28
Mei	31680	2100	29580	93.37
Juni	33120	2265	30855	93.16
Juli	27360	2005	25355	92.67
Agustus	33120	2280	30840	93.12
September	33120	2260	30860	93.18
Oktober	31680	2105	29575	93.36
November	31680	2195	29485	93.07
Desember	31680	2055	29625	93.51
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	1995	29685	93.70
Februari	31680	2035	29645	93.58
Maret	31680	2005	29675	93.67
April	33120	2145	30975	93.52
Mei	31680	2000	29680	93.69
Juni	33120	2125	30995	93.58
Juli	27360	1990	25370	92.73
Agustus	33120	2135	30985	93.55
September	33120	2155	30965	93.49
Oktober	31680	1995	29685	93.70
November	31680	2005	29675	93.67
Desember	31680	2015	29665	93.64
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2010	29670	93.66
Februari	31680	1980	29700	93.75
Maret	31680	1990	29690	93.72
April	33120	2150	30970	93.51
Mei	31680	2020	29660	93.62
Juni	33120	2185	30935	93.40
Juli	27360	1995	25365	92.71
Agustus	33120	2155	30965	93.49
September	33120	2095	31025	93.67
Oktober	31680	2000	29680	93.69
November	31680	2005	29675	93.67
Desember	31680	1995	29685	93.70
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2100	29580	93.37
Februari	31680	2110	29570	93.34
Maret	31680	2010	29670	93.66
April	33120	2245	30875	93.22
Mei	31680	2105	29575	93.36
Juni	33120	2255	30865	93.19
Juli	27360	2050	25310	92.51
Agustus	33120	2235	30885	93.25
September	33120	2190	30930	93.39
Oktober	31680	2095	29585	93.39
November	31680	2125	29555	93.29
Desember	31680	2115	29565	93.32

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2035	29645	93.58
Februari	31680	2020	29660	93.62
Maret	31680	2105	29575	93.36
April	33120	2270	30850	93.15
Mei	31680	2010	29670	93.66
Juni	33120	2245	30875	93.22
Juli	27360	2000	25360	92.69
Agustus	33120	2230	30890	93.27
September	33120	2195	30925	93.37
Oktober	31680	2010	29670	93.66
November	31680	2005	29675	93.67
Desember	31680	2045	29635	93.54

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2145	29535	93.23
Februari	31680	2110	29570	93.34
Maret	31680	2100	29580	93.37
April	33120	2230	30890	93.27
Mei	31680	2105	29575	93.36
Juni	33120	2225	30895	93.28
Juli	27360	2075	25285	92.42
Agustus	33120	2200	30920	93.36
September	33120	2215	30905	93.31
Oktober	31680	2170	29510	93.15
November	31680	2095	29585	93.39
Desember	31680	2105	29575	93.36

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Total Time (Menit)</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Planned Production Time (Menit)</b>	<b>R (%)</b>
Januari	31680	2110	29570	93.34
Februari	31680	2105	29575	93.36
Maret	31680	2095	29585	93.39
April	33120	2275	30845	93.13
Mei	31680	2125	29555	93.29
Juni	33120	2275	30845	93.13
Juli	27360	2095	25265	92.34
Agustus	33120	2135	30985	93.55
September	33120	2285	30835	93.10
Oktober	31680	2125	29555	93.29
November	31680	2105	29575	93.36
Desember	31680	2120	29560	93.31



**Lampiran 6. Tabel Perhitungan Availability of Facility Setiap Mesin**

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b><math>A_f</math> (%)</b>
Januari	29515	2325	27190	92.12
Februari	29625	2250	27375	92.41
Maret	29675	2345	27330	92.10
April	30850	2370	28480	92.32
Mei	29670	1350	28320	95.45
Juni	30970	1425	29545	95.40
Juli	25360	1320	24040	94.79
Agustus	31015	2195	28820	92.92
September	30975	1400	29575	95.48
Oktober	29645	1290	28355	95.65
November	29580	1305	28275	95.59
Desember	29520	1310	28210	95.56
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b><math>A_f</math> (%)</b>
Januari	29680	1570	28110	94.71
Februari	29575	1605	27970	94.57
Maret	29670	1275	28395	95.70
April	31050	1925	29125	93.80
Mei	29525	950	28575	96.78
Juni	31010	875	30135	97.18
Juli	25345	925	24420	96.35
Agustus	30905	1350	29555	95.63
September	30955	1445	29510	95.33
Oktober	29510	1350	28160	95.43
November	29485	1665	27820	94.35
Desember	29450	1405	28045	95.23
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b><math>A_f</math> (%)</b>
Januari	29555	910	28645	96.92
Februari	29685	1205	28480	95.94
Maret	29545	1085	28460	96.33
April	30875	925	29950	97.00
Mei	29680	990	28690	96.66
Juni	30925	735	30190	97.62
Juli	25650	640	25010	97.50
Agustus	30961	1250	29711	95.96
September	31040	1375	29665	95.57
Oktober	29675	1240	28435	95.82
November	29580	870	28710	97.06
Desember	29575	930	28645	96.86
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b><math>A_f</math> (%)</b>
Januari	29545	1475	28070	95.01
Februari	29575	1880	27695	93.64
Maret	29595	1365	28230	95.39
April	30875	1495	29380	95.16
Mei	29650	1235	28415	95.83
Juni	30975	1670	29305	94.61
Juli	25385	1120	24265	95.59
Agustus	31010	1375	29635	95.57
September	30880	1700	29180	94.49
Oktober	29580	1345	28235	95.45
November	29595	1750	27845	94.09
Desember	29635	1585	28050	94.65

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29555	2055	27500	93.05
Februari	29505	1985	27520	93.27
Maret	29645	1930	27715	93.49
April	30895	1775	29120	94.25
Mei	29580	1565	28015	94.71
Juni	30855	1540	29315	95.01
Juli	25355	1530	23825	93.97
Agustus	30840	1945	28895	93.69
September	30860	2005	28855	93.50
Oktober	29575	1720	27855	94.18
November	29485	1685	27800	94.29
Desember	29625	1945	27680	93.43
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29685	755	28930	97.46
Februari	29645	785	28860	97.35
Maret	29675	1075	28600	96.38
April	30975	840	30135	97.29
Mei	29680	505	29175	98.30
Juni	30995	1020	29975	96.71
Juli	25370	455	24915	98.21
Agustus	30985	790	30195	97.45
September	30965	510	30455	98.35
Oktober	29685	795	28890	97.32
November	29675	775	28900	97.39
Desember	29665	740	28925	97.51
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29670	1345	28325	95.47
Februari	29700	1670	28030	94.38
Maret	29690	1425	28265	95.20
April	30970	1440	29530	95.35
Mei	29660	1575	28085	94.69
Juni	30935	1230	29705	96.02
Juli	25365	695	24670	97.26
Agustus	30965	1465	29500	95.27
September	31025	1370	29655	95.58
Oktober	29680	1455	28225	95.10
November	29675	1325	28350	95.53
Desember	29685	1300	28385	95.62
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29580	1250	28330	95.77
Februari	29570	1405	28165	95.25
Maret	29670	1435	28235	95.16
April	30875	1955	28920	93.67
Mei	29575	1230	28345	95.84
Juni	30865	1865	29000	93.96
Juli	25310	685	24625	97.29
Agustus	30885	1365	29520	95.58
September	30930	1390	29540	95.51
Oktober	29585	1370	28215	95.37
November	29555	1285	28270	95.65
Desember	29565	1425	28140	95.18

