

Analisa Line Balancing Dengan Metode Genetika Algoritma Pada Lintasan Produksi Di PT. X

Theresa Novita Sari¹, Lely Herlina², Bobby Kurniawan³

^{1, 2, 3}Jurusan Teknik Industri Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jend.Sudirman Km.3 Cilegon, Banten 42435

Theresa_saragih@yahoo.com¹, lelyherlina@yahoo.com², b.kurniawan76@gmail.com³

ABSTRAK

Keseimbangan lintasan dalam aliran proses produksi tidak jarang masih kurang mendapatkan perhatian dalam suatu industri, padahal suatu industri perlu memperhatikan keseimbangan proses produksi dan produktifitas kerja. PT. X adalah industri garment, di dalam PT. X banyak lini produksi yang mengerjakan aktivitas produksi yang berbeda-beda, dengan adanya perbedaan aktivitas kerja maka masalah kelebihan atau kekurangan waktu produksi dapat berpengaruh pada keseimbangan arus produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai cycle time dan mendapatkan jumlah stasiun kerja baru yang seimbang untuk proses produksi di PT. X dan merekomendasikan usulan urutan proses produksi. Oleh karena itu dibutuhkan analisa line balancing, adapun penelitian ini menggunakan metode genetika algoritma. Hasil yang didapatkan nilai cycle time sebesar 1,510 dan jumlah stasiun kerja baru sebanyak 13. Usulan urutan proses produksi yang di berikan di dapatkan dari hasil iterasi kesepuluh dengan nilai line efisiensi sebesar 74,74 % dan nilai balance delay sebesar 25,26 %. Adapun urutan prosesnya ialah task 1, 2, 3, 7 dan 8 digabungkan menjadi satu stasiun kerja untuk stasiun kerja pertama, selanjutnya task 5 dan 6 digabungkan sebagai stasiun kerja kedua, task 4 menjadi stasiun kerja ketiga, task 9 dan 10 menjadi stasiun kerja keempat, task 12, 11, dan 13 untuk stasiun kerja kelima, task 14, 15, 17, 16, 18, dan 20 untuk stasiun kerja keenam, task 23, 19, 22, dan 21 untuk stasiun kerja ketujuh, task 25 dan 24 untuk stasiun kerja kedelapan, task 28, 27, dan 26 untuk stasiun kerja kesembilan, task 29, 38, dan 31 untuk stasiun kerja kesepuluh, task 30, dan 37 untuk stasiun kerja kesebelas, task 35, 33, 36, dan 34 untuk stasiun kerja duabelas, dan penggabungan terakhir dalam line usulan ini ialah task 39 dan 32.

Kata kunci : Line balancing, Genetika algoritma, Line efisiensi

ABSTRACT

Balancing the flow of the production process is not uncommon to still not get noticed in an industry, but an industry need to pay attention to the balance of the production process and work productivity. PT. X is a company engaged in the garment industry. In PT. X many production lines are working on production activities vary, with the differences in work activities, the problem of excess or shortage of production time can affect the balance of the production flow. This study aims to determine the value of cycle time and get the amount of new work stations equal to the production process in PT. X and recommend the proposed sequence of the production process. Therefore the line balancing analysis is required, as for this study using genetic algorithms. Results obtained value of 1.510 cycle time and number of work stations as many as 13. Proposed sequence of the production process that is given in the get from the tenth iteration with the value of the line efficiency of 74.74% and the balance delay of 25.26%. The sequence of the process is the task 1, 2, 3, 7 and 8 are combined into one work station to work station first, then task 5 and 6 are combined as a second work station, work station task 4 into the third, task 9 and 10 into four work stations, task 12, 11, and 13 for the five work stations, task 14, 15, 17, 16, 18, and 20 for the sixth work station, task 23, 19, 22, and 21 for the seventh work station, task 25 and 24 for eight work stations, task 28, 27, and 26 for the ninth workstation, task 29, 38, and 31 for the ten work stations, task 30, and 37 for the eleven work stations, task 35, 33, 36, and 34 for work stations twelfth, and final incorporation in the line of this proposal is to task 39 and 32.

