

Pendekatan Konsep *Lean Manufacturing* Untuk Meminimasi *Lead Times* Dengan Metode *Transfer Batch*

Wahyudi¹, Evi Febianti², Kulsum³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
yudi_iduy90@yahoo.com¹, evifebianti@yahoo.com², kulsumkumio@yahoo.com³

ABSTRAK

PT Surya Gemilang Perkasa adalah perusahaan yang memproduksi berbagai macam komponen kendaraan bermotor salah satunya yaitu *body inner a*. *body inner a* merupakan alat yang terdapat dalam knalpot motor vario berfungsi untuk meredam suara yang keluar dari mesin. Dalam proses produksinya target yang diharapkan setiap harinya sebesar 4200 unit selalu tidak tercapai sehingga terjadi waktu lembur yang berlebihan, hal ini disebabkan karena jumlah produk per batch yang ditetapkan perusahaan masih belum optimal yaitu berjumlah 200 unit per batch sehingga menyebabkan salah satu stasiun menganggur beberapa waktu menunggu produk dari proses sebelumnya. Dengan mempertimbangkan permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini melakukan identifikasi aktifitas dengan penerapan konsep *lean manufacturing* untuk menemukan waste yang paling dominan, ternyata waste yang paling dominan yaitu *idle time* yang disebabkan jumlah produk per batch yang terlalu banyak maka perlu dilakukan perhitungan *transfer batch* untuk menentukan jumlah produk per batch yang lebih optimal agar dapat mengurangi waktu lembur. Sebelum melakukan perhitungan *transfer batch* terlebih dahulu membuat penjadwalan eksisting kemudian setelah perhitungan *transfer batch* membuat penjadwalan usulan, tujuan dari pembuatan penjadwalan agar terlihat perubahan yang terjadi. Penjadwalan yang digunakan pada penelitian ini yaitu penjadwalan *first come first serve (FCFS)*. Dari hasil penelitian diperoleh setiap batch dibagi menjadi dua batch yaitu batch a dan batch b, jumlah produk pada batch a sebanyak 110 unit dan batch b sebanyak 90 unit. Dari hasil penjadwalan eksisting pada stasiun *expanding* waktu lebih produksi sebesar 33 menit 40 detik terhitung lembur 1 jam, pada stasiun *tig welding* waktu lebih produksi sebesar 1 jam 7 menit 20 detik terhitung lembur 2 jam. Setelah perhitungan *transfer batch* didapat hasil penjadwalan usulan sebagai berikut pada stasiun *expanding* waktu lebih produksi sebesar 15 menit 40 detik terhitung lembur 1 jam, pada stasiun *tig welding* waktu lebih produksi sebesar 34 menit 40 detik terhitung lembur 1 jam. Berdasarkan hasil tersebut bahwa perubahan waktu lembur terjadi di stasiun *tig welding* dengan pengurangan waktu lembur sebesar 1 jam.

Kata Kunci : *Lean manufacturing, Waste, Idle time, Batch, Transfer batch*

PENDAHULUAN

Dalam dunia industri sekarang ini banyak pertumbuhan berbagai bidang sektor industri baik industri jasa maupun industri manufaktur, sehingga dapat menimbulkan persaingan yang sangat ketat antara industri satu dengan industri lainnya terutama dalam bidang yang sama. Untuk menghadapi persaingan yang ketat perusahaan harus selalu meningkatkan sumber daya yang dimilikinya, sehingga mampu mempertahankan kualitas dan kuantitas dari produk yang dihasilkan. Setiap proses dalam industri manufaktur pasti menggunakan material yang cukup banyak sehingga mengakibatkan timbulnya pemborosan (*waste*) yang tidak sedikit dalam menjalankan prosesnya, untuk mencegahnya maka perlu dilakukan identifikasi kegiatan-kegiatan yang dapat meningkatkan nilai tambah (*value added*) suatu produk serta mengurangi kegiatan-kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) suatu produk agar pemborosan (*waste*) yang terjadi dapat

diminimasi (Fanani,2011). Salah satu elemen yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan dalam proses produksi yaitu *lean manufacturing*. *Lean manufacturing* dapat didefinisikan sebagai suatu pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan atau aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah melalui peningkatan terus menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan dalam industri manufaktur. (Batubara, 2011)