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29645	1205	28440	95.94
Februari	29660	1300	28360	95.62
Maret	29575	1340	28235	95.47
April	30850	1585	29265	94.86
Mei	29670	1325	28345	95.53
Juni	30875	1290	29585	95.82
Juli	25360	1005	24355	96.04
Agustus	30890	1275	29615	95.87
September	30925	1430	29495	95.38
Oktober	29670	1255	28415	95.77
November	29675	1410	28265	95.25
Desember	29635	1230	28405	95.85
<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29535	1245	28290	95.78
Februari	29570	1375	28195	95.35
Maret	29580	1260	28320	95.74
April	30890	1285	29605	95.84
Mei	29575	1205	28370	95.93
Juni	30895	1170	29725	96.21
Juli	25285	1365	23920	94.60
Agustus	30920	1845	29075	94.03
September	30905	1965	28940	93.64
Oktober	29510	1830	27680	93.80
November	29585	1395	28190	95.28
Desember	29575	1485	28090	94.98
<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Planned Downtime (Menit)</b>	<b>Facilities Downtime (Menit)</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>A<sub>f</sub> (%)</b>
Januari	29570	1280	28290	95.67
Februari	29575	1305	28270	95.59
Maret	29585	1095	28490	96.30
April	30845	1740	29105	94.36
Mei	29555	1325	28230	95.52
Juni	30845	1995	28850	93.53
Juli	25265	1005	24260	96.02
Agustus	30985	1180	29805	96.19
September	30835	1445	29390	95.31
Oktober	29555	1455	28100	95.08
November	29575	1175	28400	96.03
Desember	29560	1390	28170	95.30

Lampiran 7. Tabel Perhitungan *Changeover Efficiency* Setiap Mesin

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	27190	1205	25985	95.57
Februari	27375	1285	26090	95.31
Maret	27330	1230	26100	95.50
April	28480	1275	27205	95.52
Mei	28320	1335	26985	95.29
Juni	29545	1185	28360	95.99
Juli	24040	1245	22795	94.82
Agustus	28820	1385	27435	95.19
September	29575	1140	28435	96.15
Oktober	28355	1270	27085	95.52
November	28275	1265	27010	95.53
Desember	28210	1230	26980	95.64
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28110	1070	27040	96.19
Februari	27970	1080	26890	96.14
Maret	28395	1375	27020	95.16
April	29125	750	28375	97.42
Mei	28575	715	27860	97.50
Juni	30135	825	29310	97.26
Juli	24420	795	23625	96.74
Agustus	29555	1325	28230	95.52
September	29510	1275	28235	95.68
Oktober	28160	1205	26955	95.72
November	27820	1560	26260	94.39
Desember	28045	1245	26800	95.56
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28645	775	27870	97.29
Februari	28480	1275	27205	95.52
Maret	28460	950	27510	96.66
April	29950	727	29223	97.57
Mei	28690	740	27950	97.42
Juni	30190	695	29495	97.70
Juli	25010	565	24445	97.74
Agustus	29711	1105	28606	96.28
September	29665	1205	28460	95.94
Oktober	28435	1155	27280	95.94
November	28710	685	28025	97.61
Desember	28645	705	27940	97.54
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28070	1260	26810	95.51
Februari	27695	1550	26145	94.40
Maret	28230	1185	27045	95.80
April	29380	1150	28230	96.09
Mei	28415	1140	27275	95.99
Juni	29305	1425	27880	95.14
Juli	24265	925	23340	96.19
Agustus	29635	1175	28460	96.04
September	29180	1595	27585	94.53
Oktober	28235	1130	27105	96.00
November	27845	1640	26205	94.11
Desember	28050	1385	26665	95.06

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	27500	1585	25915	94.24
Februari	27520	1610	25910	94.15
Maret	27715	1420	26295	94.88
April	29120	1520	27600	94.78
Mei	28015	1410	26605	94.97
Juni	29315	1450	27865	95.05
Juli	23825	1360	22465	94.29
Agustus	28895	1580	27315	94.53
September	28855	1705	27150	94.09
Oktober	27855	1630	26225	94.15
November	27800	1555	26245	94.41
Desember	27680	1870	25810	93.24
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28930	720	28210	97.51
Februari	28860	705	28155	97.56
Maret	28600	890	27710	96.89
April	30135	730	29405	97.58
Mei	29175	490	28685	98.32
Juni	29975	925	29050	96.91
Juli	24915	415	24500	98.33
Agustus	30195	640	29555	97.88
September	30455	438	30017	98.56
Oktober	28890	640	28250	97.78
November	28900	695	28205	97.60
Desember	28925	685	28240	97.63
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28325	1215	27110	95.71
Februari	28030	1440	26590	94.86
Maret	28265	1195	27070	95.77
April	29530	1340	28190	95.46
Mei	28085	1330	26755	95.26
Juni	29705	1085	28620	96.35
Juli	24670	495	24175	97.99
Agustus	29500	855	28645	97.10
September	29655	1085	28570	96.34
Oktober	28225	1215	27010	95.70
November	28350	1155	27195	95.93
Desember	28385	1115	27270	96.07
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28330	1040	27290	96.33
Februari	28165	1275	26890	95.47
Maret	28235	1085	27150	96.16
April	28920	920	28000	96.82
Mei	28345	900	27445	96.82
Juni	29000	1890	27110	93.48
Juli	24625	520	24105	97.89
Agustus	29520	1170	28350	96.04
September	29540	1290	28250	95.63
Oktober	28215	1170	27045	95.85
November	28270	1195	27075	95.77
Desember	28140	965	27175	96.57

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28440	910	27530	96.80
Februari	28360	1205	27155	95.75
Maret	28235	1225	27010	95.66
April	29265	1485	27780	94.93
Mei	28345	1175	27170	95.85
Juni	29585	1155	28430	96.10
Juli	24355	975	23380	96.00
Agustus	29615	1300	28315	95.61
September	29495	1285	28210	95.64
Oktober	28415	1330	27085	95.32
November	28265	1355	26910	95.21
Desember	28405	1230	27175	95.67

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28290	1235	27055	95.63
Februari	28195	1315	26880	95.34
Maret	28320	1180	27140	95.83
April	29605	1045	28560	96.47
Mei	28370	1145	27225	95.96
Juni	29725	1085	28640	96.35
Juli	23920	160	23760	99.33
Agustus	29075	1715	27360	94.10
September	28940	1920	27020	93.37
Oktober	27680	1760	25920	93.64
November	28190	1275	26915	95.48
Desember	28090	1290	26800	95.41

