



## Peningkatan Produktivitas IKM melalui Perbaikan Keseimbangan Lintasan Produksi (Studi Kasus: IKM Mebel di Solo)

Anindya Rachma Dwicahyani<sup>1</sup>, Benazir Imam Arif Muttaqin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Jl. Arif Rahman Hakim 100, Surabaya, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Jl. Ketintang 156, Surabaya Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

**Halaman:**  
51 – 57

**Tanggal penyerahan:**  
24 September 2020

**Tanggal diterima:**  
6 Oktober 2020

**Tanggal terbit:**  
13 Oktober 2020

### EMAIL

<sup>1</sup>[anindya.dwicahyani@itats.ac.id](mailto:anindya.dwicahyani@itats.ac.id)

<sup>2</sup>[benazir.imam.a.m@ittekomsby.ac.id](mailto:benazir.imam.a.m@ittekomsby.ac.id)

### ABSTRACT

*The balance of production line is one of the things that determines the level of productivity of an assembly line. An unbalanced production line will cause a bottleneck, which will be resulting in a low productivity. One technique that can be done to balance the production line is Line Balancing. With Line Balancing, the assignment of work elements for each station can be optimized, hence we can get balanced workload and increased productivity. This study discusses the application of Line Balancing method to increase productivity in an SME furniture. We use Largest Candidate Rule (LCR) method to optimally assign work elements to each station. The case study is conducted at one SME furniture in Solo, namely UD. XYZ. The results show that by applying line balancing analysis, the optimal solution is to increase the number of work stations to 3 from the initial conditions of 1 work station. By increasing the number of work stations, productivity can be increased by up to 130%.*

**Keywords:** *line balancing, assembly line, furniture industry, productivity, efficiency*

### ABSTRAK

Keseimbangan lintasan produksi adalah salah satu hal yang menentukan tingkat produktivitas dari sebuah lini perakitan. Sebuah lintasan produksi yang tidak seimbang akan menyebabkan bottleneck, sehingga kuantitas produksi tidak dapat dimaksimalkan. Salah satu teknik analisa yang dapat dilakukan untuk menyeimbangkan lintasan produksi adalah *line balancing*. Dengan *line balancing*, penugasan elemen kerja setiap stasiun dapat dioptimalkan, sehingga beban kerja menjadi seimbang dan produktivitas dapat ditingkatkan. Penelitian ini membahas penerapan metode *line balancing* dalam upaya peningkatan produktivitas di IKM mebel. Metode *line balancing* yang digunakan adalah metode *Largest Candidate Rule (LCR)*. Studi kasus dilakukan di salah satu IKM Mebel di Solo, yaitu UD. XYZ. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan melakukan analisa *line balancing*, solusi optimal adalah menambah jumlah stasiun kerja menjadi 3 dari kondisi awal 1 stasiun kerja. Dengan menambah jumlah stasiun menjadi 3, produktivitas dapat ditingkatkan hingga 130%.

**Kata kunci:** *line balancing, lini perakitan, industri mebel, produktivitas, efisiensi*

### PENDAHULUAN

Sebuah masalah yang cukup mendasar pada sistem produksi adalah mengenai permasalahan keseimbangan lintasan produksi. Keseimbangan lintasan produksi menempati peranan yang penting dalam melancarkan kegiatan proses produksi suatu perusahaan manufaktur. Setiap perusahaan manufaktur membutuhkan struktur lintasan produksi yang ideal, sehingga dapat menghasilkan

keseimbangan proses untuk seluruh stasiun kerja guna mencapai target produksi dan pemenuhan permintaan pasar.

*Line balancing* merupakan sebuah alat untuk menganalisa keseimbangan lintasan produksi. Dengan *line balancing*, penumpukan material pada sebuah stasiun kerja atau *bottleneck* dapat diminimalkan. Menurut [1], kriteria penting dalam teknik *line balancing* adalah meminimalkan waktu menganggur (*balance delay*) dan jumlah stasiun kerja. *Line balancing* perlu dilakukan, khususnya dalam sebuah lini perakitan (*assembly line*), untuk meningkatkan efisiensi dan utilitas dari stasiun-stasiun kerja, serta menyeimbangkan beban antar stasiun kerja [2]. Tujuan akhir dari *line balancing* adalah memaksimalkan produktivitas dan efisiensi dari sebuah lintasan produksi [3].

