

## USULAN PERBAIKAN LINI PRODUKSI MESIN CUCI DI PT. SHARP ELECTRONICS INDONESIA MENGUNAKAN METODE *LINE BALANCING*

Meri Prasetyawati<sup>1\*</sup>, Agustin Damayanti<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta Pusat

\*Email : [merie\\_jeng@yahoo.co.id](mailto:merie_jeng@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

PT. SHARP ELECTRONICS INDONESIA merupakan perusahaan manufaktur yang menghasilkan beberapa macam alat elektronik yang salah satunya adalah mesin cuci. Keterlambatan pasok material di antara lini dan gudang menyebabkan tidak tercapainya target produksi perhari dan harus dilakukan *overtime* pada setiap akhir bulan. Sehubungan dengan permasalahan tersebut maka diusulkan suatu sistem produksi tepat waktu dengan perancangan kartu Kanban untuk penyelesaiannya. Sebelum menerapkan sistem Kanban dilakukan pengujian keseimbangan lini awal sebagai salah satu syarat dalam penerapan sistem Kanban. Penyeimbangan lini dilakukan dengan menggunakan metode MALB, J-Wagon dan LCR. Berdasarkan hasil perhitungan keseimbangan lini dengan menggunakan 3 metode yaitu MALB, J-Wagon dan LCR dapat meningkatkan performance lini khususnya pada *cell preparation*. Metode MALB dan LCR memiliki efisiensi lini 84 % dan balance delay 16 % yang sama, sedangkan J-Wagon efisiensi lini 83 % dan BD 17 %. Metode MALB memiliki SI yang kecil 2,829611 dibandingkan dengan metode LCR 3,617637. Sehingga metode terbaik adalah metode MALB. Dengan begitu lini baru yang digunakan untuk penerapan perancangan sistem Kanban adalah lini baru dengan metode MALB. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem P-Kanban dan C-Kanban pada lini produksi didapatkan hasil bahwa target produksi perhari dapat tercapai tepat waktu dengan rata-rata kebutuhan siklus pertukaran kartu Kanban adalah 10 siklus perhari. Dalam 1 siklus membutuhkan waktu 30 menit, dengan demikian dalam 1 hari membutuhkan waktu 300 menit atau 5 jam. Dari hasil tersebut dapat dilihat jika permintaan per hari sebanyak 740 dapat di selesaikan dalam waktu 5 jam. Dan target perhari akan tercapai bahkan melebihi target dikarenakan jam kerja produksi perhari yaitu 7 jam.

**Kata Kunci** : *Line Balancing*, Kanban, Produksi

### ABSTRACT

*PT. SHARP ELECTRONICS INDONESIA is a manufacturing company which produces several kinds of electronic equipment, one of which is a washing machine. Material supply delays between lines and warehouses cause not achieving the target production per day and should be done overtime at the end of each month. In connection with this problem it is proposed a system of timely production with Kanban card design to completion. Before implementing the Kanban system testing the balance of the initial line as one of the requirements in the application of Kanban system. Line balancing is done by using MALB, J-Wagon and LCR. Based on calculations using the line balance 3 methods: MALB, J-Wagon and LCR can improve performance, especially in cell line preparation. MALB methods and LCR have a line efficiency of 84% and 16% balance delay the same, while the J-Wagon line efficiency 83% and 17% BD. MALB method has a small SI compared to the method LCR 2.829611 3.617637. So the best method is a method MALB. With so new lines used for the implementation of Kanban system design is a new line with MALB method. Furthermore, the P-Kanban system design and C-Kanban on production lines showed that daily production target can be achieved on time with the average over the cycle Kanban card exchange is 10 cycles per day. In the*

first cycle takes about 30 minutes, so in one day takes 300 minutes or 5 hours. From these results it can be seen if demand as much as 740 per day can be completed within 5 hours. And daily targets will be achieved even exceed the target due to the working hours of production per day is 7 hours.