Dalam penerapannya *lean manufacturing* hanya digunakan untuk mengidentifikasi kegiatan-kegiatan serta menemukan solusi yang tepat dalam menyelesaikan masalah yang terjadi. Salah satu metode yang dapat digunakan pada *lean manufacturing* yaitu *transfer batch*.

PT Surya Gemilang Perkasa merupakan pabrik yang bergerak dibidang pembuatan komponen

kendaraan bermotor roda empat dan roda dua, jenis dan macam produk yang dihasilkan cukup banyak. Salah satu produk yang diteliti proses pembuatannya serta meminimasi waktu prosesnya yaitu *Body Inner A*. *Body Inner A* merupakan salah satu komponen yang terdapat pada knalpot yang berfungsi untuk meredam suara yang keluar dari mesin. Berdasarkan wawancara dengan Manager produksi bahwa produk yang dihasilkan oleh perusahaan ini memiliki kualitas yang bagus sehingga konsumen puas dengan produk yang didapatkannya, namun dalam proses pembuatannya target yang diharapkan setiap harinya sebesar 4200 unit selalu tidak tercapai sehingga terjadi waktu lembur yang berlebihan, hal ini disebabkan karena jumlah produk per *batch* yang ditetapkan perusahaan masih belum optimal yaitu berjumlah 200 unit per *batch* sehingga menyebabkan salah satu stasiun menganggur beberapa waktu menunggu produk dari proses sebelumnya. Jika masalah ini tidak cepat diselesaikan maka akan menyebabkan kerugian pada perusahaan karena biaya yang dikeluarkan lebih banyak untuk membayar waktu lembur operator. Masalah ini yang sering dihadapi PT Surya Gemilang Perkasa oleh sebab itu perlu dilakukan pengamatan terhadap pemborosan dilantai produksi agar pemborosan dapat diminimasi sehingga target terpenuhi tanpa mengeluarkan biaya lembur yang berlebihan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan adanya permasalahan dalam jumlah produk per *batch* yang terlalu banyak ditambah waktu produksi per stasiun yang berbeda sehingga terjadi waktu lembur yang berlebihan.

Solusi yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah yang ada pertama membuat *big picture mapping* untuk mengetahui alur realisasi produk dan kegiatan proses produksi setelah itu dilakukan identifikasi aktifitas untuk menemukan waste paling dominan. Kemudian melakukan *transfer batch* untuk menentukan jumlah produk per *batch* menjadi optimal. Sebelum melakukan perhitungan *transfer batch* terlebih dahulu membuat penjadwalan eksisting kemudian setelah perhitungan *transfer batch* membuat penjadwalan usulan, tujuan dari pembuatan penjadwalan agar terlihat perubahan yang terjadi.

A. Big Picture Mapping

Big picture mapping adalah suatu *tools* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat dalam perusahaan. *Big picture mapping* adalah pemetaan proses pada level tinggi yang melingkupi proses secara luas namun dengan tingkat kedetailan yang masih rendah. Dengan *big picture mapping*, dapat diketahui aliran informasi dan fisik dalam sistem, *lead time* yang dibutuhkan dari masing-masing proses yang terjadi.

B. Transfer Batch

Transfer batch merupakan teknik yang digunakan untuk mengurangi *lead time* total pesanan produksi dengan membagi banyak menjadi dua operasi yang berurutan secara langsung. (Batubara, 2011)

Transfer batch terdiri dari berikut:

- Keseluruhan part dibagi menjadi paling sedikit dua *batch*.
- Setelah *batch* pertama selesai di operasi A, akan dipindahkan ke operasi B untuk di proses secara langsung.
- Ketika operasi A sudah menyelesaikan *batch* kedua, operasi B sedang mengerjakan *batch* pertama.
- Ketika operasi A telah menyelesaikan pada *batch* kedua, akan dipindahkan segera ke operasi B.