Permasalahan keseimbangan lintasan produksi juga dialami Industri Kecil Menengah (IKM) yang bergerak di bidang usaha mebel/furnitur. Sayangnya, masalah ini kerap terabaikan karena minimnya pengetahuan para pelaku IKM dan dampaknya yang memang tidak nampak secara eksplisit. Hal ini menyebabkan banyak pelaku IKM tidak dapat memaksimalkan efisiensi dan produktivitasnya. Salah satunya dapat dilihat dari tingginya waktu menganggur operator pada suatu stasiun kerja, padahal di stasiun kerja lain terdapat *bottleneck*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian analisa *line balancing* pada IKM mebel untuk meningkatkan produktivitas dan menyeimbangkan beban kerja.

Penelitian ini menganalisa *line balancing* pada UD. XYZ untuk menyeimbangkan beban kerja operator, mempercepat waktu proses, dan meningkatkan produktivitas. Diperlukan suatu rancangan lini produksi yang lebih seimbang sehingga kelancaran aliran produksi dan pemenuhan target produksi pada UD. XYZ dapat tercapai. Salah satu upaya yang dapat dilakukan melalui penerapan *Line Balancing* adalah dengan mereduksi jumlah stasiun yang ada atau merubah struktur pembagian kerja di setiap stasiun. Tujuan *line balancing* adalah menjaga keseimbangan lintasan pada semua stasiun kerja dan menjaga kelancaran lintasan produksi pada proses produksi di atas lintasan perakitan. Melalui penelitian ini, diusulkan sebuah rancangan penyeimbangan lintasan (*line balancing*) pada divisi pembuatan rangka kursi sofa UD. XYZ, sehingga beban kerja dapat diseimbangkan dan produktivitas dapat ditingkatkan.

## METODE

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan penelitian, dimulai dari pengumpulan data, pengolahan data, analisa hasil, dan penarikan kesimpulan. Data dalam penelitian ini adalah data primer yang diperoleh dari pengamatan langsung pada divisi pembuatan kursi sofa di UD. XYZ. Data yang dikumpulkan meliputi data proses produksi, jumlah pekerja, elemen kerja, waktu proses, dan waktu siklus. Pengamatan data waktu proses dan waktu siklus dilakukan dengan metode studi gerakan dengan bantuan *stopwatch* [4]. Data waktu tersebut kemudian diolah menjadi waktu normal dan waktu standar. Selanjutnya, dilakukan perhitungan keseimbangan lini produksi dengan *line balancing*.

Metode *line balancing* yang digunakan adalah metode *Largest Candidate Rule* (LCR). LCR merupakan metode *line balancing* dengan mengatur elemen kerja berdasarkan waktu elemen kerja tertinggi secara *descending* [5]. Metode LCR diawali dengan menentukan perkiraan jumlah stasiun yang memungkinkan, mengurutkan data setiap stasiun berdasarkan aturan LCR, dan menugaskan elemen kerja ke setiap stasiun berdasarkan waktu yang diizinkan. Indikator analisa menggunakan perhitungan *line efficiency*, *balance delay*, total efisiensi, dan utilitas untuk setiap stasiun [6]. Dengan membandingkan nilai *line efficiency*, *balance delay*, total efisiensi, dan utilitas dari setiap alternatif, maka dapat dipilih alternatif jumlah dan penugasan elemen kerja setiap stasiun yang paling optimal.

Secara singkat, algoritma metode LCR dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Membuat *precedence diagram* dari proses produksi.
2. Menyusun daftar (*list*) elemen kerja untuk seluruh stasiun kerja yang ada berdasarkan aturan LCR yaitu pengurutan berdasarkan waktu elemen kerja paling besar (urutan *descending*).
3. Menugaskan elemen kerja pada stasiun kerja pertama dengan memulai dari atas list dan memilih elemen pertama yang memenuhi syarat *precedence* dan jumlah total waktu elemen kerja yang tidak melebihi waktu yang diizinkan untuk setiap stasiun.
4. Memulai kembali dari atas *list* untuk urutan penugasan berikutnya.