Keywords: Line balancing, Genetic algorithm, Line efisiensi

PENDAHULUAN

Masalah keseimbangan lintasan dalam aliran proses produksi tidak jarang masih kurang mendapatkan perhatian dalam suatu industri, padahal suatu industri perlu memperhatikan keseimbangan proses produksi dan produktifitas kerja. Karena tanpa adanya keseimbangan dalam proses produksi dan produktifitas kerja yang baik, maka akan menyebabkan efisiensi dan utilitas pekerja menurun. Untuk mendapatkan hasil yang efisien dalam suatu produksi, masalah *line balancing* harus diperhatikan. Konsep *line balancing* bertujuan untuk meminimalkan total *idle* dalam proses produksi (Biegel, 1981). Dalam konsep ini, elemen-elemen operasi akan di gabung-gabung menjadi beberapa stasiun kerja. Tujuan umum penggabungan ini adalah untuk mendapatkan rasio *delay/idle* (menganggur) yang serendah mungkin (Bedworth, 1997). Jika memungkinkan rasio *delay* ini di upayakan 0% yang berarti efisiensi sama dengan 100% (Baroto, 2006). Dengan demikian, biaya tidak akan teralokasi pada aktivitas produksi yang tidak menghasilkan keuntungan untuk perusahaan dan waktu-waktu menganggur dapat di minimasikan. Sehingga penghematan biaya dapat di peroleh. Hasil penghematan biaya ini selanjutnya dapat di gunakan untuk mengurangi harga jual atau di alokasikan pada kegiatan produktif lainnya. Akhirnya, daya saing produk di harapkan meningkat (Baroto, 2006).

PT. X adalah perusahaan yang bergerak dalam industri *garment*. Produk yang di produksi oleh PT. X ialah kemeja berkualitas tinggi. Dalam PT. X banyak lini produksi yang mengerjakan aktivitas produksi yang berbeda-beda. Dengan adanya perbedaan aktivitas kerja maka masalah kelebihan atau kekurangan waktu produksi dapat berpengaruh pada keseimbangan arus produksi. Dalam rantai produksi terdapat masalah, dimana lintasan arus produksi masih ditemukan ketidakseimbangan dan kegiatan-kegiatan yang menganggur. Hal ini juga yang dapat mempengaruhi utilitas pekerja menurun yang dapat membuat perusahaan merugi dengan kegiatan-kegiatan yang tidak memiliki nilai.

Di dalam produksi kemeja *style JCPDCM798* ada target produksi yang ingin dicapai ialah sebanyak 2016 pcs kemeja, pada kondisi awal *line* produksi yang terdiri dari 39 elemen kerja di dapatkan nilai *line efisiensi* awal sebesar 25,43 % dan *balance delay* sebesar 74,57% kondisi ini masih dalam kondisi lintasan yang kurang seimbang maka perlu dilakukan perbaikan untuk mendapatkan kondisi *line* yang seimbang.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *cycle time* dan mendapatkan jumlah stasiun kerja baru yang seimbang untuk proses produksi di dalam lintasan kerja agar proses produksi dapat berjalan dengan optimal pada lintasan produksi di PT. X dan merekomendasikan usulan urutan proses produksi untuk suatu arus produksi yang lancar dalam rangka memperoleh utilitas yang tinggi atas fasilitas, tenaga

kerja, dan peralatan melalui penyeimbangan waktu kerja antar *work station*. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka perusahaan perlu melakukan penyeimbangan lintasan. Dalam penelitian ini untuk mencari solusi yang mendekati optimal dengan menggunakan metode *genetic algorithm*. *Genetic algorithm* adalah algoritma komputasi yang di inspirasi teori evolusi yang kemudian di adopsi menjadi algoritma komputasi yang biasa di gunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi (Hendrik, 2012).

Metode penyeimbangan lini perakitan lintasan diuraikan menjadi beberapa metode. Berikut ini merupakan metode-metode yang digunakan dalam keseimbangan lintasan (Purnomo, 2004), antara lain adalah sebagai berikut.

1. Metode *Kilbridge-Wester Heuristic*.
2. Metode *Hegelson-Birnie*
3. Metode *Moodie Young*
4. Metode *Immediate Updater First-Fit Heuristic*.
5. Metode *Rank and Assigin Heuristic*.

Metode-metode yang telah dikembangkan terbatas hanya pada penjelasan dari beberapa metode akan menjadi bagian dalam memecahkan permasalahan untuk membuat lini keseimbangan yang baik. metode tersebut adalah metode *Kilbridge-Wester* dan *Metode Hegelson-Birnie* atau RPW (*Ranked Positional Weight*).