Jika operasi B per unit membutuhkan waktu yang lebih pendek dari operasi A, *batch* pertama harus cukup besar untuk menghindari waktu *idle* pada operasi B.

Perhitungan ini ukuran *batch* minimum adalah lurus ke depan:

$$Q = Q_1 + Q_2 \dots \dots \dots (1)$$

$$Q_1 P_B + T_{AB} + S_B \geq Q_2 P_A + T_{AB} \dots \dots \dots (2)$$

$$Q_1 \geq \frac{Q P_A - S_B}{P_B - P_A} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

Q = total ukuran *lot*

Q_1 = ukuran minimum *batch* pertama

Q_2 = ukuran maksimum *batch* kedua

S_B = waktu *set up* operasi B

P_A = waktu proses per unit, operasi A

P_B = waktu proses per unit, operasi B

T_{AB} = waktu *transfer* antara operasi A dan B

C. Penjadwalan

Menurut Baker (1974) Penjadwalan (*scheduling*) adalah pengurutan pembuatan atau pengerjaan produk secara menyeluruh yang dikerjakan pada beberapa buah mesin. Penjadwalan juga dapat didefinisikan sebagai alokasi dari sumber daya terhadap waktu untuk menghasilkan sebuah kumpulan pekerjaan. Penjadwalan dibutuhkan untuk memproduksi *order* dengan pengalokasian sumber daya yang tepat, seperti mesin yang digunakan, jumlah operator yang bekerja, urutan pengerjaan *part*, dan kebutuhan material. Dengan pengaturan penjadwalan yang efektif dan efisien, perusahaan akan memenuhi *order* tepat pada *due date* yang ditentukan. penjadwalan yang digunakan pada penelitian ini yaitu penjadwalan *first come first serve* (FCFS).

HASIL PENELITIAN

Data produksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data produksi pada tanggal 1 - 31 juli 2013

Tabel 1 Data Target Per Hari

Bulan	Produk	Target per Hari	Waktu produksi
Juli 2013	Body inner a	4200 unit	08.00 – 24.00

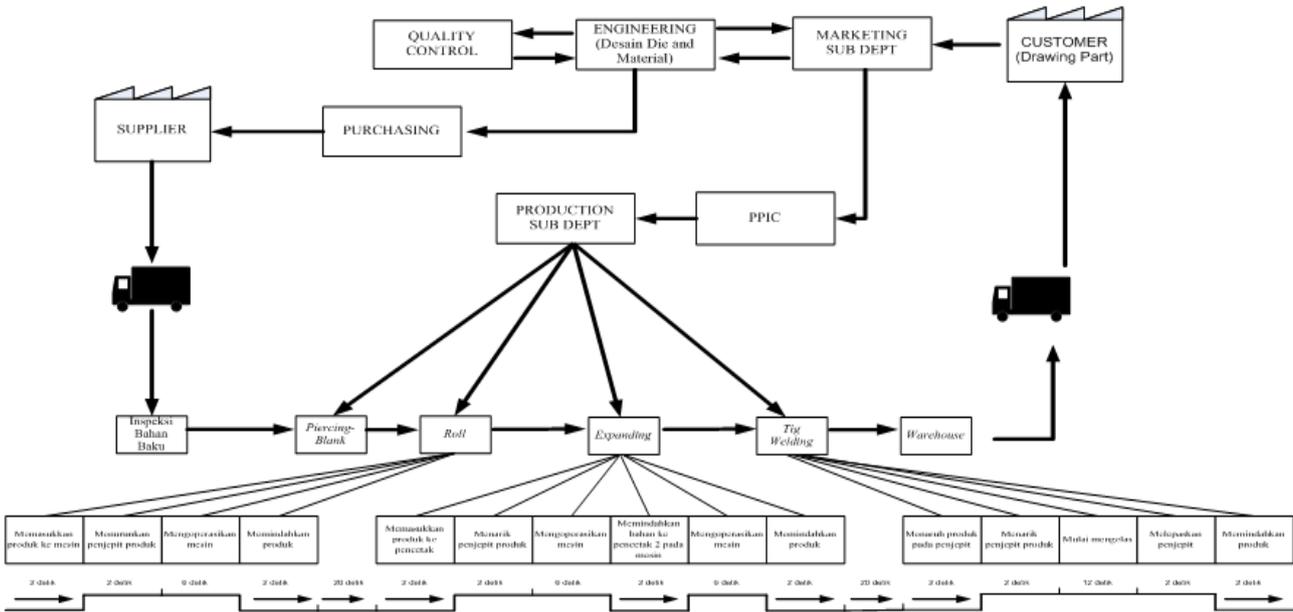
Adapun waktu proses masing-masing stasiun adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Waktu Proses

