

Perancangan Kapasitas Produksi Produk *Electronic Control Unit (Ecu)*

Oktavia Sunny¹ dan Anastasia Lidya Maukar², Ineu Widaningsih Sosodoro³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik President University
Jl. Ki Hajar Dewantara

Kota Jababeka, Cikarang, Bekasi - Indonesia 17550

Email: oktavia.sunny@yahoo.co.id, almaukar@gmail.com, inesosodoro@yahoo.co.id

Abstrak

Permintaan ekspor untuk produk *Electronic Control Unit (ECU)* yang terus meningkat kurang lebih 25% pada Desember 2014 menjadikan perusahaan harus meninjau ulang kapasitas produksinya. Berdasarkan data kapasitas produksi saat ini, diketahui *cycle time* proses sebesar 64,9 detik sedangkan *takt time* yang diperlukan untuk memenuhi permintaan konsumen adalah sebesar 39,4 detik untuk lini produksi pertama. Dengan waktu kerja yang dimiliki termasuk didalamnya jam kerja lembur, kapasitas lini pertama ini tidak dapat memenuhi permintaan produksi. Pengukuran kerja dilakukan untuk mendapatkan data waktu aktual untuk dilakukan perhitungan kapasitas. *Man-machine chart* salah satu *tool* yang digunakan untuk mengetahui kapasitas lini produksi dengan jumlah mesin dan pekerja saat ini. Untuk dapat memenuhi permintaan produksi dilakukan perancangan kapasitas dengan 2 usulan perbaikan, yaitu: menambah waktu kerja sebanyak 1 shift untuk lini produksi pertama atau menyeimbangkan waktu kerja antar lini. Dengan memperhitungkan hasil yang didapat dan biaya yang dikeluarkan maka usulan untuk penyeimbangan waktu kerja antar lini menjadi lebih efektif untuk dilakukan.

Kata kunci: pengukuran kerja, *man machine chart*, kapasitas produksi, *Takt time*, *cycle time*

Abstract

The export demand for *Electronic Control Unit (ECU)* products, which continued to increase by approximately 25% in December 2014, made the company have to review its production capacity. Based on current production capacity data, it is known that the process cycle time is 64.9 seconds while the takt time needed to meet consumer demand is 39.4 seconds for the first production line. With working time included in working hours overtime, this first-line capacity cannot meet production demands. Work measurement is done to get actual time data for capacity calculation. *Man machine chart* is one of the tools used to determine the production line capacity with the current number of machines and workers. To be able to fulfill the production demand, a capacity design with 2 proposed improvements is carried out, namely: adding a working time of one shift for the first production line or balancing work time between lines. By calculating the results obtained and the costs incurred, the proposal for balancing work time between lines becomes more effective to do.

Keywords: work measurement, man machine chart, production capacity, Takt time, cycle time

1. Pendahuluan

PT. XYZ Indonesia yang merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang otomotif. Pasar dari PT. XYZ adalah perusahaan otomotif lokal, ekspor dan dealer. Oleh karena itu, perusahaan ini juga ikut merasakan adanya peningkatan permintaan ekspor. Permintaan ekspor untuk produk *Electronic Control Unit (ECU)* di bulan Desember 2014 meningkat kurang lebih 25% dari bulan-bulan sebelumnya.

Permintaan yang semakin meningkat harus diimbangi juga dengan peningkatan kapasitas produksi. Jika ada peningkatan permintaan signifikan, perlu dilakukan peninjauan ulang mengenai kapasitas produksi yang dapat dihasilkan oleh perusahaan. Peninjauan ulang pada lini produksi terkait dengan jumlah operator dan mesin yang ada saat. Perencanaan dan pengendalian kapasitas berkaitan

pemenuhan permintaan produksi dan bagaimana permintaan tersebut dapat terpenuhi dengan baik (Aarabi, dan Hasanian, 2014).

Perhitungan jam kerja yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan produksi menjadi sangat penting untuk memastikan apakah jam kerja yang tersedia sudah mencukupi. Jika jam kerja yang dibutuhkan melebihi dari jam kerja tersedia, maka perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan produksi dari konsumen. Hal ini akan membuat citra buruk bagi perusahaan itu sendiri dan memungkinkan konsumen berpindah ke perusahaan lain.

Saat ini, PT. XYZ Indonesia memiliki tiga lini untuk memproduksi ECU. Dari hasil observasi awal diketahui bahwa lini perakitan pertama memiliki *cycle time* proses sebesar 64,9 detik sedangkan *Takt time* yang diperlukan untuk memenuhi permintaan konsumen adalah sebesar 39,4 detik untuk produk ekspor. *Takt time* menentukan hasil/output dari produksi untuk memenuhi permintaan pelanggan dan mensinkronisasi semua proses produksi dari awal sampai akhir (Sabadka, Molnár, Fedorko, and Jachowicz, 2017). Oleh karena itu, dengan *cycle time* yang lebih besar dari *Takt time* maka dapat dikatakan bahwa kapasitas lini produksi tidak dapat memenuhi permintaan produksi dengan menggunakan jam kerja normal.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana kapasitas lini pertama saat ini dan melakukan perancangan kapasitas produksi untuk memenuhi permintaan konsumen jika diperlukan. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian menggunakan *man-machine chart* untuk mengetahui keseimbangan antara mesin dan pekerja sehingga diketahui kapasitas produksi saat ini. Setelah mengetahui kapasitas produksi, maka dilakukan perancangan kapasitas produksi untuk dapat memenuhi permintaan produksi yang meningkat di bulan Desember 2014.