**Keywords:** Line Balancing, Kanban, Production

## PENDAHULUAN

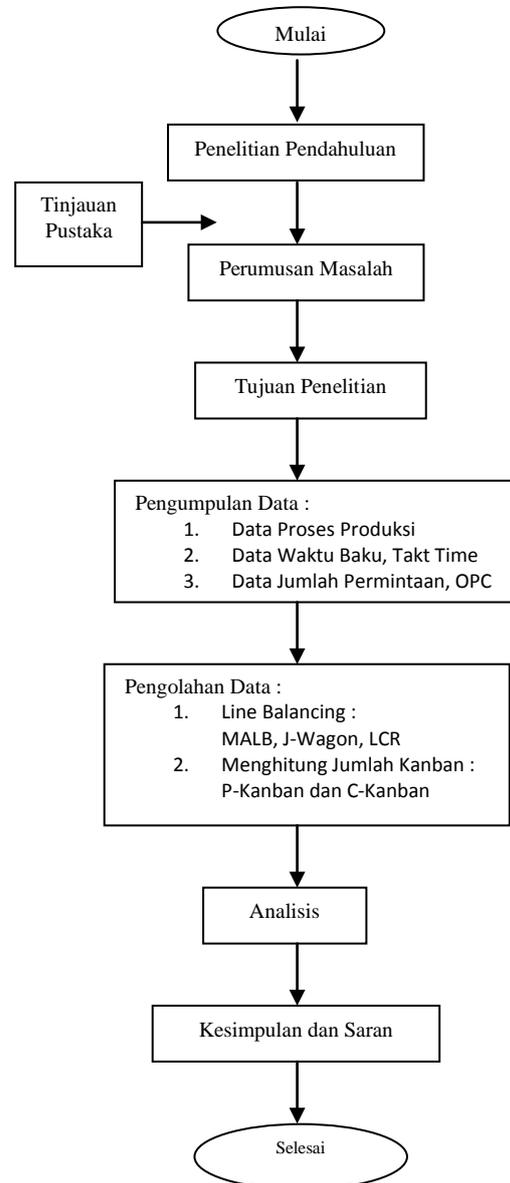
Untuk menghasilkan industri manufaktur yang sehat dan berdaya saing tinggi diperlukan suatu perencanaan dan pengendalian produksi yang dapat meningkatkan kualitas, jumlah produksi, harga dan ketepatan pengiriman. PT. Sharp Electronics Indonesia merupakan perusahaan yang memproduksi alat – alat elektronik. Salah satu produk yang dihasilkan adalah mesin cuci. Permasalahan yang terdapat pada *Washing Machine Line Production* PT. Sharp Electronics Indonesia adalah seringnya tidak tercapai target produksi perhari yaitu sebanyak 740 unit. Sedangkan hasil produksi yang di dapat saat ini rata – rata yaitu sebanyak 600 unit. Keterlambatan material ini dipengaruhi oleh faktor *Inhouse* yaitu keterlambatan pasok material dari lini ke lini. Hal ini disebabkan adanya beban kerja pada lini yang tidak rata. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pemerataan beban kerja Sistem produksi JIT menggunakan aliran informasi berupa kartu Kanban. Sistem kanban adalah suatu informasi yang secara harmonis mengendalikan produksi produk yang diperlukan dalam jumlah yang diperlukan pada waktu yang diperlukan dalam tiap proses manufaktur dan juga diantara perusahaan.

Adapun tujuan yang dapat diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menyeimbangkan lini perakitan dengan cara pemerataan beban kerja pada stasiun kerja dan mengelompokkan elemen – elemen kerja pada lini produksi dengan menggunakan metode *line balancing*.
2. Merancang dan menghitung jumlah kartu yang diperlukan untuk menunjang penerapan sistem produksi *Just In Time*.

## METODE

Adapun tahapan metodologi penelitian sbb :



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan langkah penelitian yang sistematis dalam mengidentifikasi, merumuskan, memecahkan, menganalisa dan menarik suatu kesimpulan dari suatu permasalahan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Perhitungan Cycle Time dan Target Produksi**

Cycle Time (CT) adalah waktu rata – rata yang dibutuhkan untuk menyelesaikan produk dari lini perakitan dengan asumsi setiap *assembly* mempunyai kecepatan yang konstan. Waktu produksi yang digunakan adalah waktu kerja yang ditetapkan oleh perusahaan. Dalam 1 bulan terdapat waktu kerja efektif sebesar 518.400 detik. Kapasitas produksi yang digunakan adalah jumlah permintaan terbesar pada bulan Agustus – Desember 2014, dimana jumlah permintaan terbesar pada bulan September dengan jumlah permintaan sebanyak 14.454 unit/bulan. Jumlah hari kerja yang digunakan adalah 18 hari sesuai dengan jumlah hari kerja PT. SEID. Perhitungan akan dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh di atas sebagai berikut:

$$CT = \frac{518400}{14454} = 35,87 \text{ detik/unit}$$

Dan

$$\text{Target Produksi} = \frac{14454}{18} = 803$$

Pada penerapan di stasiun kerja baru di gunakan Cycle Time baru yang telah di hitung. Namun terdapat besar  $W_b$  elemen pada stasiun *Wiring* sebesar 55,53 lebih besar dari CT standar, maka CT yang di gunakan untuk perhitungan stasiun baru menggunakan CT terpanjang dari setiap cell yang ada.