5. Jika sudah tidak ada lagi elemen kerja yang dapat ditugaskan tanpa melebihi  $T_s$ , maka lanjutkan proses untuk stasiun kerja berikutnya.
6. Mengulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk stasiun kerja berikutnya sampai seluruh elemen kerja selesai ditugaskan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Studi Kasus: IKM Mebel di Solo

UD. XYZ merupakan salah satu Industri Kecil dan Menengah (IKM) mebel kayu yang berlokasi di daerah Gilingan, Solo, Jawa Tengah. UD. XYZ merupakan usaha desa yang sistem produksinya dapat diklasifikasikan menjadi sistem produksi *make to order*, di mana produksi didasarkan atas pesanan dari pelanggan. Dalam hal ini, perusahaan telah terlebih dahulu menentukan rancangan dasar dari produk yang dijual. Namun, pelanggan dapat melakukan kustomisasi sesuai keinginan, jika masih dalam batas kemampuan produksi perusahaan. Di samping memenuhi pesanan dari pelanggan, perusahaan juga melakukan produksi rutin yang nantinya akan dipasarkan ke distributor dan pengecer di daerah Jawa Tengah.

Produk utama yang dihasilkan oleh UD. XYZ adalah kursi sofa. Umumnya produk kursi sofa dijual untuk setiap set yang terdiri dari kursi sofa *single*, kursi sofa panjang, dan kursi sofa siku. Pada penelitian ini, produk yang diamati adalah produk kursi sofa *single*. Proses produksi kursi sofa oleh UD. XYZ terdiri atas dua subproses yang dilakukan pada satu stasiun kerja. Masing-masing subproses terdiri dari beberapa langkah kerja yang berbeda. Subproses dari produksi kursi sofa oleh UD. XYZ adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan kerangka,
2. Finishing (pemasangan karet, busa, dan jok),

UD. XYZ memiliki jumlah pekerja sebanyak 8 orang. Rincian jumlah dan tugas masing-masing pekerja diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Pekerja untuk Masing-masing Divisi

Divisi	Jumlah Pekerja
Pembuatan kerangka	4
Finishing	3
Final check	1
Administratif	1

Proses produksi kursi sofa oleh UD. XYZ terdiri dari dua subproses, yakni pembuatan kerangka dan proses finishing. Subproses pembuatan kerangka kursi sendiri terbagi ke dalam empat tahapan:

1. Pembuatan kerangka bagian samping (kiri dan kanan),
2. Pembuatan kerangka bagian depan (kaki kursi),
3. Pembuatan kerangka bagian belakang (sandaran kursi),
4. Pembuatan kerangka bagian dudukan.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, terdapat 3 aktivitas kerja utama yang dilakukan untuk setiap tahapan subproses pembuatan kerangka kursi, yaitu:

1. Pemilihan kayu, pengukuran kayu, dan pembentukan pola,
2. Pemotongan kayu menggunakan gergaji atau alat potong lain,
3. Penyambungan dengan menggunakan paku (*assembly*).



Gambar 1. Pembuatan pola (kiri) dan pemotongan kayu (kanan).



Gambar 2. Pemoangan tepi kayu (kiri) dan perakitan antar bagian sofa (kanan).

Proses pemolaan dan pemotongan kerangka kursi sofa ditunjukkan oleh Gambar 1 dan Gambar 2. Khusus untuk pembuatan kerangka kursi bagian samping, digunakan patokan (mal) yang berfungsi untuk memudahkan dalam proses *assembly*.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan dengan metode *Stopwatch Time Study* (STS), diperoleh data waktu proses ( $W_p$ ) dan waktu baku awal untuk keempat stasiun kerja yang ditunjukkan oleh Tabel 2. Perhitungan waktu normal ( $W_N$ ) dan waktu baku ( $W_B$ ) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Anggawisastra, Sutralaksana, Tjakraatmaja, 2006).

$$W_N = W_p \times \text{Rating Factor} \dots\dots (1)$$

$$W_B = W_N \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance \%}} \dots\dots (2)$$