2. Metode

2.1 Observasi Awal dan Analisis Kondisi Saat Ini

Observasi awal dilakukan dengan mengamati lini produksi yang ada pada department produksi ECU. Berdasarkan data forecast pada bulan Desember, diketahui terjadi peningkatan produksi untuk produk ekspor. Dengan perhitungan waktu kerja yang diperlukan menggunakan waktu siklus yang ada, diketahui bahwa kapasitas produksi pada lini pertama tidak dapat memenuhi permintaan produksi. Waktu kerja yang diperlukan melebihi ketersediaan waktu yang sudah ditetapkan oleh perusahaan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk September - Oktober 2014. Asumsi yang diterapkan pada penelitian ini adalah bahwa kemampuan operator antara satu dengan yang lainnya sama, tidak diperhitungkan adanya *machine breakdown* dan hari kerja normal pada setiap bulannya sebanyak 20 hari kerja.

2.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi langsung mengenai proses produksi yang harus dilewati untuk membuat 1 unit ECU. Jumlah mesin dan operator juga dijelaskan pada tahap ini. Dengan jumlah mesin dan operator saat ini, dikumpulkan juga data untuk pembagian kerja per orang pada lini produksi pertama. Dilakukan juga *time study* dengan menggunakan stopwatch untuk mendapatkan waktu proses pada tiap elemen kerja. Pengambilan data diambil 30 kali untuk setiap elemen kerja sebagai untuk mencari waktu operasi standar.

Sebelum menghitung waktu standar/baku, uji kecukupan data, kenormalan data, dan keseragaman data. Untuk uji kenormalan data dilakukan dengan bantuan software statistik. Sedangkan untuk uji kecukupan data dilakukan dengan menggunakan Persamaan (1).

$$n = \left(\frac{ts}{kx} \right)^2 \quad (1)$$

Dimana, n = jumlah data yang diperlukan (siklus)
 t = t-table
 k = standar error
 x = nilai rata-rata atau *mean*

Jika nilai $n \leq N$, maka data dianggap cukup. Jika $n \geq N$, maka data dianggap tidak cukup dan perlu dilakukan penambahan data.

Pada penelitian ini, tingkat keyakinan yang digunakan untuk menghitung kecukupan data adalah 99% dan derajat ketelitian sebesar 10%.

Sedangkan untuk uji keregaman data dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan (2).

$$BKA = x + Z \cdot (\sigma x) \text{ dan } BKB = x - Z \cdot (\sigma x) \tag{2}$$

Dimana Z adalah bilangan konversi dari tingkat kepercayaan yang diinginkan ke distribusi normal sedangkan x adalah nilai rata-rata. Dengan tingkat kepercayaan: 90%, maka nilai Z = 1,65.

Setelah melewati beberapa uji, dilakukan perhitungan swaktu normal dan waktu standar setiap elemen kerja/operasi. Dalam perhitungan waktu normal, dilakukan juga penentuan *performance rating* menggunakan *The Westinghouse System* yang mempertimbangkan empat faktor evaluasi, yaitu: kemampuan, usaha, kondisi lingkungan kerja dan konsistensi pekerjaan (Freivalds, 2008) dan didapatkan *performance rating* sebesar 112%. Sedangkan *allowance* ditetapkan 10% untuk mendapatkan waktu standar.

2.3 Langkah-langkah Perbaikan

Setelah data terkumpul dari lini produksi, mesin-mesin yang harus dilewati untuk membuat satu unit ECU, dan waktu standar yang sudah diperhitungkan, maka dilakukan pembuatan peta kerja, yaitu *man-machine chart*. Peta kerja adalah suatu alat yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan jelas. Peta kerja juga merupakan alat komunikasi secara luas dan sekaligus melalui peta-peta kerja ini kita bisa mendapatkan informasi-informasi yang diperlukan untuk memperbaiki suatu metode kerja. Salah satu peta kerja adalah *Man-Machine Chart (MMC)* sebagai salah satu alat yang dapat digunakan untuk menggambarkan koordinasi antara waktu bekerja dan waktu menganggur dari komuninasi antara pekerja dan mesin (Wignjosoebroto, 2008). Man-Machine Chart merupakan salah satu tipe dari *Multi-Activity Chart*, yaitu diagram proses yang menggunakan skala waktu yang umumnya digunakan studo pekerjaan (*work study*) dengan cara merekam kegiatan setiap subjek tertentu dibandingkan dengan yang lain pada satu grafik. Subjeknya bisa pekerja/operator, mesin atau peralatan (Rathod, Jadhav, dan Babar, 2016).

Langkah selanjutnya melakukan perhitungan TEC untuk mendapatkan biaya termurah dengan kapasitas maksimum. Selanjutnya, dilakukan analisis mengenai usulan perbaikan sehingga diketahui kapasitas maksimum lini produksi dengan menggunakan jumlah operator dan mesin yang ada saat ini.

Perhitungan jumlah mesin yang harus dilayani oleh tiap operator, menggunakan Persamaan (3):

$$n = \frac{l+m}{l} \tag{3}$$

Dimana:

n = Jumlah mesin yang harus dilayani oleh operator.

l = Waktu *loading* dan *unloading* operator atau mesin.

m = Jumlah waktu mesin.