**Kadaan Lini Perakitan Awal**

Tabel data waktu siklus kondisi awal dalam pembuatan mesin cuci pada *Cell Preparation*

Tabel 1. Data waktu siklus kondisi awal *cell preparation*

No	Stasiun Kerja	Waktu (detik)	SE	SK	SK <sup>2</sup>
1	Case B Assy 1	22,76	33%	45,35	2056,62
2	Case B Assy 2	23,90	35%	44,21	1954,52
3	Preparation Time Wash	22,63	33%	45,48	2068,43
4	Preparation Safety Switch	22,93	34%	45,18	2041,23
5	Valve Rod Band Welding	23,01	34%	45,10	2034,01
6	Guide Shaft Setting	22,86	34%	45,25	2047,56
7	Motor Assembly 1	68,11	100%	0,00	0,00
8	Motor Assembly 2	68,11	100%	0,00	0,00
9	Motor Assembly 3	68,11	100%	0,00	0,00
	Total	342,42		270,57	12202,38

Sumber data : Hasil Perhitungan)

Berikut contoh perhitungan SE dan SK untuk stasiun 1 :

$$SE = \frac{TS_i}{CT} \times 100\% = \frac{22,76}{68,11} \times 100\% = 33\%$$

$$SK = CT - TS_i = 68,11 - 22,76 = 45,35$$

Berikut perhitungan untuk efisiensi lini, waktu senggang dan smoothness index :

$$\text{Efisiensi lini} = \frac{\sum TS_i}{(n)(CT)} \times 100\% = \frac{342,42}{(9)(68,11)} \times 100\% = 56\%$$

$$\text{Waktu Senggang} = \frac{n \cdot W_d - \sum_i^n W_i}{n \cdot W_d} \times 100\% = \frac{9 \times 68,11 - \sum_i^n 342,32}{9 \times 68,11} \times 100\% = 44\%$$

$$SI = \sqrt{\sum (TS_{i\max} - TS)^2} = \sqrt{12202,38} = 110,46 \text{ detik}$$

Dari hasil perhitungan bagian *cell preparation* memiliki Lini Efisiensi yang kecil. Oleh karena itu, untuk meningkatkan lini efisiensi pada tahap *cell preparation* akan dihitung *line balancing*. Perhitungan *line balancing* menggunakan 3 metode. Metode yang digunakan adalah, *Metode Mansoor Aided Line Balancing (MALB)*, *Metode J-Wagon* dan *Metode Largest Candidat Rule (LCR)*.

**Penyeimbangan Lini Perakitan Menggunakan MALB, J-Wagon, LCR**  
**A. Penyeimbangan Lini Menggunakan**

**Metode Mansoor Aided Line Balancing (MALB)**

MALB adalah salah satu teknik *heuristic* untuk masalah. Langkah – langkah dalam MALB dengan perhitungan manual adalah sebagai berikut :

1. Gambar jaringan *precedence diagram* sesuai dengan keadaan sebenarnya
2. Tentukan *positional weight* (bobot posisi) untuk setiap pekerjaan dari suatu operasi yang memiliki waktu penyelesaian terpanjang mulai dari awal pekerjaan hingga keakhir elemen.
3. Urutkan elemen pekerjaan berdasarkan *positional weight*
4. Lanjutkan dengan menempatkan elemen pekerjaan yang memiliki *positional weight* tertinggi pada variable penampung, lalu hitung waktu senggangnya.
5. Bilawaktu proses lebih besar dari *cycle time*, pindahkan proses terakhir ke variable penampung berikutnya dan hitung waktu senggangnya.
6. Ulangi langkah ke 4 dan ke 5 di atas sampai seluruh elemen pekerjaan sudah ditempatkan.