Algoritma genetika adalah algoritma komputasi yang diinspirasi teori evolusi yang kemudian diadopsi menjadi algoritma komputasi yang biasa digunakan untuk memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi. Algoritma ini didasarkan pada proses genetik yang ada dalam makhluk hidup, yaitu perkembangan generasi dalam sebuah populasi yang alami, secara lambat laun mengikuti prinsip seleksi alam atau “siapa yang kuat, dia yang bertahan (*survive*)”. Dengan meniru teori evolusi ini, algoritma genetika dapat digunakan untuk mencari solusi permasalahan-pemmasalahan dalam dunia nyata (Hendrik, 2012).

Ada 4 kondisi yang sangat mempengaruhi proses evolusi, yaitu :

1. Kemampuan organisme untuk melakukan reproduksi,
2. Keberadaan populasi organisme yang bias melakukan reproduksi,
3. Keberagaman organisme dalam suatu populasi dan
4. Perbedaan kemampuan untuk *survive*.

Beberapa hal yang harus dilakukan dalam algoritma genetika adalah sebagai berikut (Budi, 2009):

- a) Mendefinisikan individu, dimana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
- b) Mendefinisikan nilai *fitness*, yang merupakan ukuran baik-tidaknya sebuah individu atau baik-tidaknya solusi yang didapatkan
- c) Menentukan proses pembangkitan populasi awal. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan pembangkitan acak seperti *random-walk*.

- d) Menentukan proses seleksi yang akan digunakan.
- e) Menentukan proses perkawinan silang (*crossover*) dan mutasi gen yang akan digunakan.

Individu menyatakan salah satu solusi yang mungkin. Individu bisa dikatakan sama dengan kromosom, yang merupakan kumpulan gen. Gen ini bisa bersifat biner, float, dan kombinatorial. Beberapa definisi penting yang perlu diperhatikan dalam mendefinisikan individu untuk membangun penyelesaian permasalahan dengan algoritma genetika adalah sebagai berikut (Budi, 2009) :

- A. Genotype (gen), sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen yang dinamakan kromosom. Dalam algoritma genetika, gen ini bisa berupa nilai biner, float, integer maupun karakter, atau kombinatorial.
- B. Allele, nilai dari gen.
- C. Kromosom, gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu.
- D. Individu, menyatakan satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat.
- E. Generasi, menyatakan satu siklus proses evolusi atau satu iterasi di dalam algoritma genetika.

Nilai fitness adalah nilai yang menyatakan baik tidaknya suatu solusi (individu). Nilai fitness ini yang dijadikan acuan dalam mencapai nilai optimal dalam algoritma genetika. Algoritma genetika bertujuan mencari individu dengan nilai fitness yang paling tinggi.

Proses seleksi yang dilakukan secara *random* sehingga tidak ada jaminan bahwa suatu individu yang bernilai fitness tertinggi akan selalu terpilih. Walaupun individu bernilai fitness tertinggi terpilih, mungkin saja individu tersebut akan rusak (nilai fitnessnya menurun) karena proses pindah silang (*crossover*). Oleh karena itu, untuk menjaga agar individu bernilai fitness tertinggi tersebut tidak hilang selama evolusi, maka perlu dibuat satu atau beberapa *copy*-nya. Prosedur ini dikenal sebagai elitisme (Sanjoyo, 2006).

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data *layout* lantai produksi, data waktu produksi, data jam kerja efektif per hari, data jumlah produksi per hari.

Penelitian *line balancing* ini dilakukan dengan menggunakan metode genetika algoritma, dengan menggunakan iterasi sebanyak 10. Berikut merupakan langkah-langkah penelitian dengan menggunakan metode genetika algoritma.

1. Representasi kromosom

Menjabarkan jumlah kromosom yang menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan, jumlah kromosom ini di dapatkan dari banyaknya jumlah elemen kerja (*task*) yang ada pada lintasan produksi.

2. Membangkitkan populasi awal

Membangkitkan populasi awal dengan cara menjabarkan setiap elemen kerja (*task*) yang di bangkitkan secara random, dengan syarat tidak melanggar *precedence diagram* dan *cycle time*.

3. Menghitung fitness

Tahap ini merupakan tahap untuk mengevaluasi *fitness* dari tiap kromosom. Nilai fitness yang merupakan ukuran baik-tidaknya solusi yang didapatkan dalam algoritma genetika. Menghitung *fitness* untuk melihat nilai yang lebih besar, yang digunakan untuk proses evaluasi kromosom.

4. Seleksi

Tahap seleksi digunakan untuk menentukan proses seleksi yang akan digunakan.