Produk	Work Center	Waktu Proses (Detik/Unit)
Body inner a	Roll	12
	Expanding	20
	Tig Welding	20

Sekarang ini perusahaan menetapkan setiap perpindahan produk antar stasiun yaitu 200 unit per batch. Waktu produksi dalam sehari yaitu di mulai dari jam 09.00.00 WIB sampai pukul 24.00.00 WIB.

a. *Big Picture Mapping*



Gambar 1. Big picture mapping

b. Penjadwalan Eksisting

Pada tahap ini dilakukan pengurutan pengerjaan job yang akan dikerjakan. Pengurutan job dilakukan menggunakan aturan *first come first serve (FCFS)* hasil dari penjadwalan eksisting dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penjadwalan Eksisting

Work Center	Eksisting			Terhitung Lembur
	Waktu Mulai Produksi	Waktu Akhir Produksi	Waktu Lebih Produksi	
Roll	08.00.00	24.00.00	0	0
Expanding	08.40.20	24.33.40	33menit 40detik	1 jam
Tig Welding	09.14.00	01.07.20	1jam 7menit 20detik	2 jam

c. *Transfer Batch*

Ukuran batch awal adalah 200 unit kemudian batch tersebut dibagi ke dalam dua batch transfer. Transfer batch dilakukan dari stasiun Roll menuju stasiun Expanding. Berdasarkan perhitungan didapatkan ukuran batch transfer pertama dan kedua adalah sebagai berikut :

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan ukuran batch pada job pertama (Q1) dan ukuran batch pada job kedua (Q2). Dibawah ini adalah data jumlah unit per batch eksisting dan cycle time proses pembuatan body inner a.

- Total ukuran batch (Q) = 200 unit
- Waktu stasiun Roll (P_A) = 12 detik
- Waktu stasiun Expanding (P_B) = 20 detik/mesin
- 2 mesin = 20/2 = 10 detik
- Waktu Set up pada stasiun Roll (S_B) = 0 detik

Adapun penentuan ukuran batch pada job pertama (Q1) dan

ukuran batch pada job kedua (Q2) adalah sebagai berikut :

$$Q_1 \geq \frac{QP_A - S_B}{P_B + P_A} = \frac{(200 \times 12) - 0}{10 + 12} = 109,09 \approx 110 \text{ unit}$$

$$Q_2 = Q - Q_1 = 200 - 110 = 90 \text{ unit}$$

Berdasarkan perhitungan maka didapatkan hasil ukuran batch pada job pertama (Q1) adalah 110 unit sedangkan ukuran batch pada job kedua (Q2) adalah 90 unit.