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Loading Time (Menit)</b>	<b>Setup and Adjustments (Menit)</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>C (%)</b>
Januari	28290	1155	27135	95.92
Februari	28270	1260	27010	95.54
Maret	28490	940	27550	96.70
April	29105	1610	27495	94.47
Mei	28230	1215	27015	95.70
Juni	28850	1950	26900	93.24
Juli	24260	970	23290	96.00
Agustus	29805	1085	28720	96.36
September	29390	1445	27945	95.08
Oktober	28100	1300	26800	95.37
November	28400	1070	27330	96.23
Desember	29560	1260	26910	95.53



**Lampiran 8. Tabel Perhitungan Availability of Material Setiap Mesin**

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b><math>A_m</math> (%)</b>
Januari	25985	0	25985	100
Februari	26090	0	26090	100
Maret	26100	0	26100	100
April	27205	0	27205	100
Mei	26985	0	26985	100
Juni	28360	0	28360	100
Juli	22795	0	22795	100
Agustus	27435	0	27435	100
September	28435	0	28435	100
Oktober	27085	0	27085	100
November	27010	0	27010	100
Desember	26980	0	26980	100
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b><math>A_m</math> (%)</b>
Januari	27040	0	27040	100
Februari	26890	0	26890	100
Maret	27020	0	27020	100
April	28375	0	28375	100
Mei	27860	0	27860	100
Juni	29310	0	29310	100
Juli	23625	0	23625	100
Agustus	28230	0	28230	100
September	28235	0	28235	100
Oktober	26955	0	26955	100
November	26260	0	26260	100
Desember	26800	0	26800	100
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b><math>A_m</math> (%)</b>
Januari	27870	0	27870	100
Februari	27205	0	27205	100
Maret	27510	0	27510	100
April	29223	0	29223	100
Mei	27950	0	27950	100
Juni	29495	0	29495	100
Juli	24445	0	24445	100
Agustus	28606	0	28606	100
September	28460	0	28460	100
Oktober	27280	0	27280	100
November	28025	0	28025	100
Desember	27940	0	27940	100
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b><math>A_m</math> (%)</b>
Januari	26810	0	26810	100
Februari	26145	0	26145	100
Maret	27045	0	27045	100
April	28230	0	28230	100
Mei	27275	0	27275	100
Juni	27880	0	27880	100
Juli	23340	0	23340	100
Agustus	28460	0	28460	100
September	27585	0	27585	100
Oktober	27105	0	27105	100
November	26205	0	26205	100
Desember	26665	0	26665	100

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	25915	0	25915	100
Februari	25910	0	25910	100
Maret	26295	0	26295	100
April	27600	0	27600	100
Mei	26605	0	26605	100
Juni	27865	0	27865	100
Juli	22465	0	22465	100
Agustus	27315	0	27315	100
September	27150	0	27150	100
Oktober	26225	0	26225	100
November	26245	0	26245	100
Desember	25810	0	25810	100
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	28210	0	28210	100
Februari	28155	0	28155	100
Maret	27710	0	27710	100
April	29405	0	29405	100
Mei	28685	0	28685	100
Juni	29050	0	29050	100
Juli	24500	0	24500	100
Agustus	29555	0	29555	100
September	30017	0	30017	100
Oktober	28250	0	28250	100
November	28205	0	28205	100
Desember	28240	0	28240	100
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	27110	0	27110	100
Februari	26590	0	26590	100
Maret	27070	0	27070	100
April	28190	0	28190	100
Mei	26755	0	26755	100
Juni	28620	0	28620	100
Juli	24175	0	24175	100
Agustus	28645	0	28645	100
September	28570	0	28570	100
Oktober	27010	0	27010	100
November	27195	0	27195	100
Desember	27270	0	27270	100
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	27290	0	27290	100
Februari	26890	0	26890	100
Maret	27150	0	27150	100
April	28000	0	28000	100
Mei	27445	0	27445	100
Juni	27110	0	27110	100
Juli	24105	0	24105	100
Agustus	28350	0	28350	100
September	28250	0	28250	100
Oktober	27045	0	27045	100
November	27075	0	27075	100
Desember	27175	0	27175	100

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	27530	0	27530	100
Februari	27155	0	27155	100
Maret	27010	0	27010	100
April	27780	0	27780	100
Mei	27170	0	27170	100
Juni	28430	0	28430	100
Juli	23380	0	23380	100
Agustus	28315	0	28315	100
September	28210	0	28210	100
Oktober	27085	0	27085	100
November	26910	0	26910	100
Desember	27175	0	27175	100
<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	27055	0	27055	100
Februari	26880	0	26880	100
Maret	27140	0	27140	100
April	28560	0	28560	100
Mei	27225	0	27225	100
Juni	28640	0	28640	100
Juli	23760	0	23760	100
Agustus	27360	0	27360	100
September	27020	0	27020	100
Oktober	25920	0	25920	100
November	26915	0	26915	100
Desember	26800	0	26800	100
<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Operation Time (Menit)</b>	<b>Material Shortages (Menit)</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>m</sub> (%)</b>
Januari	27135	0	27135	100
Februari	27010	0	27010	100
Maret	27550	0	27550	100
April	27495	0	27495	100
Mei	27015	0	27015	100
Juni	26900	0	26900	100
Juli	23290	0	23290	100
Agustus	28720	0	28720	100
September	27945	0	27945	100
Oktober	26800	0	26800	100
November	27330	0	27330	100
Desember	26910	0	26910	100

**Lampiran 9. Tabel Perhitungan Availability of Manpower Setiap Mesin**

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	25985	3960	22025	84.76
Februari	26090	3960	22130	84.82
Maret	26100	3960	22140	84.83
April	27205	4140	23065	84.78
Mei	26985	3960	23025	85.33
Juni	28360	4140	24220	85.40
Juli	22795	3420	19375	85.00
Agustus	27435	4140	23295	84.91
September	28435	4140	24295	85.44
Oktober	27085	3960	23125	85.38
November	27010	3960	23050	85.34
Desember	26980	3960	23020	85.32
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27040	3960	23080	85.36
Februari	26890	3960	22930	85.27
Maret	27020	3960	23060	85.34
April	28375	4140	24235	85.41
Mei	27860	3960	23900	85.79
Juni	29310	4140	25170	85.88
Juli	23625	3420	20205	85.52
Agustus	28230	4140	24090	85.33
September	28235	4140	24095	85.34
Oktober	26955	3960	22995	85.31
November	26260	3960	22300	84.92
Desember	26800	3960	22840	85.22
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27870	3960	23910	85.79
Februari	27205	3960	23245	85.44
Maret	27510	3960	23550	85.61
April	29223	4140	25083	85.83
Mei	27950	3960	23990	85.83
Juni	29495	4140	25355	85.96
Juli	24445	3420	21025	86.01
Agustus	28606	4140	24466	85.53
September	28460	4140	24320	85.45
Oktober	27280	3960	23320	85.48
November	28025	3960	24065	85.87
Desember	27940	3960	23980	85.83
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	26810	3960	22850	85.23
Februari	26145	3960	22185	84.85
Maret	27045	3960	23085	85.36
April	28230	4140	24090	85.33
Mei	27275	3960	23315	85.48
Juni	27880	4140	23740	85.15
Juli	23340	3420	19920	85.35
Agustus	28460	4140	24320	85.45
September	27585	4140	23445	84.99
Oktober	27105	3960	23145	85.39
November	26205	3960	22245	84.89
Desember	26665	3960	22705	85.15