5. Crossover (perkawinan silang)

Pada proses *crossover* ialah proses perkawinan silang antar dua induk untuk membentuk individu baru. Untuk melakukan *crossover* ialah dengan cara memilih titik potong secara random dan menghasilkan *child* (*offspring*) dengan mengkombinasikan segmen dari sebuah induk di sisi kiri titik potong dengan segmen induk lain yang berada di sebelah kanan titik potong (santosa, Budi dan Paul Willy, 2011).

6. Mutasi

Proses mutasi dilakukan dengan cara mengubah satu atau lebih gen yang terpilih secara random dengan suatu nilai baru yang di dapat secara random (santosa, Budi dan Paul Willy, 2011).

7. Individu Baru

Individu baru didapatkan dari hasil terbaik yang didapatkan dengan melihat nilai *fitness* tertinggi.

HASIL dan PEMBAHASAN

Pada awal lintasan produksi belum di perhatikannya masalah keseimbangan lintasan, maka dari itu proses produksi yang terdiri dari 39 elemen kerja (*task*) ini dirasa belum optimal untuk menyelesaikan setiap produk yang *customer* inginkan. Perbaikan yang dilakukan dengan analisis *line balancing* ini di upayakan untuk dapat membantu untuk mengatasi masalah-masalah pembagian tugas yang tidak merata. Akibat yang dapat terjadi dari ketidak merataannya kegiatan-kegiatan produksi dapat merugikan perusahaan, dikarenakan adanya biaya yang harus dikeluarkan untuk aktivitas yang tidak memiliki nilai.

Dari hasil pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan genetika algoritma, didapatkan lintasan yang terbaik dari hasil persilangan ialah pada iterasi terakhir, yaitu pada iterasi kesepuluh. Yang dipilih ialah *child 2* dari iterasi kesepuluh dimana *child 2* merupakan hasil perhitungan perpindahan yang terakhir serta di akhir iterasi sepuluh yang menjadi hasil yang mendekati optimal.

Hasil perbaikan yang dilakukan di dapatkan jumlah stasiun kerja sebanyak 13, yang menjadi acuan untuk membentuk stasiun kerja ialah *cycle time*, *cycle time* yang menjadi acuan ialah sebesar 1,510. *Cycle time* ini didapatkan dari jumlah produksi perhari dibagi dengan jam kerja perhari.

Tabel 1 Inisialisasi stasiun kerja terbaik

Task	Bagian	Operation name	Predecessor	Waktu proses (detik)	Jumlah (detik)	Gab. Wkt (detik)	Task new	fitness (detik)	Smoothes Index (detik)
1	FRONT (DEPAN)	Klim Depan	Predecessor	0,199	3,077	1,455	1	0,687	0,001
2		Kansai	Predecessor	0,234					
3		Pasang Kantong	Predecessor	0,628					
7		Press Kantong	Predecessor	0,149					
8		Mulut Kantong	Predecessor	0,245					
5		Potong Press Depan	Predecessor	0,529					
6		Kancing Depan	Predecessor	0,637					
4		Lubang Depan	Predecessor	0,456					
9	BACK (BELAKANG)	Label Yoke	Predecessor	0,726	1,072	1,072	4	0,933	0,170
10		Corong Punggung	Predecessor	0,346					
12	SLEEVE (LENGAN)	Corong Tangan	Predecessor	0,413	1,454	1,454	5	0,688	0,001
11		Lubang Kancing Tangan	Predecessor	0,298					
13		Segitiga Tangan	Predecessor	0,743					
14	COLLAR (KERAH)	Bikin Kerah	Predecessor	0,345	2,095	1,429	6	0,700	0,003
15		Pasang Tulang	Predecessor	0,12					
17		Tindes Kerah	Predecessor	0,244					
16		Potong Balik Press Kerah	Predecessor	0,18					
18		Bungkus Anak	Predecessor	0,137					
20		Sambung Anak	Predecessor	0,403					
23		Lubang/Kancing Kerah	Predecessor	0,152					
19		Tindes Anak	Predecessor	0,355					
22	Tanda Anak	Predecessor	0,075						
21	Potong Bawah Anak	Predecessor	0,084						
25	CUFF (MANSET)	Bikin Manset	Predecessor	0,536	1,527	0,707	8	1,414	0,604
24		Bungkus Manset	Predecessor	0,171					
28		Lubang Manset	Predecessor	0,167					
27		Kancing Manset	Predecessor	0,229					
26		Tindes Manset	Predecessor	0,424					
29	ASSEMBLY	Maipo	Sucessor	0,47	5,193	1,471	10	0,680	0,0002
38		Pasang Manset	Sucessor	0,35					
31		Tindes Tangan	Sucessor	0,651					
30		Pasang Tangan	Sucessor	0,887					
37		Pasang Manset	Sucessor	0,35					
35		Pasang Kerah	Sucessor	0,474					
33		Obras	Sucessor	0,297					
36		Tutup Kerah	Sucessor	0,416					
34		Obras	Sucessor	0,297					
39		Klim Bawah	Sucessor	0,548					
32	Press Armhole	Sucessor	0,453						
	Jumlah				14,418	14,418		13,355	3,341