d. Penjadwalan Usulan

Pada tahap ini dilakukan pengurutan pengerjaan job yang akan dikerjakan setelah perhitungan transfer batch. Pengurutan job dilakukan menggunakan aturan

first come first serve (FCFS) hasil dari penjadwalan usulan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Penjadwalan Usulan

Work Center	Setelah Perhitungan <i>Transfer batch</i>			
	Waktu Mulai Produksi	Waktu Mulai Produksi	Waktu Mulai Produksi	Waktu Mulai Produksi
Roll	08.00.00	08.00.00	08.00.00	08.00.00
Expanding	08.22.20	08.22.20	08.22.20	08.22.20
Tig Welding	08.41.00	08.41.00	08.41.00	08.41.00

e. Rekapitulasi Perbandingan Waktu Antara Penjadwalan *Eksisting* dan Usulan

Tabel 5. Rekapitulasi Waktu Antara Penjadwalan *Eksisting* dan Penjadwalan Usulan

Work Center	<i>Eksisting</i>				Setelah Perhitungan <i>Transfer batch</i>			
	Waktu Mulai Produksi	Waktu Akhir Produksi	Waktu Lebihi Produksi	Terhitung Lembur	Waktu Mulai Produksi	Waktu Akhir Produksi	Waktu Lebihi Produksi	Terhitung Lembur
Roll	08.00.00	24.00.00	0	0	08.00.00	24.00.00	0	0
Expanding	08.40.20	24.33.40	33 menit 40 detik	1 jam	08.22.20	24.15.40	15 menit 40 detik	1 jam
Tig Welding	09.14.00	01.07.20	1 jam 7 menit 20 detik	2 jam	08.41.00	24.34.20	34 menit 20 detik	1 jam

ANALISA

1. Analisa *Big Picture Mapping*

Pembuatan *big picture mapping* pada penelitian ini untuk mengetahui alur realisasi produk *body inner a*. *Big picture mapping* adalah suatu *tools* yang digunakan untuk menggambarkan suatu sistem secara keseluruhan beserta aliran nilai (*value stream*) yang terdapat dalam perusahaan. (Fanani, 2011)

Realisasi produk yang tergambar pada *big picture mapping* bermula dari *customer* bertemu dengan departemen marketing, pada situasi ini *customer* memberikan gambar produk yang akan dipesan serta melakukan negoisasi harga dengan departemen marketing, setelah terjadi kesepakatan antara *customer* dengan departemen marketing lalu departemen marketing menyerahkan gambar produk tersebut kepada departemen engineering untuk dibuatkan bentuk die's (pencetak) serta menentukan material yang akan dipakai untuk pembuatan die's. setelah departemen engineering menyelesaikan tugasnya lalu departemen engineering melakukan pembahasan dengan departemen quality control untuk membahas kualitas dan kelayakan dari die's terhadap material

produk yang ditentukan *customer* serta menentukan ukuran yang diperbolehkan pada produk yang akan dibuat. Setelah selesai dan departemen quality control setuju lalu kembali ke departemen engineering untuk dilanjutkan ke departemen marketing bahwa produk sudah bisa untuk diproduksi. Setelah itu departemen engineering dan departemen marketing mempunyai tugas masing-masing yaitu departemen marketing melanjutkan ke departemen PPIC untuk dibuatkan perintah kerja kepada departemen produksi. Sedangkan departemen engineering melanjutkan ke departemen *purchasing* agar departemen *purchasing* membeli semua yang diperintahkan oleh departemen engineering.

2. Analisa Penjadwalan *Eksisting*

Dalam melakukan penjadwalan *eksisting* metode yang digunakan dalam penjadwalan ini yaitu penjadwalan *first come first serve (FCFS)*, prinsip dari penjadwalan ini adalah job yang datang diproses sesuai dengan job yang mana yang datang terlebih dahulu. Seperti contoh *batch 1* yang datang terlebih dahulu maka *batch 1* yang dikerjakan terlebih dahulu.