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	25915	3960	21955	84.72
Februari	25910	3960	21950	84.72
Maret	26295	3960	22335	84.94
April	27600	4140	23460	85.00
Mei	26605	3960	22645	85.12
Juni	27865	4140	23725	85.14
Juli	22465	3420	19045	84.78
Agustus	27315	4140	23175	84.84
September	27150	4140	23010	84.75
Oktober	26225	3960	22265	84.90
November	26245	3960	22285	84.91
Desember	25810	3960	21850	84.66
<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	28210	3960	24250	85.96
Februari	28155	3960	24195	85.94
Maret	27710	3960	23750	85.71
April	29405	4140	25265	85.92
Mei	28685	3960	24725	86.19
Juni	29050	4140	24910	85.75
Juli	24500	3420	21080	86.04
Agustus	29555	4140	25415	85.99
September	30017	4140	25877	86.21
Oktober	28250	3960	24290	85.98
November	28205	3960	24245	85.96
Desember	28240	3960	24280	85.98
<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27110	3960	23150	85.39
Februari	26590	3960	22630	85.11
Maret	27070	3960	23110	85.37
April	28190	4140	24050	85.31
Mei	26755	3960	22795	85.20
Juni	28620	4140	24480	85.53
Juli	24175	3420	20755	85.85
Agustus	28645	4140	24505	85.55
September	28570	4140	24430	85.51
Oktober	27010	3960	23050	85.34
November	27195	3960	23235	85.44
Desember	27270	3960	23310	85.48
<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27290	3960	23330	86.76
Februari	26890	3960	22930	84.46
Maret	27150	3960	23190	82.82
April	28000	4140	23860	86.94
Mei	27445	3960	23485	86.63
Juni	27110	4140	22970	95.29
Juli	24105	3420	20685	72.96
Agustus	28350	4140	24210	85.70
September	28250	4140	24110	89.15
Oktober	27045	3960	23085	85.26
November	27075	3960	23115	85.06
Desember	27175	3960	23215	85.43

<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27530	3960	23570	85.62
Februari	27155	3960	23195	85.42
Maret	27010	3960	23050	85.34
April	27780	4140	23640	85.10
Mei	27170	3960	23210	85.43
Juni	28430	4140	24290	85.44
Juli	23380	3420	19960	85.37
Agustus	28315	4140	24175	85.38
September	28210	4140	24070	85.32
Oktober	27085	3960	23125	85.38
November	26910	3960	22950	85.28
Desember	27175	3960	23215	85.43

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27055	3960	23095	85.36
Februari	26880	3960	22920	85.27
Maret	27140	3960	23180	85.41
April	28560	4140	24420	85.50
Mei	27225	3960	23265	85.45
Juni	28640	4140	24500	85.54
Juli	23760	3420	20340	85.61
Agustus	27360	4140	23220	84.87
September	27020	4140	22880	84.68
Oktober	25920	3960	21960	84.72
November	26915	3960	22955	85.29
Desember	26800	3960	22840	85.22

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Running Time (Menit)</b>	<b>Manpower Absence (Menit)</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>A<sub>mp</sub> (%)</b>
Januari	27135	3960	23175	85.41
Februari	27010	3960	23050	85.34
Maret	27550	3960	23590	85.63
April	27495	4140	23355	84.94
Mei	27015	3960	23055	85.34
Juni	26900	4140	22760	84.61
Juli	23290	3420	19870	85.32
Agustus	28720	4140	24580	85.58
September	27945	4140	23805	85.19
Oktober	26800	3960	22840	85.22
November	27330	3960	23370	85.51
Desember	26910	3960	22950	85.28



### Lampiran 10. Tabel Perhitungan *Performance Effectiveness* Setiap Mesin

Mesin Wire Caging					
Periode	Actual Running Time (Menit)	Quantity Produced (Batang)	Cycle Time (Menit/Batang)	Earned Time (Menit)	P (%)
Januari	22025	1923	7	13461	61.12
Februari	22130	1929	7	13503	61.02
Maret	22140	2069	7	14483	65.42
April	23065	2055	7	14385	62.37
Mei	23025	1995	7	13965	60.65
Juni	24220	2037	7	14259	58.87
Juli	19375	1780	7	12460	64.31
Agustus	23295	2168	7	15176	65.15
September	24295	2037	7	14259	58.69
Oktober	23125	2024	7	14168	61.27
November	23050	1986	7	13902	60.31
Desember	23020	1867	7	13069	56.77
Mesin Mixer					
Periode	Actual Running Time (Menit)	Quantity Produced (Batang)	Cycle Time (Menit/Batang)	Earned Time (Menit)	P (%)
Januari	23080	1889	6	11334	49.11
Februari	22930	1896	6	11376	49.61
Maret	23060	2039	6	12234	53.05
April	24235	2024	6	12144	50.11
Mei	23900	1960	6	11760	49.21
Juni	25170	2005	6	12030	47.79
Juli	20205	1751	6	10506	52.00
Agustus	24090	2132	6	12792	53.10
September	24095	2003	6	12018	49.88
Oktober	22995	1990	6	11940	51.92
November	22300	1955	6	11730	52.60
Desember	22840	1839	6	11034	48.31
Mesin Cor					
Periode	Actual Running Time (Menit)	Quantity Produced (Batang)	Cycle Time (Menit/Batang)	Earned Time (Menit)	P (%)
Januari	23910	1889	6	11334	47.40
Februari	23245	1896	6	11376	48.94
Maret	23550	2039	6	12234	51.95
April	25083	2024	6	12144	48.42
Mei	23990	1960	6	11760	49.02
Juni	25355	2005	6	12030	47.45
Juli	21025	1751	6	10506	49.97
Agustus	24466	2132	6	12792	52.28
September	24320	2003	6	12018	49.42
Oktober	23320	1990	6	11940	51.20
November	24065	1955	6	11730	48.74
Desember	23980	1839	6	11034	46.01
Mesin Stressing					
Periode	Actual Running Time (Menit)	Quantity Produced (Batang)	Cycle Time (Menit/Batang)	Earned Time (Menit)	P (%)
Januari	22850	1889	7	13223	57.87
Februari	22185	1896	7	13272	59.82
Maret	23085	2039	7	14273	61.83
April	24090	2024	7	14168	58.81
Mei	23315	1960	7	13720	58.85
Juni	23740	2005	7	14035	59.12
Juli	19920	1751	7	12257	61.53
Agustus	24320	2132	7	14924	61.37
September	23445	2003	7	14021	59.80
Oktober	23145	1990	7	13930	60.19
November	22245	1955	7	13685	61.52
Desember	22705	1839	7	12873	56.70