Jika hasil n, didapatkan sebagai bilangan pecahan, maka Persamaan (4) dipakai.

$$n \leq \frac{l+m}{l+w} \tag{4}$$

Dimana:

w = Waktu jalan operator dari 1 mesin ke mesin lain.

Hasil perhitungan menggunakan Persamaan (4) didapatkan n_1 = pembulatan ke bawah dari n dan $n_2 = n_1 + 1$. Setelah mendapatkan n, maka dilakukan perhitungan *total expected cost* per unit (TEC) dengan menggunakan Persamaan (5) atau Persamaan (6).

$$TEC_{n_1} = \frac{(l+m)(K_1+n_1xK_2)}{n_1} \tag{6}$$

$$TEC_{n_2} = (l + w) + (K_1 + n_2xK_2) \tag{7}$$

Dimana:

TEC = *Total expected cost* per unit.

K_1 = Biaya operator/unit.

K_2 = Biaya mesin/unit

Perancangan kapasitas bertujuan agar kapasitas produksi dapat memenuhi permintaan konsumen. Berdasarkan langkah-langkah penelitian yang sudah dilakukan, dilakukan perbandingan kapasitas produksi saat ini dengan kapasitas produksi usulan untuk mengetahui apakah usulan perbaikan dapat dilakukan atau tidak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Awal

Pembuatan ECU memiliki tiga lini dan hasil perhitungan pembebanan kerja dari masing-masing lini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu kerja yang dibutuhkan pada Desember 2014

Item	Lini 1	Lini 2	Lini 3
Jumlah produksi (unit)	14.584	14.541	9.463
Waktu siklus (detik)	64,9	43,7	64,9
Waktu kerja yang diperlukan (jam)	262.9	176.5	170.6
Ketersediaan waktu (jam)	220	220	220
Utilisasi	119,5%	80,2%	77,5%

Terdapat 3 operator pada lini pertama, dengan pembagian kerja sebagai berikut:

- Operator 1: *PCB separating, data writing, in circuit checking* dan *PCB and case assembling*.
- Operator 2: *Stamping, resin pouring, resin hardening* sampai dengan proses *cooling*.
- Operator 3: *Function testing, stamp visual checking, appearance check* dan *packaging*.

Pada operator 1 dan 3 merupakan proses mesin sedangkan operator 2 merupakan proses manual dan oven.

3.2 Penentuan Waktu Standar

Pengukuran kerja dilakukan secara observasi langsung pada stasiun kerja menggunakan metode jam henti. Pengambilan data diambil 30 kali secara berulang untuk setiap elemen kerja untuk operator 1 dan 3. Hasil dari pengujian data adalah semua data lolos uji seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Data

Operator	Elemen Kerja	Uji Kecukupan	Uji Kenormalan	Uji Keseragaman	Hasil
1	1-49	√	√	√	Lolos
2	1-35	√	√	√	Lolos

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan didapatkan *performance rating* sebesar 1,12. Dengan toleransi sebesar 10% berdasarkan *policy* dari perusahaan, maka didapatkan waktu standar kerja. Hasil perhitungan waktu standar dari elemen kerja untuk operator 1 dan 3 seperti yang tercantum pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Elemen Kerja dan Waktu Standar Operator 1

No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (detik)	No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (detik)
1	Ambil <i>circuit</i> dari mesin <i>PCB Separating</i>	2.2	26	Ambil case, transfer ke preheating	2.1
2	Ambil sisa PCB, buang ke tempat sampah	2.9	27	Jalan ke mesin <i>data writing</i>	3.5
3	Ambil <i>circuit</i> dari box, <i>setting</i> ke mesin <i>PCB Separating</i>	8,5	28	Buka mesin <i>data writing</i>	4.6
4	Start mesin <i>PCB Separating</i>	1.2	29	Ambil <i>circuit</i> dari mesin <i>data writing</i>	1.4
5	Jalan ke mesin <i>data writing</i>	1.2	30	Setting <i>circuit</i> ke mesin <i>data writing</i>	1.3
6	Buka mesin <i>data writing</i>	4.0	31	Tutup mesin <i>data writing</i>	1.1
7	Ambil <i>circuit</i> dari mesin <i>data writing</i>	1.2	32	Start mesin <i>data writing</i>	0.7
8	Setting <i>circuit</i> ke mesin <i>data writing</i>	1.2	33	Jalan ke mesin in <i>circuit checking</i>	2.2
9	Tutup mesin <i>data writing</i>	0.8	34	Tunggu mesin	1.2
10	Start mesin <i>data writing</i>	0.7	35	Buka mesin in <i>circuit checking</i>	4.0
11	Jalan ke mesin in <i>circuit checking</i>	1.9	36	Stamping in <i>circuit checking</i>	1.1
12	Tunggu mesin	26.6	37	Ambil <i>circuit</i> dari mesin in <i>circuit checking</i>	1.7
13	Buka mesin in <i>circuit checking</i>	1.1	38	Letakkan ke WIP mesin in <i>circuit checking</i>	1.2
14	Stamping in <i>circuit checking</i>	3.6	39	Ambil <i>circuit</i> dari WIP mesin <i>data writing</i>	1.3
15	Ambil <i>circuit</i> dari mesin in <i>circuit checking</i>	1.0	40	Setting <i>circuit</i> ke mesin in <i>circuit checking</i>	1.3