Pengerjaan produk pada kondisi *eksisting* sebanyak 200 unit per *batch* dengan waktu produksi 40 menit pada stasiun roll per *batch*, 33 menit 20 detik pada stasiun expanding per *batch*, dan 33 menit 20 detik pada stasiun tig welding per *batch*. Proses pengerjaan *batch 1* di mulai dari stasiun roll pada pukul 08.00.00 selesai pukul 08.40.00 kemudian ke stasiun expanding dengan waktu transportasi 20 detik mulai dikerjakan pukul 08.40.20 selesai pukul 09.13.40 lalu ke stasiun tig welding dengan waktu transportasi 20 detik mulai dikerjakan pukul 09.14.00 selesai pukul 09.47.20, dan seterusnya untuk *batch 2* sampai *batch 21*. Untuk keseluruhan produk pada stasiun roll selesai pukul 24.00.00, pada stasiun ekspanding selesai pukul 24.33.40 terjadi kelebihan waktu sebesar 33 menit 40 detik, pada stasiun tig welding selesai pukul 01.07.20 terjadi kelebihan waktu sebesar 1 jam 7 menit 20 detik.

3. Analisa *Transfer Batch*

Perhitungan *transfer batch* dilakukan pada stasiun roll menuju stasiun expanding karena kedua stasiun tersebut memiliki *cycle time* yang berbeda yaitu pada stasiun roll 12 detik/produk dan stasiun ekspanding 20 detik/produk karena stasiun ekspanding terdapat dua mesin maka waktu pada stasiun ekspanding menjadi 10 detik/produk. Selain karena *cycle time* yang berbeda jumlah produk per *batch* cukup besar yaitu 200 unit per *batch* sehingga waktu untuk menyelesaikan produk dalam satu *batch* cukup lama.

Setelah dilakukan perhitungan *transfer batch* maka setiap *batch* dibagi menjadi 2 *batch* yaitu *batch a* (Q1) dan *batch b* (Q2). Pada Q1 jumlah produk dalam *batch* sebanyak 110 unit dan pada Q2 jumlah produk dalam *batch* sebanyak 90 unit.

4. Analisa Penjadwalan Usulan

Pada penjadwalan usulan setiap *batch* dibagi menjadi dua yaitu *batch a* dan *batch b* sebagai contoh *batch 1* pada penjadwalan eksisting hanya 1 *batch* saja sedangkan pada penjadwalan usulan menjadi 2 yaitu *batch 1a* dan *batch 1b*.

Pengerjaan produk pada penjadwalan usulan setiap *batch* dibagi menjadi *batch a* dan *batch b*, pada *batch a* jumlah produk per *batch*nya sebanyak 110 unit dan pada *batch b* jumlah produk sebanyak 90 unit. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh produk per *batch* pada *batch a* di stasiun roll sebesar 22 menit, stasiun expanding sebesar 18 menit 20 detik, dan stasiun *tig welding* sebesar 18 menit 20 detik. Proses pengerjaan *batch 1*, berawal dari *batch 1a* dimulai di stasiun roll pada pukul 08.00.00 selesai pukul 08.22.00 lalu ke stasiun expanding dengan waktu transportasi 20 detik mulai dikerjakan pukul 08.22.20 selesai pukul 08.40.40 lalu ke stasiun *tig welding* dengan waktu transportasi 20 detik mulai dikerjakan pukul 08.41.00 selesai pukul 08.59.20. selanjutnya mengerjakan *batch 1b* dimulai di stasiun roll pada pukul 08.22.00 selesai pukul 08.40.00 lalu ke stasiun expanding dengan waktu transportasi 20 detik mulai dikerjakan pukul 08.40.40 selesai pukul 08.55.40 lalu ke stasiun *tig welding* dengan waktu transportasi 20 detik mulai dikerjakan pukul 08.59.20 selesai pukul 09.14.20, dan seterusnya untuk *batch 2a* dan *2b* sampai *batch 21a* dan *21b*. Untuk keseluruhan produk pada stasiun roll selesai pukul 24.00.00, pada stasiun expanding selesai pukul 24.15.40 terjadi kelebihan waktu sebesar 15 menit 40 detik, pada stasiun *tig welding* selesai pukul 24.34.20 terjadi kelebihan waktu sebesar 34 menit 20 detik.