Tabel 2. Waktu Pengamatan dan Waktu Baku Setiap Elemen Kerja Teramati

No	Elemen Kerja	Waktu Proses (detik)	Rating Factor	Waktu Normal (detik)	Allowance	Waktu Baku (detik)
1	Memilih kayu	42,67	1,00	42,667	10%	47,41
2	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 1	87,33	1,00	87,333	10%	97,04
3	Memotong kayu dengan gergaji bagian 1	128,67	1,00	128,667	10%	142,96
4	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 1	304,00	1,00	304,000	10%	337,78
5	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 2	137,00	1,00	137,000	10%	152,22
6	Memotong kayu dengan gergaji bagian 2	169,33	1,00	169,333	10%	188,15
7	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 2	336,33	1,00	336,333	10%	373,70
8	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 3	87,00	1,00	87,000	10%	96,67
9	Memotong kayu dengan gergaji bagian 3	168,67	1,00	168,667	10%	187,41
10	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 3	518,00	1,00	518,000	10%	575,56
<b>Jumlah</b>		<b>1.979</b>		<b>1.979</b>		<b>2.199</b>

Setelah diperoleh data waktu baku untuk setiap elemen kerja, lalu dilakukan analisa keseimbangan lini berdasarkan dua indikator pengukuran yaitu *line efficiency* dan *balance delay*. *Line efficiency* adalah rasio dari total waktu di stasiun kerja dibagi dengan waktu siklus dikalikan jumlah stasiun kerja. *Balance delay* adalah ukuran ketidakefisienan lintasan yang dihasilkan dari waktu menganggur sebenarnya yang disebabkan karena pengalokasian yang kurang sempurna di antara stasiun-stasiun kerja. Selain itu, juga dilakukan perhitungan efisiensi stasiun dan utilitas. Efisiensi stasiun adalah faktor yang mengukur performansi aktual dari *work center* relatif terhadap standar yang ditetapkan. Sedangkan utilitas adalah pecahan yang menggambarkan presentase *clock*

time yang tersedia dalam *work centre* yang secara aktual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman masa lalu. Dengan menerapkan persamaan-persamaan di bawah ini, dapat dilakukan perhitungan *line efficiency*, *balance delay*, efisiensi stasiun, dan utilitas untuk setiap stasiun kerja.

$$Line\ Efficiency = \frac{\sum_{i=1}^n ST_i}{(n \times T_c)} \times 100\% \dots\dots (3)$$

$$Balance\ Delay = 100\% - Line\ Efficiency \dots\dots (4)$$

$$Efisiensi\ Stasiun = \frac{Waktu\ Standar}{Waktu\ Aktual\ yang\ Digunakan\ untuk\ Produksi} \times 100\% \dots\dots (5)$$

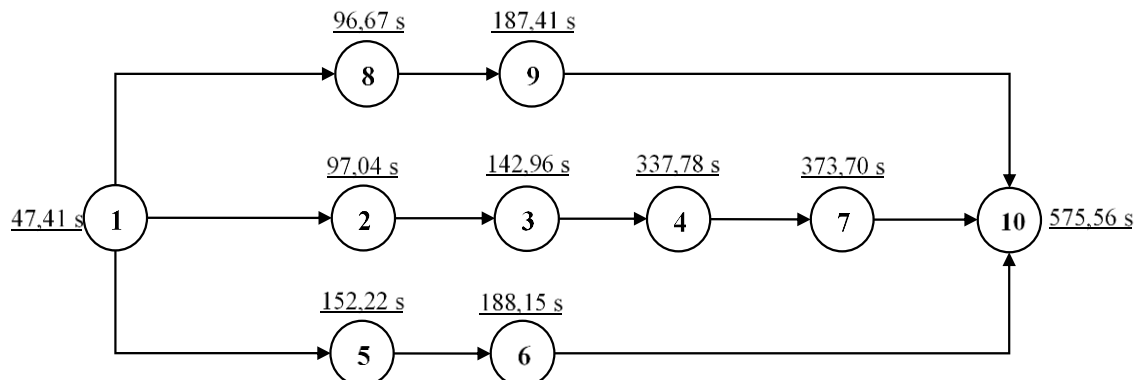
$$Utilitas\ (\%) = \frac{Jumlah\ Produksi\ Aktual}{Waktu\ yang\ Tersedia} \times 100\% \dots\dots (6)$$

Tabel 3. Nilai *Line Efficiency*, *Balance Delay*, Efisiensi Stasiun, dan Utilitas Awal

Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik)	Line Efficiency	Balance Delay	Efisiensi Stasiun	Utilitas	Kapasitas Produksi (unit/hari)
I	2198,89	100%	0%	100%	90,0%	9,82

**Line Balancing dengan Metode LCR**

Tahapan awal sebelum dimulainya metode LCR adalah menyusun *precedence diagram*, di mana seluruh tahapan produksi diurutkan berdasarkan elemen kerja yang mendahului. *Precedence diagram* dari proses produksi pembuatan rangka kursi sofa UD. XYZ ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. *Precedence diagram* proses produksi kerangka kursi sofa.