Tabel 3. Elemen Kerja dan Waktu Standar Operator 1 (Lanjutan)

No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (detik)	No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (detik)
16	Letakkan ke WIP mesin <i>in circuit checking</i>	1.6	41	Tutup mesin <i>in circuit checking</i>	1.1
17	Ambil circuit dari WIP mesin <i>data writing</i>	1.0	42	Start mesin <i>in circuit checking</i>	1.3
18	Setting circuit ke mesin <i>in circuit checking</i>	1.1	43	Jalan ke pos perakitan case	2.2
19	Tutup mesin <i>in circuit checking</i>	1.1	44	Ambil circuit dari WIP mesin <i>in circuit checking</i>	1.3
20	Start mesin <i>in circuit checking</i>	1.0	45	Ambil case kemudian rakit case dengan circuit	3.1
21	Jalan ke pos perakitan case	1.1	46	Letakkan case assy ke jig stamp	2.1
22	Ambil circuit dari WIP mesin <i>in circuit checking</i>	1.9	47	Stamping part number pada case	2.1
23	Ambil case kemudian rakit case dengan circuit	1.9	48	Ambil case, transfer ke <i>preheating</i>	4.2
24	Letakkan case assy ke jig stamp	1.1	49	Jalan ke mesin <i>PCB Separating</i>	4.2
25	Stamping part number pada case	2.8			

Tabel 4. Elemen Kerja dan Waktu Standar Operator 3

No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (detik)	No	Elemen Kerja	Waktu rata-rata (detik)
1	Ambil produk dari mesin <i>function testing</i>	1	19	Letakkan di WIP mesin <i>function testing</i>	1.8
2	Letakkan di WIP mesin <i>function testing</i>	1.8	20	Stamping <i>function testing case</i>	4.0
3	Stamping <i>function testing case</i>	4	21	Ambil produk dari WIP <i>Cooling</i>	1.1
4	Ambil produk dari WIP <i>Cooling</i>	1.1	22	Setting di mesin <i>function testing</i>	1.9
5	Setting di mesin <i>function testing</i>	1.9	23	Start mesin <i>function testing</i>	0.6
6	Start mesin <i>function testing</i>	0.6	24	Setting produk pad jig stamp visual cek	3.5
7	Setting produk pad jig stamp visual cek	3.5	25	Start mesin stamp visual cek	0.3
8	Start mesin stamp visual cek	0.9	26	Ambil dan letakkan produk pada jig stamp tanggal	2.5
9	Ambil dan letakkan produk pada jig stamp tanggal	2.4	27	Stamp tanggal pada case	5.0
10	Stamp tanggal pada case	5.0	28	Posisikan produk di bawah sinar ultraviolet	1.1
11	Posisikan produk di bawah sinar ultraviolet	1.1	29	Cek penampilan produk	18.7
12	Cek penampilan produk	18.7	30	Beri tanda pada case	2.5
13	Beri tanda pada case	2.5	31	Letakkan produk pada box	2.6
14	Letakkan produk pada box	2.6	32	Scan <i>kanban</i>	0.9
15	Scan <i>kanban</i>	0.9	33	Ambil label, pasang <i>kanban</i> dan label pad box	0.4
16	Ambil label, pasang <i>kanban</i> dan label pad box	0.4	34	Jalan ke mesin <i>function testing</i>	2.2
17	Jalan ke mesin <i>function testing</i>	2.2	35	Tunggu mesin	29.1
18	Ambil produk dari mesin <i>function testing</i>	1			

3.3 Analisis Kapasitas Lini Produksi Saat Ini

Dengan menganalisis *Man Machine Chart* (MMC) seperti yang tercantum pada Lampiran, dapat diketahui:

- Operator 1 mengerjakan 4 mesin, yaitu mesin *separating*, *data writing*, *in circuit checking* (ICC) 1 dan ICC 2. Berdasarkan MMC, operator 1 memiliki proses menganggur sebesar 29,5 detik untuk menunggu mesin ICC. Proses dalam 1 siklusnya dapat menghasilkan 2 unit produk karena 1 circuit assy yang diproses pada *pcb separating* menghasilkan 2 unit. Selain itu, terdapat 2 mesin ICC. Total waktu siklus adalah 125,8 detik untuk 2 unit produk, sehingga waktu siklus per produk adalah 62,9 detik.

- Operator 3 juga memiliki waktu menganggur sebesar 29,1 detik saat menunggu mesin *function testing* (FT). Operator 3 mengerjakan 3 jenis mesin, yaitu mesin FT 1, FT 2, dan stamp visual check. Pada lini produksi ECU, terdapat 2 mesin FT maka untuk 1 siklus operator 3 juga menghasilkan 2 unit produk. Total waktu siklus berdasarkan MMC pada gambar 5.4 adalah 129,8 detik untuk 2 unit produk, sehingga 1 unit produk membutuhkan waktu 64,9 detik.

Selanjutnya dilakukan perhitungan *total expected cost* (TEC) untuk mengetahui kapasitas optimal dari lini produksi menggunakan Persamaan (6) dan (7).

Tabel 5. Hasil Perhitungan TEC

Item	n1	n2
Operator 1	Jumlah mesin	5
	TEC	Rp. 48.853.948
Operator 3	Jumlah mesin	4
	TEC	Rp. 39.087.925

Hasil TEC menggunakan n_1 lebih kecil dari n_2 , maka kondisi jumlah mesin dan operator saat ini sudah dalam kondisi optimal.