5. Analisa Rekapitulasi Waktu Antara Penjadwalan Eksisting dan Usulan

pada kondisi eksisting stasiun roll mulai produksi pukul 08.00.00 selesai seluruh produk pukul 24.00.00, stasiun expanding mulai produksi pukul 08.40.00 selesai seluruh produk pukul 24.33.40 sehingga terdapat kelebihan waktu produksi sebesar 33 menit 40 detik dengan terhitung lembur sebesar 1 jam, dan stasiun *tig welding* mulai produksi pukul 09.14.00 selesai pukul 01.07.20 sehingga terdapat kelebihan waktu produksi sebesar 1 jam 7 menit 20 detik dengan terhitung lembur sebesar 2 jam.

Setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode transfer *batch* maka didapat hasil sebagai berikut, pada stasiun roll mulai produksi pukul 08.00.00 selesai seluruh produk pukul 24.00.00, stasiun expanding mulai produksi pukul 08.22.20 selesai seluruh produk pukul 24.15.40 sehingga terdapat kelebihan waktu produksi sebesar 15 menit 40 detik dengan terhitung lembur sebesar 1 jam, dan stasiun *tig welding* mulai produksi pukul 08.41.00 selesai pukul 24.34.20 sehingga terdapat kelebihan waktu produksi sebesar 34 menit 20 detik dengan terhitung lembur sebesar 1 jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh perubahan waktu lembur sebagai berikut, waktu lembur pada kondisi *eksisting* yaitu, pada stasiun *ekspanding* sebesar 1 jam dan pada stasiun *tig welding* sebesar 2 jam. Sedangkan waktu lembur setelah dilakukan perbaikan yaitu, pada stasiun *ekspanding* sebesar 1 jam dan pada stasiun *tig welding* sebesar 1 jam. Jadi perubahan waktu lembur yang terjadi terdapat pada stasiun *tig welding* yaitu pengurangan waktu lembur sebesar 1 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, K.R. 1974. *Introduction to Sequencing dan Scheduling*. John Wiley dan Sons Inc. New York.
- Batubara, S., Kudsiah, F. 2011. *Penerapan konsep Lean Manufacturing Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi*. Teknik Industri. Universitas Trisakti. Jakarta
- Budijati, S.M. 2008, *Modifikasi Operation Overlapping (Transfer Batches) Untuk Menurunkan Lead Time Manufaktur*, Teknik Industri, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Fanani, Z., Singgih, M.L. 2011. *Implementasi Lean Manufacturing Untuk Peningkatan Produktivitas*. Manajemen Industri, Institute Teknologi Surabaya. Surabaya
- Fogarty, D.W., Blackstone, J.H and Hoffman, T.R. 1991, *Production and Inventory Management*, Cincinnati, Ohio, South – Western Publishing Co.
- Gasparz, V. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Nasution, A.H., dan Prasetyawan, Y. 2008. *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Guna Widya. Surabaya.
- Retno, D., Rahardjo, H., dan Jaya C.A. 2007. *Penjadwalan Model Overlapping Pada Flowshop Tiga Stage Dengan Algoritma Genetika*, *Jurnal Optimasi*, Volume 5 No. 2, hal. 101 – 108.

Sinaga, A. 2011, Analisis Penggunaan Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Waste Pada PT. Bamindo Agrapersada, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Industri, FT USU, Medan.

Wahyudi, A. 2013, *Usulan Perbaikan Perencanaan Produksi Dengan Pendekatan Line Balancing Dan Penjadwalan Batch di PT Putri Riwayu Jaya, Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, FT Untirta, Cilegon.