Dari perhitungan MALB, maka didapatkan data efisiensi setiap stasiun, waktu menganggur setiap stasiun, efisiensi lini , balance delay dan smoothness index adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Perhitungan SE, SK, LE , BD dan SI (MALB)

Stasiun Kerja	Waktu (detik)	SE	SK	SK <sup>2</sup>	LE	BD	SI
1	67,89	100%	0,00	0	84%	16%	2,829611
2	66,80	98%	1,09	1,1881			
3	65,82	97%	2,07	4,2849			
4	66,73	98%	1,16	1,3456			
5	66,80	98%	1,09	1,1881			
6	8,38	12%	59,51	3541,44			
Total	342,42		5,41	8,0067			

**B. Penyeimbangan Lini Menggunakan Metode J-Wagon**

Langkah – langkah keseimbangan Lini metode J-Wagon adalah sebagai berikut:

1. Tentukan bobot untuk setiap elemen kerja
2. Urutkan bobot itu dari yang paling besar ke yang paling kecil.

3. Tugaskan elemen – elemen kerja itu ke dalam stasiun kerja, tetapi dengan syarat jumlah total waktu stasiun kerja tidak boleh melebihi waktu siklus dan juga elemn kerja pendahulunya telah di kerjakan.
4. Jika waktu stasiun kerja ke – imelebihi waktu siklusnya maka operasi terakhir yang masuk dalam stasiun kerja tersebut harus ditugaskan kedalam stasiun kerja berikutnya.
5. Ulangi langkah 3 dan 4 sampai semua elemen kerja sudah di kelompokkan ke dalam stasiun kerja

Dari perhitungan J-Wagon, maka didapatkan data efisiensi setiap stasiun, waktu menganggur setiap stasiun, efisiensi lini, balance delay dan smoothness index adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Perhitungan SE, SK, LE , BD dan SI (J-Wagon)

Stasiun Kerja	Waktu (detik)	SE	SK	SK <sup>2</sup>	LE	BD	SI
1	67,59	99%	0,52	0,2704	83%	17%	1,813974
2	66,57	98%	1,54	2,3716			
3	68,11	100%	0,00	0			
4	67,77	99,5%	0,34	0,1156			
5	67,38	99%	0,73	0,5329			
6	5,00	7%	63,11	3982,872			
Total	337,42		3,13	3,2905			

(Sumber data : hasil perhitungan)

**C. Penyeimbangan Lini Menggunakan Metode Largest Candidat Rule (LCR)**

Langkah – langkah dalam LCR adalah sebagai berikut :

1. Urutkan semua elemen kerja dari yang paling besar waktunya hingga yang paling kecil
2. Elemen kerja pada stasiun kerja pertama di ambil dari urutan yang paling atas. Elemen kerja pindah ke stasiun kerja berikutnya apabila jumlah elemen kerja telah melebihi waktu siklus.
3. Lanjutkan proses ke 2, sampai dengan semua elemen kerja telah berada dalam stasiun kerja dan memenuhi  $\leq$  waktu siklus.

Dari perhitungan LCR, maka didapatkan data efisiensi setiap stasiun, waktu menganggur setiap stasiun, efisiensi lini, balance delay dan smoothness index adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Perhitungan SE, SK, LE, BD dan SI

Stasiun Kerja	Waktu (detik)	SE	SK	SK <sup>2</sup>	LE	BD	SI
1	66,59	98%	1,46	2,1316	84%	16%	3,617637
2	64,85	95%	3,20	10,24			
3	68,05	100%	0,00	0			
4	67,59	99%	0,46	0,2116			
5	67,34	99%	0,71	0,5041			
6	8,00	12%	60,05	3606,003			
Total	342,42		5,83	13,0873			

#### Analisa pemilihan metode terbaik

Dari ketiga metode di atas (MALB, J-WAGON dan LCR) di peroleh nilai efisiensi lini, balance delay dan SI yang berbeda yaitu :

Tabel 5 Perbandingan MALB, J-Wagon, LCR

	LE	BD	SI
Metode LCR	84%	16%	3,617637
Metode J-Wagon	83%	17%	1,813974
Metode MALB	84%	16%	2,829611

(Sumber data : hasil perhitungan)

Dari tabel perbandingan diatas maka dapat disimpulkan bahwa metode LCR dan MALB memiliki efisiensi lini 84 % dan balance delay 16 % yang sama, sedangkan J-Wagon efisiensi lini 83 % dan BD 17 %. Metode MALB memiliki SI yang kecil 2,829611 dibandingkan dengan metode LCR 3,617637. Jadi metode terbaik adalah metode MALB.