3.4 Usulan Perbaikan

Dengan kondisi saat ini, total waktu produksi yang dibutuhkan adalah 262,9 jam untuk 1 bulan. Sedangkan, ketersediaan waktu produksi maksimal adalah 220 jam dengan rincian 160 jam waktu kerja normal dan 60 jam kerja waktu kerja lembur. Karena produksi ECU masih menggunakan 1 shift produksi, maka waktu kerja maksimal dalam 1 hari adalah 11 jam, dengan 8 jam kerja normal dan 3 jam kerja lembur. Oleh karena itu, total jam yang tidak dapat dicukupkan dengan waktu siklus/unit 64,9 detik adalah 42,9 jam atau setara dengan 2.380 unit.

3.4.1 Penambahan Waktu Kerja Menjadi 2 Shift Produksi

Salah satu usulan yang dapat dilakukan adalah dengan menambah waktu kerja menjadi 2 shift produksi. Untuk usulan ini, diperlukan penambahan operator, sehingga produksi dapat dikerjakan menjadi 2 shift. Dengan usulan ini, maka jam kerja produksi dapat bertambah sebesar 160 jam. Sehingga, total waktu kerja normal menjadi 320 jam. Dengan 320 jam, maka semua permintaan produksi di bulan Desember 2014 dapat dilakukan tanpa menambah jam kerja lembur dan tersedia jam kerja kosong sebanyak 57.1 jam untuk bulan Desember 2014. Jam kosong tersebut dapat membuat produksi sebanyak 3.167 unit.

Untuk melakukan usulan ini, diperlukan 3 operator untuk proses dan 1 pengawas untuk shift malam. Sehingga, total dibutuhkan 4 operator baru. Dengan perhitungan dengan biaya pekerja kontrak per tahun sebesar Rp. 45.760.000, maka biaya pekerja kontrak per bulan dapat dihitung dengan membagi biaya pekerja per tahun dengan 12 bulan. Sehingga biaya pekerja kontrak per bulan sebesar Rp. 3.813.333. Karena dibutuhkan 4 orang, sehingga biayanya menjadi: 4 orang x Rp. 3.813.333 = Rp. 15.253.332.

3.4.2 Menyeimbangkan Waktu Kerja Antar Lini

Produksi ECU memiliki 3 lini produksi, dengan jam kerja yang berbeda-beda sesuai dengan jumlah produksi yang dijalankan. Ketiga lini produksi memiliki jumlah mesin dan operator yang sama. Untuk lini pertama dan ketiga memproduksi ECU tipe besar, sedangkan pada lini kedua untuk memproduksi ECU tipe kecil. Proses pembuatan untuk ECU tipe besar dan ECU tipe kecil adalah sama. Perbedaan hanya pada waktu mesin dikarenakan ukuran ECU yang berbeda. Dengan data pendukung tersebut, dapat dikatakan kemampuan operator untuk semua lini produksi adalah sama.

Tabel 6. Waktu Kerja Lini Produksi

Item	Lini 1	Lini 2	Lini 3
Waktu kerja yang diperlukan (jam)	262,9	176,5	170,6
Waktu kerja maksimal yang tersedia (jam)	220	220	220
Selisih waktu	-42,9	43,4	49,4
Utilisasi	119,5%	80,2%	77,5%

Utilisasi lini 1 dan 3 masih dibawah 100%, sehingga, kekurangan waktu pada lini pertama memungkinkan untuk dapat dialokasikan pada lini kedua atau ketiga. Beberapa perlengkapan yang harus dilengkapi, yaitu:

- a. Mesin, sesuai dengan aliran proses produksi.
- b. Jig, sesuai dengan bentuk circuit assy.
- c. Program mesin, sesuai dengan nomor produk.
- d. Pallet untuk proses resin potting.