<b>Mesin Spinning</b>					
<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	21955	1889	7	13223	60.23
Februari	21950	1896	7	13272	60.46
Maret	22335	2039	7	14273	63.90
April	23460	2024	7	14168	60.39
Mei	22645	1960	7	13720	60.59
Juni	23725	2005	7	14035	59.16
Juli	19045	1751	7	12257	64.36
Agustus	23175	2132	7	14924	64.40
September	23010	2003	7	14021	60.93
Oktober	22265	1990	7	13930	62.56
November	22285	1955	7	13685	61.41
Desember	21850	1839	7	12873	58.92
<b>Trolley</b>					
<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	24250	1889	8	15112	62.32
Februari	24195	1896	8	15168	62.69
Maret	23750	2039	8	16312	68.68
April	25265	2024	8	16192	64.09
Mei	24725	1960	8	15680	63.42
Juni	24910	2005	8	16040	64.39
Juli	21080	1751	8	14008	66.45
Agustus	25415	2132	8	17056	67.11
September	25877	2003	8	16024	61.92
Oktober	24290	1990	8	15920	65.54
November	24245	1955	8	15640	64.51
Desember	24280	1839	8	14712	60.59
<b>Overhead Crane 1</b>					
<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	23150	1889	4	7556	32.64
Februari	22630	1896	4	7584	33.51
Maret	23110	2039	4	8156	35.29
April	24050	2024	4	8096	33.66
Mei	22795	1960	4	7840	34.39
Juni	24480	2005	4	8020	32.76
Juli	20755	1751	4	7004	33.75
Agustus	24505	2132	4	8528	34.80
September	24430	2003	4	8012	32.80
Oktober	23050	1990	4	7960	34.53
November	23235	1955	4	7820	33.66
Desember	23310	1839	4	7356	31.56
<b>Overhead Crane 2</b>					
<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	23330	1889	4	7556	32.39
Februari	22930	1896	4	7584	33.07
Maret	23190	2039	4	8156	35.17
April	23860	2024	4	8096	33.93
Mei	23485	1960	4	7840	33.38
Juni	22970	2005	4	8020	34.92
Juli	20685	1751	4	7004	33.86
Agustus	24210	2132	4	8528	35.23
September	24110	2003	4	8012	33.23
Oktober	23085	1990	4	7960	34.48
November	23115	1955	4	7820	33.83
Desember	23215	1839	4	7356	31.69

**Overhead Crane 3**

<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	23570	1889	5	9445	40.07
Februari	23195	1896	5	9480	40.87
Maret	23050	2039	5	10195	44.23
April	23640	2024	5	10120	42.81
Mei	23210	1960	5	9800	42.22
Juni	24290	2005	5	10025	41.27
Juli	19960	1751	5	8755	43.86
Agustus	24175	2132	5	10660	44.10
September	24070	2003	5	10015	41.61
Oktober	23125	1990	5	9950	43.03
November	22950	1955	5	9775	42.59
Desember	23215	1839	5	9195	39.61

**Overhead Crane 4**

<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	23095	1889	7	13223	57.25
Februari	22920	1896	7	13272	57.91
Maret	23180	2039	7	14273	61.57
April	24420	2024	7	14168	58.02
Mei	23265	1960	7	13720	58.97
Juni	24500	2005	7	14035	57.29
Juli	20340	1751	7	12257	60.26
Agustus	23220	2132	7	14924	64.27
September	22880	2003	7	14021	61.28
Oktober	21960	1990	7	13930	63.43
November	22955	1955	7	13685	59.62
Desember	22840	1839	7	12873	56.36

**Overhead Crane 5**

<b>Periode</b>	<b>Actual Running Time (Menit)</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Cycle Time (Menit/Batang)</b>	<b>Earned Time (Menit)</b>	<b>P (%)</b>
Januari	23175	1859	5	9295	40.11
Februari	23050	1861	5	9305	40.37
Maret	23590	1999	5	9995	42.37
April	23355	1987	5	9935	42.54
Mei	23055	1924	5	9620	41.73
Juni	22760	1967	5	9835	43.21
Juli	19870	1723	5	8615	43.36
Agustus	24580	2095	5	10475	42.62
September	23805	1965	5	9825	41.27
Oktober	22840	1955	5	9775	42.80
November	23370	1920	5	9600	41.08
Desember	22950	1807	5	9035	39.37



Lampiran 11. Tabel Perhitungan *Quality Rate* Setiap Mesin

<b>Mesin Wire Caging</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1923	34	1889	98.23
Februari	1929	33	1896	98.29
Maret	2069	30	2039	98.55
April	2055	31	2024	98.49
Mei	1995	35	1960	98.25
Juni	2037	32	2005	98.43
Juli	1780	29	1751	98.37
Agustus	2168	36	2132	98.34
September	2037	34	2003	98.33
Oktober	2024	34	1990	98.32
November	1986	31	1955	98.44
Desember	1867	28	1839	98.50
<b>Mesin Mixer</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100
<b>Mesin Cor</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100
<b>Mesin Stressing</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Mesin Spinning</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	30	1859	98.41
Februari	1896	35	1861	98.15
Maret	2039	40	1999	98.04
April	2024	37	1987	98.17
Mei	1960	36	1924	98.16
Juni	2005	38	1967	98.10
Juli	1751	28	1723	98.40
Agustus	2132	37	2095	98.26
September	2003	38	1965	98.10
Oktober	1990	35	1955	98.24
November	1955	35	1920	98.21
Desember	1839	32	1807	98.26

<b>Trolley</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 1</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 2</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100



<b>Overhead Crane 3</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 4</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1889	0	1889	100
Februari	1896	0	1896	100
Maret	2039	0	2039	100
April	2024	0	2024	100
Mei	1960	0	1960	100
Juni	2005	0	2005	100
Juli	1751	0	1751	100
Agustus	2132	0	2132	100
September	2003	0	2003	100
Oktober	1990	0	1990	100
November	1955	0	1955	100
Desember	1839	0	1839	100

<b>Overhead Crane 5</b>				
<b>Periode</b>	<b>Quantity Produced (Batang)</b>	<b>Quantity Rejected (Batang)</b>	<b>Quantity Accepted (Batang)</b>	<b>Q (%)</b>
Januari	1859	0	1859	100
Februari	1861	0	1861	100
Maret	1999	0	1999	100
April	1987	0	1987	100
Mei	1924	0	1924	100
Juni	1967	0	1967	100
Juli	1723	0	1723	100
Agustus	2095	0	2095	100
September	1965	0	1965	100
Oktober	1955	0	1955	100
November	1920	0	1920	100
Desember	1807	0	1807	100