#### Analisa perbandingan kondisi awal dan usulan

Tabel 6 Perbandingan kondisi awal dan usulan

Metode	LE	BD	SI	Jumlah Stasiun
Awal	56%	44%	110,4644	9
Usulan (MALB)	84%	16%	2,829611	6

(Sumber data : hasil perhitungan)

Berdasarkan perbandingan kondisi awal dan kondisi usulan maka dapat di simpulkan bahwa kondisi usulan dengan metode MALB lebih baik di bandingkan dengan kondisi awal, karena efisiensi lini yang diperoleh lebih besar dari pada efisiensi lini kondisi awal

#### Rancangan Format Kanban

Sistem produksi yang digunakan oleh pabrik mesin cuci PT. SEID saat ini

menggunakan sistem dorong, dimana pengendalian produksi disesuaikan dengan penjadwalan produksi yang telah dibuat oleh departemen PPC sesuai dengan permintaan yang telah ditetapkan oleh bagian PSI. Sistem produksi yang diusulkan adalah sistem produksi *just in time* atau tepat waktu, yaitu memakai konsep sistem tarik, dimana proses yang sedang berlangsung dibuat sesuai dengan permintaan proses selanjutnya.

Pengertian kanban adalah suatu alat control sinyal berupa “Kartu Tanda” untuk dapat mewujudkan produksi tepat waktu (*just in time*). Kanban bukan satu – satunya alat JIT, tetapi cukup penting untuk dapat memperlancar *flow process* dan mengontrol *inventory in process*. Dari uraian diatas maka dibutuhkan dua jenis Kanban, Kanban yang pertama adalah Kanban *Conveyance* ( *C-Kanban*) atau Kanban Pengambilan dan yang kedua adalah Kanban perintah Produksi ( *P-Kanban*). Kanban pengambilan ( *C-Kanban*) adalah kanban yang digunakan untuk meminta atau mengambil item atau part untuk proses selanjutnya. Sedangkan kanban perintah produksi ( *P-Kanban*) adalah kanban yang digunakan untuk melakukan produksi pada tiap elemen kerja sebagai perintah dari Kanban Pengambilan. Penggunaan sistem dual Kanban tersebut akan memberikan pengendalian yang ketat terhadap persediaan dilantai produksi, karena tidak akan ada perintah produksi tanpa adanya informasi dari Kanban Pengambilan.

#### Pergerakan P-Kanban dan C-Kanban

Pada perhitungan kartu kanban, diketahui untuk menghasilkan 1 produk membutuhkan waktu 28 menit. Dalam 1 siklus produksi tergantung dari berapa lama kontainer dapat terpenuhi. Tabel berikut berisi jadwal Kanban diurutkan dari waktu mulai sampai waktu selesai produksi untuk P-Kanban dan waktu mulai C-Kanban bergerak pada 2 menit terakhir sebelum waktu produksi selama 1 siklus selesai. Jadwal pergerakan P-Kanban dan C-Kanban adalah sama setiap siklusnya, jadwal lini akan terakumulasi setiap bertambah siklus, sesuai dengan perubahan siklus setiap cell. Dari hasil penjadwalan pergerakan kartu P-Kanban dan C-Kanban maka didapatkan hasil kebutuhan siklus perhari dan jam selesai produksi berdasarkan jumlah permintaan perhari. Berikut adalah

tabel data kebutuhan siklus dan jadwal jam selesai perhari untuk lini perakitan mesin cuci :

Tabel 7. Data Kebutuhan Siklus dan Jadwal Jam Selesai Perhari Lini Perakitan Mesin Cuci (Sumber Data : Hasil Perhitungan)

Rata – rata kebutuhan siklus pertukaran kartu Kanban adalah 10 siklus perhari. Dan dengan menjadwalkan jam selesai dari produksi mesin cuci didapatkan hasil bahwa target produksi