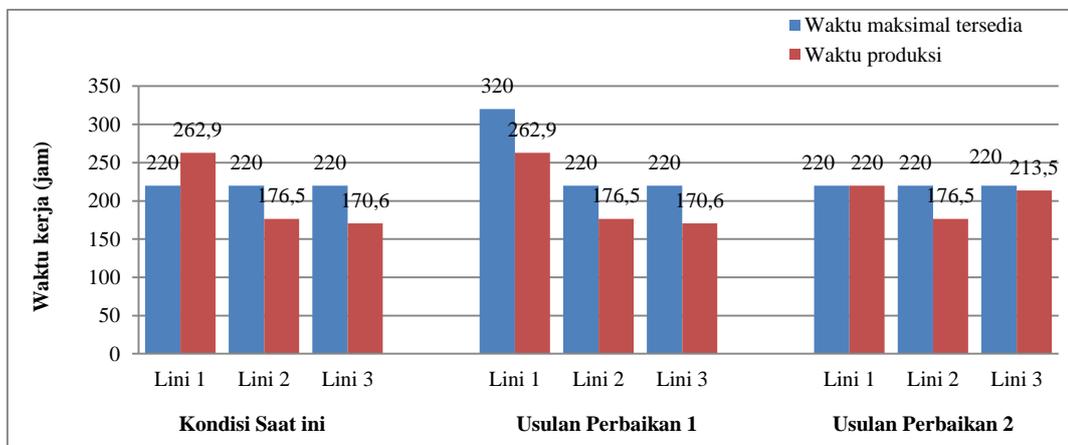
Tabel 7. Perbandingan Lini 1,2 dan 3

No	Item	Lini 1	Lini 2	Lini 3
1	Mesin	-Data writing -In circuit checking -Preheating -Resin pouring -Resin hardening -Cooling -Function testing -Stamp visual check	-Data writing -In circuit checking -Preheating -Resin pouring -Resin hardening -Cooling -Function testing -Stamp visual check	-Data writing -In circuit checking -Preheating -Resin pouring -Resin hardening -Cooling -Function testing -Stamp visual check
2	Jig	Tipe besar	Tipe kecil	Tipe besar
3	Program	Tersedia	Belum tersedia	Belum tersedia
4	Pallet	Tipe besar	Tipe kecil	Tipe besar

Pertimbangan pemindahan loading produksi harus ditinjau kembali dari jig yang tersedia. Untuk lini kedua saat ini memproduksi ECU tipe kecil sehingga jig yang dimiliki hanya jig tipe kecil. Pemindahan loading produksi dari lini pertama ke lini kedua membutuhkan persiapan jig baru untuk tipe besar. Persiapan jig membutuhkan waktu cukup lama, yaitu 3 bulan. Lini ketiga saat ini sudah memiliki jig tipe besar karena memang memproduksi ECU tipe besar yang memiliki target market dealer. Sedangkan, penambahan program dilakukan oleh *production engineering department*. Setting program untuk 1 mesin membutuhkan waktu selama 10 menit. Pada lini ketiga terdapat 6 mesin, sehingga proses setting program dibutuhkan waktu selama 60 menit. Proses *setting* dapat dilakukan pada waktu istirahat sehingga tidak mengganggu jalannya produksi. Untuk melakukan perbaikan ini, diperlukan biaya lembur untuk operator 3 sebesar Rp.3.074.457.

3.4.3 Analisis Perbandingan Usulan Perbaikan 1 dan 2

Permintaan produksi dapat dipenuhi oleh kedua usulan perbaikan, sehingga tujuan penelitian dapat dipenuhi. Dengan pertimbangan biaya, maka usulan 2 yang lebih baik diimplementasikan. Keseimbangan beban kerja antar lini juga dapat menjadi lebih seimbang dengan melakukan usulan perbaikan 2.



Gambar 1. Beban Kerja Antar Lini Saat Ini, Usulan 1 dan Usulan 2

3.5 Implementasi Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan yaitu penyeimbangan lini produksi dengan mengalokasikan sebagian pekerjaan lini pertama ke lini ketiga. Usulan perbaikan mulai diimplementasikan pada Januari 2015.

Jam kerja normal pada PT. XYZ dimulai dari 08:30 sampai dengan 16:30. Waktu tersebut sudah termasuk dengan waktu istirahat selama 1 jam, sehingga waktu kerja normal adalah 8 jam. Untuk lembur, dimulai dari jam 16:30 sampai dengan 20:00, waktu istirahat terdapat pada 16:30-16:40 dan 18:10-18:30, sehingga waktu lembur yang dapat digunakan untuk produksi adalah 3 jam. Total waktu kerja maksimal yang tersedia untuk 1 hari 1 shift adalah 11 jam. Hari kerja normal pada bulan Januari 2015 adalah 21 hari. Waktu kerja maksimal untuk lini ECU yang tersedia adalah 11 jam x 21 hari = 231 jam/bulan.

Tabel 8. Beban Kerja Januari 2015

Item	Lini 1	Lini 2	Lini 3
Jumlah permintaan produksi/bulan (unit)	14.728	15.012	9.565
Kapasitas produksi/jam (unit)	55	82	55
Waktu kerja yang diperlukan (jam)	267	183	173
Waktu kerja maksimal yang tersedia (jam)	231	231	231
Selisih waktu	-36	48	58

Pada Januari 2015, untuk lini pertama kekurangan waktu kerja selama 36 jam untuk membuat produk sesuai dengan permintaan konsumen. Berdasarkan usulan perbaikan, maka sebagian produksi pada lini 1 dialokasikan ke lini 3. Monitoring dilakukan selama 5-16 Januari 2015.

Tabel 9. Data Jumlah Produksi Lini 1 dan 3 (5-9 Januari 2015)

Lini/Tanggal	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Jumlah rata-rata per hari (unit)
	5-Jan	6-Jan	7-Jan	8-Jan	9-Jan	
Jumlah Produksi Lini 1	604	598	603	598	586	598
Jumlah Produksi Lini 3	592	592	604	604	598	598
Total Produksi (unit)	1196	1190	1208	1202	1184	1,196

Tabel 10. Data Jumlah Produksi Lini 1 dan 3 (12-16 Januari 2015)

Lini/Tanggal	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Jumlah rata-rata per hari (unit)
	12-Jan	13-Jan	14-Jan	15-Jan	16-Jan	
Jumlah Produksi Lini 1	598	604	604	600	596	598
Jumlah Produksi Lini 3	600	600	602	598	592	598
Total Produksi (unit)	1198	1204	1206	1198	1187	1,199

Berikut hasil dari rata-rata sebagai berikut:

- Rata-rata total produksi/hari tanggal 5-9 Januari : 1.196 unit
- Rata-rata total produksi/hari tanggal 12-16 Januari : 1.199 unit
- Rata-rata total produksi/hari tanggal 5-16 Januari : 1.197 unit

Jumlah permintaan produksi lini 1 dan 3 adalah 24.293/bulan atau 1.156 unit/hari. Oleh karena itu, kapasitas lini produksi dapat memenuhi permintaan produksi pada bulan Januari 2015 dengan pemenuhan 100%.