Pada dasarnya, *Line balancing* merupakan suatu metode untuk mengendalikan atau menyeimbangkan lintasan produksi yang berkaitan dengan aspek waktu (waktu baku) sehingga perbedaan waktu baku di tiap stasiun dapat diminimalkan. *Line balancing* dilakukan untuk membuat setiap stasiun mempunyai beban kerja yang sama sehingga tidak terjadi waktu menunggu yang lama antara satu stasiun dengan stasiun lain dan tidak terjadi penumpukan produk (*bottle neck*). Kriteria umum *line balancing* adalah memaksimalkan *line efficiency* atau meminimumkan *balance delay*. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai *balance delay* yang sangat rendah, yakni 0%. Efisiensi lini juga sangat tinggi, yakni 100%, mengingat hanya terdapat satu stasiun kerja. Namun dalam proses ini, beban kerja operator sangat berat, karena seluruh aktivitas hanya dilakukan sendiri. Produktivitas harian juga tidak dapat dimaksimalkan. Untuk melakukan perbaikan, digunakan metode LCR (*Largest Candidate Rule*). Metode ini mengatur elemen kerja secara descending dan harus memenuhi syarat *precedence*.

Sebelum melakukan pengurutan dengan metode LCR, dihitung banyaknya stasiun kerja yang mungkin diterapkan. Banyaknya stasiun kerja yang mungkin dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Jumlah\ Stasiun = \frac{\sum_{i=1}^{i=4} Wb_i}{\max Wb} \dots\dots (7)$$

Dari hasil perhitungan, diperoleh jumlah stasiun yang mungkin adalah 3,82 stasiun, yang berarti ada dua alternatif yaitu 3 stasiun, dengan waktu yang diizinkan sebesar 731,96 detik/stasiun, atau 4 stasiun, dengan waktu yang diizinkan sebesar 549,72 detik/stasiun. Setelah menghitung jumlah stasiun yang memungkinkan, elemen kerja diurutkan dengan metode LCR berdasarkan ketentuan *precedence diagram*, di mana tahapan yang mendahului harus ditulis lebih dulu sebelum tahapan yang didahului dan tahapan dengan waktu pengamatan lebih besar ditulis lebih dulu pada urutan yang sama. Hasil pengurutan dengan metode LCR ditunjukkan oleh Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Pengurutan dengan Metode LCR Alternatif ke-1 (3 Stasiun Kerja)

Stasiun Kerja	Elemen ke-	Elemen Kerja	Elemen yang Mendahului	Waktu Baku (detik)
I	1	Memilih kayu	-	47,41
	5	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 2	1	152,22
	2	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 1	1	97,04
	8	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 3	1	96,67
	6	Memotong kayu dengan gergaji bagian 2	5	188,15
	9	Memotong kayu dengan gergaji bagian 3	8	187,41
II	3	Memotong kayu dengan gergaji bagian 1	2	142,96
	4	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 1	3	337,78
	7	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 2	6, 4	373,70
III	10	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 3	9, 7, 4	575,56

Tabel 5. Pengurutan dengan Metode LCR Alternatif ke-2 (4 Stasiun Kerja)

Stasiun Kerja	Elemen ke-	Elemen Kerja	Elemen yang Mendahului	Waktu Baku (detik)
I	1	Memilih kayu	-	47,41
	5	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 2	1	152,22
	2	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 1	1	97,04
	8	Mengukur kayu dan membentuk pola bagian 3	1	96,67
	6	Memotong kayu dengan gergaji bagian 2	5	188,15
	9	Memotong kayu dengan gergaji bagian 3	8	187,41
II	3	Memotong kayu dengan gergaji bagian 1	2	142,96
	4	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 1	3	337,78
III	7	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 2	6, 4	373,70
IV	10	Menyambung antar bagian kayu dengan paku bagian 3	9, 7, 4	575,56