Tanggal	Model	Permintaan Perhari Bulan September 2014	Q	Siklus Perhari	Jam Selesai Berdasarkan Permintaan Perhari
1	ES-T75E-HK	600	60	10	14.30
2	ES-T70S-W	840	84	10	15.30
3	ES-T70S-W	840	84	10	15.30
4	ES-T70S-W	840	84	10	15.30
5	ES-T65MW-BK	48	5	10	08.20
	ES-T95CR-PK	48	5	10	09.10
	ES-T86CA-BK	584	59	10	15.10
8	ES-T86CA-BK	6	1	6	07.48
	ES-T88DA-RK	624	63	10	14.08
9	ES-T88DA-RK	6	1	6	07.48
	ES-T86CL-HK	451	46	10	11.48
	ES-T96CL-HK	314	32	10	14.38
	ES-T68MW-PK	49	5	10	15.08
10	ES-T68MW-PK	473	48	10	11.40
	ES-T96CA-PK	187	19	10	14.30
11	ES-T65MW-BK	280	28	10	10.10
	ES-T96CA-PK	440	44	10	15.00
12	ES-T65MW-BK	624	63	10	12.50
	ES-T65MW-GK	98	10	10	15.00
15	ES-T65MW-GK	670	67	10	14.10
16	ES-T65MW-GK	202	21	10	09.30
	ES-T85CR-BK	538	54	10	14.50
17	ES-T85CR-BK	422	43	10	11.20
	ES-T95CR-PK	318	32	10	15.10
18	ES-T95CR-PK	234	24	10	09.50
	ES-T77F-PPK	500	50	10	13.70
19	ES-T77DA-BK	6	1	6	14.28
	ES-T77DA-BK	444	45	10	11.20
22	ES-T70S-W	740	74	10	13.40
23	ES-T75E-HK	326	33	10	10.30
	ES-T70S-W	344	35	10	14.40
24	ES-T75E-HK	740	74	10	13.40
25	ES-T75E-HK	740	74	10	13.40
26	ES-T75E-HK	564	57	10	13.20

perharinya dapat tercapai tepat waktu dengan sistem perancangan kartu Kanban ini, sehingga tidak terjadi keterlambatan pasok material di lini produksi mesin cuci. Dan target produksi per hari dapat ditingkatkan karena rata – rata jam selesai pengerjaan produksi

mesin cuci kurang dari jam perhari yaitu 7 jam kerja yang selesai pada pukul 16:00.

## SIMPULAN DAN SARAN

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu

1. Setelah dilakukan perhitungan keseimbangan lini dengan menggunakan 3 metode yaitu MALB, J-Wagon dan LCR dapat meningkatkan performance lini khususnya pada *cell preparation*. Metode MALB dan LCR memiliki efisiensi lini 84 % dan balance delay 16 % yang sama, sedangkan J-Wagon efisiensi lini 83 % dan BD 17 %. Metode MALB memiliki SI yang kecil 2,829611 dibandingkan dengan metode LCR 3,617637. Sehingga metode terbaik adalah metode MALB. Dengan begitu lini baru yang digunakan untuk penerapan perancangan sistem Kanban adalah lini baru dengan metode MALB.
2. Berdasarkan hasil perhitungan kartu Kanban yang diusulkan rata – rata dari jumlah kartu Kanban yang diperlukan untuk 1 siklus adalah sebanyak 1 kartu dengan perbedaan lama dari waktu 1 siklus ditentukan dari jumlah kapasitas kontainer yang dibutuhkan perhari. Dan hasil perancangan kartu P-Kanban dan C-Kanban didapatkan hasil bahwa target produksi perhari dapat tercapai tepat waktu.

### SARAN

1. Perusahaan dapat mencoba pengaplikasian usulan lini baru pada lini perakitan yang ada sekarang
2. Perusahaan dapat mencoba mengaplikasikan usulan perancangan sistem Kanban agar target produksi perhari perusahaan yang di tetapkan dapat terpenuhi
3. Melakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode S-Kanban atau Kanban *Supplier*

### DAFTAR PUSTAKA

- E. Biegel, John. 1992. Pengendalian Produksi Suatu Pendekatan Kuantitatif. CV Akademika Pressindo, Jakarta
- Gaspersz, Vincent. 2008 . *Production Planning and Inventory Control* Berdasarkan Pendekatan MRP II dan

- JIT menuju *Manufacturing 21*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Heizer, Jay & Render, Barry. 2005. *Manajemen Operasi*. Salemba Empat, Jakarta
- Khairani Sofyan, Diana. 2013. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Monden, Yasuhiro. 1995. *Sistem Produksi Toyota*. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta
- Nasution, Arman Hakim. 2003. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Guna Widya. Surabaya.