3.6 Analisis Implementasi Perbaikan

Dengan melakukan implementasi mengalokasikan sebagian beban kerja lini pertama ke lini ketiga, maka beban pekerjaan antar lini dapat menjadi lebih seimbang. Penggunaan lini produksi pun menjadi lebih optimal, tidak hanya membebankan pada satu lini produksi.

Pada kondisi saat ini, beban kerja yang dapat diseimbangkan hanya pada lini 1 dan 3 karena perlengkapan produksi yang sudah tersedia. Terkait dengan permintaan produksi motor yang cepat berubah, maka akan lebih baik jika semua tipe ECU dapat diproses pada ketiga lini produksi, sehingga departement produksi dapat menjadi lebih mudah untuk menyeimbangkan beban kerja antar lini. Kondisi mesin dan operator untuk ketiga lini sudah memadai, sehingga yang perlu dipersiapkan selanjutnya adalah *jig*, *pallet* dan program.

4. Simpulan

Dengan jumlah operator dan mesin saat ini, waktu siklus untuk membuat satu unit produk ECU sebesar 64,9 detik. Dengan waktu siklus tersebut, total waktu produksi yang dibutuhkan adalah 262,9 jam, sedangkan waktu produksi yang tersedia adalah 220 jam dengan perincian 160 jam kerja normal dan 60 jam kerja lembur dalam waktu 20 hari kerja untuk satu bulan. Oleh karena itu, dengan kapasitas lini produksi pertama ini tidak dapat memenuhi permintaan konsumen karena kelebihan jam kerja produksi sebesar 42,9 jam atau setara dengan 2.380 unit.

Utilisasi dari lini kedua sebesar 80,2% sedangkan lini ketiga sebesar 77,5%, sedangkan utilisasi lini pertama sebesar 119,5%. Dengan mempertimbangkan perlengkapan yang diperlukan untuk membuat produk lini pertama yang sudah tersedia pada lini ketiga, maka untuk memenuhi permintaan konsumen, dilakukan penyeimbangan lini produksi dengan mengalokasikan sebagian pekerjaan dari lini pertama ke lini ketiga.