Hasil terbaik didapatkan dari hasil iterasi kesepuluh. Pada iterasi kesepuluh, setelah dilakukan proses pindah silang dihasilkan besarnya *line efficiency* ini dapat diketahui dengan melakukan perhitungan sebagai berikut.

$$Fitness = \frac{1}{Cycle\ time} = \frac{1}{1,455} = 0,687$$

$$ST_{max} - ST_1 = (1,484 - 1,455)^2 = 0,001$$

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^n (STi_{max} - STi)^2} = \sqrt{(0,001 + 0,101 + \dots + 0,233)} = \sqrt{3,341} = 1,828$$

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^n Twc}{(n)(ws)} \times 100\% = \frac{14,418}{(13)(1,484)} \times 100\% = 0,7474 \times 100\% = 74,74\%$$

$$Balance\ Delay = 100\% - 74,74\% = 25,26\%$$

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil yang efisien, dikarenakan hasil perhitungan *line efisiensi* mendekati 100%, yaitu sebesar 74,74% dan *balance delay* sebesar 25,26%.

Pada *line* awal dapat dilihat bahwa nilai *line efisiensi* yang didapatkan sebesar 25,43 % dengan *balance delay* 74,57% kondisi ini merupakan kondisi yang kurang baik dikarenakan nilai *balance delay* yang lebih besar dari nilai *line efisiensi*, maka perlunya dilakukan perbaikan dengan analisa *line balancing*.

Analisa *line balancing* yang di gunakan dengan menggunakan metode genetika algoritma, proses perhitungan yang dilakuakn dikerjakan sampai dengan sepuluh iterasi. Hasil dari iterasi ke delapan sampai dengan iterasi ke sepuluh kondisi *line efisiensi* tidak mengalami perubahan.

Setiap hasil nilai *line efisiensi* dan *balance delay* dari iterasi satu sampai dengan iterasi kesepuluh dapat dilihat pada tabel 2.

Line usulan dengan menggunakan metode genetika algoritma menghasilkan nilai *line efisiensi* sebesar 74,74 % dengan *balance delay* 25,26 %. Usulan rancangan *line* baru ini dirasa cukup baik, hal ini disebabkan karena pembagian tugas antar stasiun kerja lebih merata dibandingkan dengan *line* awal. Dan setelah dilakukan perbaikan lini produksi, *line efisien* meningkat dari kondisi eksisting.

Tabel 2 Hasil Rekapitulasi

Iterasi		Line Efficiency	Balance Delay	Fitness	Total Fitness
Iterasi 1	Parent 1	76,28%	23,72%	12,533	51,754
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 1	76,23%	23,77%	13,343	
	Child 2	74,74%	25,26%	12,534	
Iterasi 2	Parent 1	76,28%	23,72%	12,775	52,296
	Parent 2	76,23%	23,77%	13,343	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 2	76,28%	23,72%	12,834	
Iterasi 3	Parent 1	76,23%	23,77%	13,343	53,373
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 1	76,23%	23,77%	13,343	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,344	
Iterasi 4	Parent 1	74,74%	25,26%	13,344	53,373
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,344	
Iterasi 5	Parent 1	74,74%	25,26%	13,344	53,375
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,344	
Iterasi 6	Parent 1	74,74%	25,26%	13,344	53,375
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,344	
Iterasi 7	Parent 1	74,74%	25,26%	13,355	53,397
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,344	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,344	
Iterasi 8	Parent 1	74,74%	25,26%	13,355	53,419
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,355	
Iterasi 9	Parent 1	74,74%	25,26%	13,355	53,419
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,355	
Iterasi 10	Parent 1	74,74%	25,26%	13,355	53,419
	Parent 2	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 1	74,74%	25,26%	13,355	
	Child 2	74,74%	25,26%	13,355	

Dari rekapitulasi Tabel 2 terlihat bahwa semua *line* pada iterasi produk yang ada dalam kondisi *balance* dalam produksinya. Setelah dilakukan analisa *line balancing* pada rantai produksi dengan menggunakan genetika algoritma, *line* dinyatakan dalam kondisi efisien dan hasil yang didapatkan mendekati kondisi yang optimal.