**Lampiran 12. Tabel Perhitungan Overall Resource Effectiveness Setiap Mesin**

Mesin Wire Caging								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.17	92.12	95.57	100	84.76	61.12	98.23	41.74
Februari	93.51	92.41	95.31	100	84.82	61.02	98.29	41.89
Maret	93.67	92.10	95.50	100	84.83	65.42	98.55	45.05
April	93.15	92.32	95.52	100	84.78	62.37	98.49	42.78
Mei	93.66	95.45	95.29	100	85.33	60.65	98.25	43.31
Juni	93.51	95.40	95.99	100	85.40	58.87	98.43	42.38
Juli	92.69	94.79	94.82	100	85.00	64.31	98.37	44.80
Agustus	93.64	92.92	95.19	100	84.91	65.15	98.34	45.06
September	93.52	95.48	96.15	100	85.44	58.69	98.33	42.33
Oktober	93.58	95.65	95.52	100	85.38	61.27	98.32	43.97
November	93.37	95.59	95.53	100	85.34	60.31	98.44	43.20
Desember	93.18	95.56	95.64	100	85.32	56.77	98.50	40.63
Mesin Mixer								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.69	94.71	96.19	100	85.36	49.11	100	35.78
Februari	93.36	94.57	96.14	100	85.27	49.61	100	35.91
Maret	93.66	95.70	95.16	100	85.34	53.05	100	38.62
April	93.75	93.80	97.42	100	85.41	50.11	100	36.67
Mei	93.20	96.78	97.50	100	85.79	49.21	100	37.12
Juni	93.63	97.18	97.26	100	85.88	47.79	100	36.32
Juli	92.64	96.35	96.74	100	85.52	52.00	100	38.40
Agustus	93.31	95.63	95.52	100	85.33	53.10	100	38.62
September	93.46	95.33	95.68	100	85.34	49.88	100	36.29
Oktober	93.15	95.43	95.72	100	85.31	51.92	100	37.69
November	93.07	94.35	94.39	100	84.92	52.60	100	37.03
Desember	92.96	95.23	95.56	100	85.22	48.31	100	34.83
Mesin Cor								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.29	96.92	97.29	100	85.79	47.40	100	35.78
Februari	93.70	95.94	95.52	100	85.44	48.94	100	35.91
Maret	93.26	96.33	96.66	100	85.61	51.95	100	38.62
April	93.22	97.00	97.57	100	85.83	48.42	100	36.67
Mei	93.69	96.66	97.42	100	85.83	49.02	100	37.12
Juni	93.37	97.62	97.70	100	85.96	47.45	100	36.32
Juli	93.75	97.50	97.74	100	86.01	49.97	100	38.40
Agustus	93.48	95.96	96.28	100	85.53	52.28	100	38.62
September	93.72	95.57	95.94	100	85.45	49.42	100	36.29
Oktober	93.67	95.82	95.94	100	85.48	51.20	100	37.69
November	93.37	97.06	97.61	100	85.87	48.74	100	37.03
Desember	93.36	96.86	97.54	100	85.83	46.01	100	34.83
Mesin Stressing								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.26	95.01	95.51	100	85.23	57.87	100	41.74
Februari	93.36	93.64	94.40	100	84.85	59.82	100	41.89
Maret	93.42	95.39	95.80	100	85.36	61.83	100	45.05
April	93.22	95.16	96.09	100	85.33	58.81	100	42.78
Mei	93.59	95.83	95.99	100	85.48	58.85	100	43.31
Juni	93.52	94.61	95.14	100	85.15	59.12	100	42.38
Juli	92.78	95.59	96.19	100	85.35	61.53	100	44.80
Agustus	93.63	95.57	96.04	100	85.45	61.37	100	45.06
September	93.24	94.49	94.53	100	84.99	59.80	100	42.33
Oktober	93.37	95.45	96.00	100	85.39	60.19	100	43.97
November	93.42	94.09	94.11	100	84.89	61.52	100	43.20
Desember	93.54	94.65	95.06	100	85.15	56.70	100	40.63

Mesin Spinning								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.29	93.05	94.24	100	84.72	60.23	98.41	41.08
Februari	93.13	93.27	94.15	100	84.72	60.46	98.15	41.12
Maret	93.58	93.49	94.88	100	84.94	63.90	98.04	44.17
April	93.28	94.25	94.78	100	85.00	60.39	98.17	42.00
Mei	93.37	94.71	94.97	100	85.12	60.59	98.16	42.51
Juni	93.16	95.01	95.05	100	85.14	59.16	98.10	41.57
Juli	92.67	93.97	94.29	100	84.78	64.36	98.40	44.08
Agustus	93.12	93.69	94.53	100	84.84	64.40	98.26	44.28
September	93.18	93.50	94.09	100	84.75	60.93	98.10	41.53
Oktober	93.36	94.18	94.15	100	84.90	62.56	98.24	43.20
November	93.07	94.29	94.41	100	84.91	61.41	98.21	42.42
Desember	93.51	93.43	93.24	100	84.66	58.92	98.26	39.93
Trolley								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.70	97.46	97.51	100	85.96	57.87	100	47.70
Februari	93.58	97.35	97.56	100	85.94	59.82	100	47.88
Maret	93.67	96.38	96.89	100	85.71	61.83	100	51.49
April	93.52	97.29	97.58	100	85.92	58.81	100	48.89
Mei	93.69	98.30	98.32	100	86.19	58.85	100	49.49
Juni	93.58	96.71	96.91	100	85.75	59.12	100	48.43
Juli	92.73	98.21	98.33	100	86.04	61.53	100	51.20
Agustus	93.55	97.45	97.88	100	85.99	61.37	100	51.50
September	93.49	98.35	98.56	100	86.21	59.80	100	48.38
Oktober	93.70	97.32	97.78	100	85.98	60.19	100	50.25
November	93.67	97.39	97.60	100	85.96	61.52	100	49.37
Desember	93.64	97.51	97.63	100	85.98	56.70	100	46.44
Overhead Crane 1								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.66	95.47	95.71	100	85.39	32.64	100	23.85
Februari	93.75	94.38	94.86	100	85.11	33.51	100	23.94
Maret	93.72	95.20	95.77	100	85.37	35.29	100	25.74
April	93.51	95.35	95.46	100	85.31	33.66	100	24.44
Mei	93.62	94.69	95.26	100	85.20	34.39	100	24.75
Juni	93.40	96.02	96.35	100	85.53	32.76	100	24.21
Juli	92.71	97.26	97.99	100	85.85	33.75	100	25.60
Agustus	93.49	95.27	97.10	100	85.55	34.80	100	25.75
September	93.67	95.58	96.34	100	85.51	32.80	100	24.19
Oktober	93.69	95.10	95.70	100	85.34	34.53	100	25.13
November	93.67	95.53	95.93	100	85.44	33.66	100	24.68
Desember	93.70	95.62	96.07	100	85.48	31.56	100	23.22
Overhead Crane 2								
Periode	R (%)	Ar (%)	C (%)	Am (%)	Amp (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.37	95.77	96.33	100	86.76	32.39	100	24.21
Februari	93.34	95.25	95.47	100	84.46	33.07	100	23.71
Maret	93.66	95.16	96.16	100	82.82	35.17	100	24.96
April	93.22	93.67	96.82	100	86.94	33.93	100	24.94
Mei	93.36	95.84	96.82	100	86.63	33.38	100	25.05
Juni	93.19	93.96	93.48	100	95.29	34.92	100	27.23
Juli	92.51	97.29	97.89	100	72.96	33.86	100	21.77
Agustus	93.25	95.58	96.04	100	85.70	35.23	100	25.84
September	93.39	95.51	95.63	100	89.15	33.23	100	25.27
Oktober	93.39	95.37	95.85	100	85.26	34.48	100	25.10
November	93.29	95.65	95.77	100	85.06	33.83	100	24.59
Desember	93.32	95.18	96.57	100	85.43	31.69	100	23.22