Apabila telah dilakukan pengurutan data, maka dapat dilakukan pembagian stasiun kerja dengan kisaran waktu tiap stasiun mendekati waktu standar masing-masing. Dengan mempertimbangan selisih waktu siklus LCR, dapat ditentukan banyaknya jumlah stasiun yang terpilih. Dari perhitungan, didapatkan rata-rata selisih untuk 3 stasiun sebesar 0 detik dan untuk 4 stasiun sebesar 52,99 detik. Hal ini menunjukkan besar penyimpangan terhadap waktu yang diizinkan untuk 3 stasiun lebih kecil daripada 4 stasiun. Maka, alternatif 3 stasiun dipilih sebagai jumlah stasiun usulan.

**Analisa Hasil**

Setelah diperoleh hasil *line balancing* dengan metode LCR, selanjutnya dapat dilakukan perbandingan nilai *line efficiency*, *balance delay*, efisiensi stasiun, dan utilitas antara kondisi eksisting dengan usulan yaitu sebagai berikut.

Tabel 6. Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Usulan

Indikator	Eksisting	Usulan
Jumlah Stasiun	1 stasiun	3 stasiun
<i>Line Efficiency</i>	100%	82%
<i>Balance Delay</i>	0%	18%
Utilitas	90%	74%
Efisiensi Stasiun	100%	75%
Kapasitas per hari (unit)	10 unit/hari	23 unit/hari

Meskipun nilai *line efficiency*, *balance delay*, efisiensi stasiun, dan utilitas mengalami penurunan, namun produktivitas berhasil ditingkatkan hingga 130%. Selain itu, beban kerja pekerja pun akan berkurang. Jika diasumsikan setiap stasiun kerja memiliki satu orang operator, maka dapat dikatakan bahwa beban kerja pekerja berkurang hingga sebesar 60%. Hal ini tentu dapat mempengaruhi kualitas kerja dan performansi dari operator. Dengan pembagian elemen kerja yang baru, pekerjaan menjadi lebih terspesialisasi dan lebih terstruktur. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa lintasan sistem produksi pembuatan kerangka kursi sofa sesudah perbaikan lebih produktif dan lebih efektif.

Jumlah stasiun yang ditetapkan untuk perbaikan adalah 3 stasiun kerja sehingga perbaikan dilakukan dengan menambah jumlah stasiun yang semula hanya satu. Perbaikan yang dilakukan dengan metode LCR juga merubah distribusi elemen-elemen kerja pada masing-masing stasiun. Dengan adanya perubahan distribusi elemen kerja, maka spesialisasi kerja dapat dilakukan dan beban kerja dapat ditingkatkan.

**KESIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa UD. XYZ akan mengalami peningkatan produktivitas sebesar 130% pada divisi pembuatan kerangka kursi sofa dengan menerapkan *line balancing*. Perbaikan dilakukan dengan melakukan perubahan pada distribusi elemen kerja di setiap stasiun dan menambah jumlah stasiun menjadi 3 stasiun. Penerapan *line balancing* memungkinkan dilakukannya spesialisasi kerja dari masing-masing stasiun sehingga kuantitas produksi harian dapat ditingkatkan. Selain itu, dengan adanya spesialisasi kerja tersebut, tidak dipungkiri bahwa kualitas produk mungkin juga akan meningkat karena beban kerja operator dapat diseimbangkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] N. Kriengkorakot dan N. Pianthong, "The Assembly Line Balancing Problem: Review articles \*," *KKU Eng. J.*, 2007.
- [2] N. Kumar dan D. Mahto, "Assembly Line Balancing: A Review of Fepvelopments and Trends in Approach to Industrial Application," *Glob. J. Res. Eng.*, 2013.
- [3] R. Pisuchpen dan W. Chansangar, "Modifying production line for productivity improvement: A case study of vision lens factory," *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 2014.
- [4] M. A. Moktadir, S. Ahmed, F. Tuj Zohra, dan R. Sultana, "Productivity Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh," *Ind. Eng. Manag.*, 2017.
- [5] V. P. Jaganathan, "Line Balancing Using Largest Candidate Rule Algorithm in a Garment Industry: a Case Study," *Int. J. Lean Think.*, 2014.
- [6] Stevenson W.J. Chuong S.C., "Manjemen Operasi Perspektif Asia," in 2, 2014.