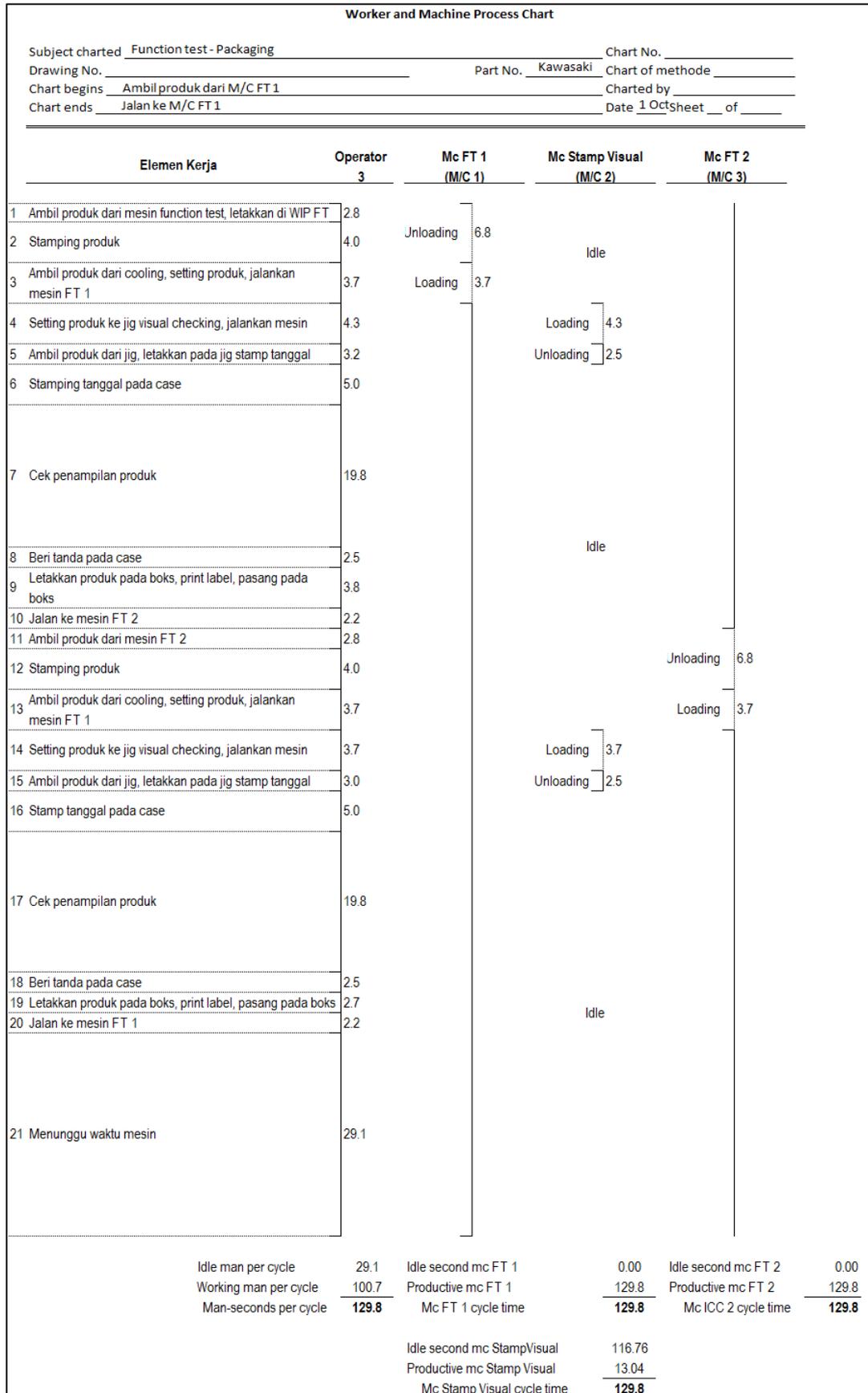
5. Daftar Pustaka

1. Aarabi, M, and Hasanian, S., 2014. Capacity planning and control: a review. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 5, Issue 8, pp. 975-984.
2. Freivalds, A. 2008. *Niebel's Methods, Standards, and Work Design*. 12th Edition. New York: McGraw-Hill.
3. Wignjosoebroto, S., 2008. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu - Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja* Edisi Kedua, Surabaya: Guna Widya.
4. Rathod, A.S, Jadhav, R.G., and Babar, A.B., 2016. An Overview of Method Study and Study of Different Recording Techniques. *International Journal of Science and Research*, Vol. 5(8), pp. 1484-1491.
5. Sabadka, D., Molnár, V., Fedorko, G., and Jachowicz, T., 2017. Optimization of Production Processes Using the Yamazumi Method. *Advances in Science and Technology Research Journal*, Volume 11, Issue 4, pp. 175-182.

6. Lampiran

Worker and Machine Process Chart						
Subject charted <u>PCB Separating - PCB and Case</u>		Part No <u>Kawasaki</u>		Chart No. _____		
Drawing No. _____		Chart of methode _____		Charted by _____		
Chart begins <u>Ambil circuit dari mesin separating</u>		Charted by _____		Date <u>1 Oct</u> Shee of <u>1</u>		
Chart ends <u>Jalan ke mesin separating</u>		Date _____		Date _____		
Elemen Kerja	Operator 1	Mc PCB Separating	Mc Data Writing (M/C 2)	Mc ICC 1 (M/C 3)	Mc ICC 2 (M/C 4)	
1 Ambil circuit dari mesin separating, letakkan di WIP separating	2.5	Unloading	5.7			
2 Ambil sisa PCB, buang ke tempat sampah	3.2					
3 Ambil circuit dari boks, setting ke mesin separating	8.5	Loading	8.5	Idle		
4 Jalankan mesin separating, jalan ke mesin data writing	2.3	Cutting	14	Unloading	4.5	
5 Buka tutup mesin data writing, stamping circuit	4.5					
6 Ambil circuit, letakan di WIP, setting circuit baru, tutup mesin	3.6					
7 Jalankan mesin data writing, jalan ke mesin in circuit	2.9			Loading	3.6	
8 Tunggu waktu mesin	29.5			Data Writing	24.4	
						In Circuit Checking 114.0
9 Buka tutup mesin in circuit checking, stamping circuit	5.2			Unloading	5.2	
10 Ambil circuit, letakkan di WIP, setting circuit baru, tutup	6.6			Idle	6.6	
11 Jalankan mesin in circuit checking, jalan ke perakitan case	2.4			Loading	6.6	
12 Ambil circuit dari WIP, rakit circuit dengan case	4.3					
13 Stamping nomor part ke case, masukkan case ke preheating	6.4					
14 Jalan ke mesin data writing	3.5					
15 Buka tutup mesin data writing, stamping circuit	4.7			Unloading	4.7	
16 Ambil circuit, letakan di WIP, setting circuit baru, tutup mesin	3.8	Idle	3.8	Loading	3.8	
17 Jalankan mesin data writing, jalan ke mesin in circuit checking 2	2.9					
18 Buka tutup mesin in circuit checking 2, stamping circuit	5.2			In Circuit Checking	114	Unloading 5.2
19 Ambil circuit, letakkan di WIP, setting circuit baru, tutup	6.5					Loading 6.5
20 Jalankan mesin in circuit checking 2, jalan ke perakitan case	2.4			Data Writing	24.4	
21 Ambil circuit dari WIP, rakit circuit dengan case	4.3					
22 Stamping nomor part ke case, masukkan case ke preheating	6.4					
23 Jalan ke M/C PCB Separating	4.2					
Idle man per cycle	29.5	Idle second mc cutting	97.66	Idle second mc ICC 1		0.02
Working man per cycle	96.32	Productive mc cutting	28.2	Productive mc ICC 1		125.8
Man-seconds per cycle	125.8	Mc cutting cycle time	125.83	Mc ICC 2 cycle time		125.83
		Idle second mc data writing	60.52	Idle second mc ICC 2		0.07
		Productive mc data writing	65.31	Productive mc ICC 2		125.8
		Mc data writing cycle time	125.83	Mc ICC 2 cycle time		125.83

Man-Machine Chart dari Operator 1



Man-Machine Chart dari Operator 3