KESIMPULAN

Nilai *cycle time* yang menjadi acuan untuk membagi *work station* ialah sebesar 1,510 dan di dapatkan jumlah stasiun kerja baru sebanyak 13 stasiun kerja. Usulan urutan proses produksi yang diberikan didapatkan dari hasil iterasi kesepuluh. Pada iterasi kesepuluh dihasilkan nilai *line efisiensi (LE)* sebesar 74,74% dengan nilai *balance delay (BD)* sebesar 25,26%. Adapun urutan prosesnya ialah sebagai berikut *task 1, task 2, task 3, task 7* dan *task 8* di gabungkan menjadi satu stasiun kerja untuk bagian depan kemeja (*front*) ini merupakan stasiun pertama, selanjutnya *task 5* dan *task 6* di gabungkan menjadi satu stasiun kerja untuk bagian depan kemeja (*front*) sebagai stasiun kerja kedua, selanjutnya *task 4* menjadi stasiun kerja yang ke tiga yang merupakan stasiun kerja untuk bagian depan kemeja (*front*), untuk penggabungan *task 9* dan *task 10* menjadi stasiun empat yang merupakan

bagian belakang kemeja (*back*), penggabungan *task 12, task 11, dan task 13* untuk stasiun ke lima yang merupakan bagian lengan kemeja (*sleeve*), penggabungan *task 14, task 15, task 17, task 16, task 18, dan task 20* untuk stasiun ke enam yang merupakan bagian kerah kemeja (*collar*), penggabungan *task 23, task 19, task 22, dan task 21* untuk stasiun ke tujuh yang merupakan bagian kerah baju (*collar*), penggabungan *task 25, dan task 24* untuk stasiun ke delapan yang merupakan bagian manset kemeja (*cuff*), penggabungan *task 28, task 27, dan task 26* untuk stasiun ke sembilan yang merupakan bagian manset kemeja (*cuff*), penggabungan *task 29, task 38, dan task 31* untuk stasiun ke sepuluh yang merupakan proses *assembly*, penggabungan *task 30, dan task 37* untuk stasiun kerja ke sebelas yang merupakan proses *assembly*, penggabungan *task 35, task 33, task 36, dan task 34* untuk stasiun kerja ke duabelas yang merupakan proses *assembly*, dan penggabungan terakhir dalam *line* usulan ini ialah *task 39* dan *task 32* yang merupakan proses *assembly*.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, Teguh. 2001. Perencanaan Line Balancing guna Meningkatkan Output Produksi, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.
- Baroto, Teguh. 2006. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bedworth, David and James Bailey.1997. *Integrated Production Control System Second Edition*. United States of America: John Willey & Sons Inc.
- Biegel, John E.; 1981. *Production Control: A Quantitative Approach*; 2nd Edition.
- Elsayed, Elsayed A.; 1985. *Analysis and Control of Production Systems*; Prentice Hall Inc, New York.
- Gaspersz , Vincent., 2004, *Production Planning & Inventory Control*. Gramedia Pustaka Utama.
- Gozali, L., Widodo, L., dan Bernhard, M., 2010. Analisis Keseimbangan Lini Pada Departemen Chassis PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara, Jakarta.
- Groover, Mikkel P., 2001. *Automation Production System and Computer Integrated Manufacturing Second Edition*. United States of America: Prentice Hall International, Inc.
- Henry, E., 2011. Analisis Peningkatan Kapasitas Produksi Pada Line Assembling Transmisi PT. X dengan Metode Line Balancing, *Tugas Akhir*, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.

Kusuma, Hendra., 1999., *Manajemen Produksi.*, Andi Yogyakarta.

Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intellegence – Teknik dan Aplikasinya.*: Graha Ilmu. Yogyakarta

Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*, Edisi Kedua,: Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta

Santosa, Budi dan Paul Willy, 2011, *Metoda metaheuristik : Konsep dan implementasi*, Hlm. 87-93, Guna Widya, Indonesia.

Suer,G. A., 1998, *Designing parallel assembly line*, Computer Ind. Engineering. Vol. 35, Nos 3-4, 467-47.