## Overhead Crane 3

Periode	R (%)	A <sub>r</sub> (%)	C (%)	A <sub>m</sub> (%)	A <sub>mp</sub> (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.58	95.94	96.80	100	85.62	40.07	100	29.81
Februari	93.62	95.62	95.75	100	85.42	40.87	100	29.92
Maret	93.36	95.47	95.66	100	85.34	44.23	100	32.18
April	93.15	94.86	94.93	100	85.10	42.81	100	30.56
Mei	93.66	95.53	95.85	100	85.43	42.22	100	30.93
Juni	93.22	95.82	96.10	100	85.44	41.27	100	30.27
Juli	92.69	96.04	96.00	100	85.37	43.86	100	32.00
Agustus	93.27	95.87	95.61	100	85.38	44.10	100	32.19
September	93.37	95.38	95.64	100	85.32	41.61	100	30.24
Oktober	93.66	95.77	95.32	100	85.38	43.03	100	31.41
November	93.67	95.25	95.21	100	85.28	42.59	100	30.86
Desember	93.54	95.85	95.67	100	85.43	39.61	100	29.02

## Overhead Crane 4

Periode	R (%)	A <sub>r</sub> (%)	C (%)	A <sub>m</sub> (%)	A <sub>mp</sub> (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.23	95.78	95.63	100	85.36	57.25	100	41.74
Februari	93.34	95.35	95.34	100	85.27	57.91	100	41.89
Maret	93.37	95.74	95.83	100	85.41	61.57	100	45.05
April	93.27	95.84	96.47	100	85.50	58.02	100	42.78
Mei	93.36	95.93	95.96	100	85.45	58.97	100	43.31
Juni	93.28	96.21	96.35	100	85.54	57.29	100	42.38
Juli	92.42	94.60	99.33	100	85.61	60.26	100	44.80
Agustus	93.36	94.03	94.10	100	84.87	64.27	100	45.06
September	93.31	93.64	93.37	100	84.68	61.28	100	42.33
Oktober	93.15	93.80	93.64	100	84.72	63.43	100	43.97
November	93.39	95.28	95.48	100	85.29	59.62	100	43.20
Desember	93.36	94.98	95.41	100	85.22	56.36	100	40.63

## Overhead Crane 5

Periode	R (%)	A <sub>r</sub> (%)	C (%)	A <sub>m</sub> (%)	A <sub>mp</sub> (%)	P (%)	Q (%)	ORE (%)
Januari	93.34	95.67	95.92	100	85.41	40.11	100	29.34
Februari	93.36	95.59	95.54	100	85.34	40.37	100	29.37
Maret	93.39	96.30	96.70	100	85.63	42.37	100	31.55
April	93.13	94.36	94.47	100	84.94	42.54	100	30.00
Mei	93.29	95.52	95.70	100	85.34	41.73	100	30.37
Juni	93.13	93.53	93.24	100	84.61	43.21	100	29.70
Juli	92.34	96.02	96.00	100	85.32	43.36	100	31.49
Agustus	93.55	96.19	96.36	100	85.58	42.62	100	31.63
September	93.10	95.31	95.08	100	85.19	41.27	100	29.66
Oktober	93.29	95.08	95.37	100	85.22	42.80	100	30.86
November	93.36	96.03	96.23	100	85.51	41.08	100	30.30
Desember	93.31	95.30	95.53	100	85.28	39.37	100	28.52

Lampiran 13. Tabel Uji Kecukupan Data Mesin Overhead Crane 1

	Menyiapkan Mesin	Mengatur Tinggi Wire Rope	Wire Rope Bergerak Turun	Mengatur Tinggi Wire Buat Naik	Wire Rope Naik	Oc Bergerak	Mengaitkan Hook Kanan	Mengatur Wire Rope Turun 2	Wire Rope Turun 2	Melepas Kaitan Hook	Menunggu Beton
1	120	21	21	12	20	124	20	21	23	18	305
2	135	18	18	13	18	123	19	18	24	22	310
3	133	23	19	12	21	120	20	19	22	21	296
4	120	20	20	14	19	122	19	20	21	19	301
5	110	21	18	15	17	128	21	18	20	21	302
6	121	22	20	12	20	127	18	21	23	23	298
7	114	23	21	13	18	130	22	19	22	20	296
8	117	21	18	12	18	121	22	20	20	21	305
9	118	20	19	13	17	123	21	20	25	22	302
10	119	19	18	12	19	120	22	17	22	23	304
Rata-rata (Detik)	120.7	20.8	19.2	12.8	18.7	123.8	20.4	19.3	22.2	21	301.9
Rata-rata (Menit)	2.01	0.34	0.32	0.21	0.31	2.06	0.34	0.32	0.37	0.35	5.03
Jumlah	1207	208	192	128	187	1238	204	193	222	210	3019
$\sum X_i^2$	146225	4350	3700	1648	3513	153372	4180	3741	4952	4434	911611
$(\sum X_i)^2$	1456849	43264	36864	16384	34969	1532644	41616	37249	49284	44100	9114361
Kecukupan Data	5.93	8.72	5.90	9.375	7.36	1.12	7.07	6.9	7.6	8.70	0.30

**Lampiran 14. Uji Kecukupan Data Mesin Cor**

	Menyiapkan Mesin	Mengoperasikan Mesin	Merapikan Adonan	Mengoperasikan Trolley Pindah Cetakan	Memasukkan Spons	Mengambil Baut	Memasang Baut	Mengencangkan Baut	Menunggu Beton
1	29	302	65	35	54	16	46	129	60
2	26	305	67	38	49	15	54	139	63
3	30	307	67	36	55	13	49	128	65
4	27	304	69	31	55	15	50	117	59
5	27	297	64	35	54	15	52	127	68
6	29	295	66	38	66	15	57	129	60
7	27	300	63	32	57	13	49	137	55
8	28	304	64	33	53	14	52	124	57
9	24	302	66	40	60	16	53	122	65
10	26	296	69	36	58	15	50	124	60
Rata-rata (Detik)	27.3	301.2	66	35.4	56.1	14.7	51.2	127.6	61.2
Rata-rata (Menit)	0.45	5.02	1.1	0.59	0.93	0.24	0.85	2.12	1.02
Jumlah	273	3012	660	354	561	147	512	1276	612
$\sum X_i^2$	7481	907364	43598	12604	31661	2171	26300	163210	37598
$(\sum X_i)^2$	74529	9072144	435600	125316	314721	21609	262144	1628176	374544
Kecukupan Data	6.03	0.26	1.39	9.24	9.60	7.47	5.22	3.85	6.13

Lampiran 15. Tabel Uji Keseragaman Data Mesin Overhead Crane 1

	Menyiapkan Mesin	Mengatur Tinggi Wire Rope	Wire Rope Bergerak Turun	Mengatur Tinggi Wire Buat Naik	Wire Rope Naik	Oc Bergerak	Mengaitkan Hook Kanan	Mengatur Wire Rope Turun 2	Wire Rope Turun 2	Melepas Kaitan Hook	Menunggu Beton
1	120	21	21	12	20	124	20	21	23	18	305
2	135	18	18	13	18	123	19	18	24	22	310
3	133	23	19	12	21	120	20	19	22	21	296
4	120	20	20	14	19	122	19	20	21	19	301
5	110	21	18	15	17	128	21	18	20	21	302
6	121	22	20	12	20	127	18	21	23	23	298
7	114	23	21	13	18	130	22	19	22	20	296
8	117	21	18	12	18	121	22	20	20	21	305
9	118	20	19	13	17	123	21	20	25	22	302
10	119	19	18	12	19	120	22	17	22	23	304
Rata-rata (Detik)	120.7	20.8	19.2	12.8	18.7	123.8	20.4	19.3	22.2	21	301.9
Standar Deviasi	7.75	1.62	1.23	1.03	1.34	3.46	1.43	1.34	1.62	1.63	4.41
BKA	136.19	24.04	21.66	14.87	21.37	130.72	23.26	21.97	25.44	24.27	310.72
BKB	105.21	17.56	16.74	10.73	16.03	116.88	17.54	16.63	18.96	17.73	293.08

**Lampiran 16. Tabel Uji Keseragaman Data Mesin Cor**

	Menyiapkan Mesin	Mengoperasikan Mesin	Merapikan Adonan	Mengoperasikan Trolley Pemindah Cetakan	Memasukkan Spons	Mengambil Baut	Memasang Baut	Mengencangkan Baut	Menunggu Beton
1	29	302	65	35	54	16	46	129	60
2	26	305	67	38	49	15	54	139	63
3	30	307	67	36	55	13	49	128	65
4	27	304	69	31	55	15	50	117	59
5	27	297	64	35	54	15	52	127	68
6	29	295	66	38	66	15	57	129	60
7	27	300	63	32	57	13	49	137	55
8	28	304	64	33	53	14	52	124	57
9	24	302	66	40	60	16	53	122	65
10	26	296	69	36	58	15	50	124	60
Rata-rata (Detik)	27.3	301.2	66	35.4	56.1	14.7	51.2	127.6	61.2
Standar Deviasi	1.77	4.08	2.05	2.84	4.58	1.06	3.08	6.60	3.99
BKA	30.83	309.35	70.11	41.07	66.26	16.82	57.37	140.81	69.19
BKB	23.77	293.05	61.89	29.73	46.94	12.58	45.03	114.39	53.21

Lampiran 17. Tabel Hasil Uji Kenormalan Data Mesin Overhead Crane 1

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	siapinmes in	mengaturti nggiwirero peturun	wireberger akturun	mengaitka nhook	mengaturti nggiwirenai k	wireropen aik	ocberger ak	mengaturw ireropeturu n2	wireropetur un2	melepaskai tanhook	menunggu beton	
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	120.7000	21.0000	19.2000	20.4000	12.6000	18.7000	123.8000	19.3000	22.4000	21.0000	303.1000
	Std. Deviation	7.74668	1.63299	1.22927	1.42984	1.26491	1.33749	3.45768	1.33749	1.42984	1.63299	3.44642
Most Extreme Differences	Absolute	.285	.200	.236	.168	.182	.200	.191	.200	.210	.200	.191
	Positive	.285	.110	.236	.136	.182	.200	.191	.134	.210	.110	.191
	Negative	-.144	-.200	-.164	-.168	-.124	-.134	-.136	-.200	-.190	-.200	-.109
Kolmogorov-Smirnov Z		.900	.632	.745	.533	.577	.631	.606	.631	.665	.632	.603
Asymp. Sig. (2-tailed)		.393	.819	.636	.939	.894	.820	.857	.820	.769	.819	.860

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.

Lampiran 18. Tabel Hasil Uji Kenormalan Data Mesin Cor

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	menyiapkan mesin	operasikan mesin	merapikan adonan	mengoperasikan trolley	memasukkan spons	mengambil baut	memasang baut	menggencangkan baut	menunggu beton	
N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	30.0000	50.5000	66.2000	36.4000	56.1000	12.9000	51.8000	134.3000	61.2000
	Std. Deviation	4.85341	3.68932	1.93218	3.40588	5.15213	3.14289	2.39444	20.55913	3.99444
Most Extreme Differences	Absolute	.168	.254	.159	.159	.158	.213	.174	.191	.218
	Positive	.168	.254	.141	.159	.158	.213	.174	.191	.218
	Negative	-.168	-.246	-.159	-.155	-.084	-.107	-.126	-.100	-.129
Kolmogorov-Smirnov Z	.532	.803	.502	.504	.500	.673	.550	.603	.690	
Asymp. Sig. (2-tailed)	.940	.539	.963	.961	.964	.756	.923	.860	.728	

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.



**Lampiran 19. Tabel Perbandingan ORE Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Overhead**

**Crane 1**

Periode	Waktu Siklus Perusahaan	Waktu Siklus STS
Januari	35.78	60.82
Februari	35.91	61.05
Maret	38.62	65.65
April	36.67	62.33
Mei	37.12	63.11
Juni	36.32	61.75
Juli	38.40	65.28
Agustus	38.62	65.66
September	36.29	61.69
Oktober	37.69	64.07
November	37.03	62.95
Desember	34.83	59.21

**Lampiran 20. Tabel Perbandingan ORE Waktu Siklus Perusahaan dan STS Mesin Cor**

Periode	Waktu Siklus Perusahaan	Waktu Siklus STS
Januari	23.93	39.66
Februari	24.16	40.05
Maret	25.73	42.66
April	24.01	39.80
Mei	25.05	41.52
Juni	23.69	39.27
Juli	25.61	42.45
Agustus	25.83	42.82
September	24.17	40.06
Oktober	25.20	41.77
November	24.71	40.96
Desember	23.11	38.31