

PENGUKURAN PRODUKTIVITAS ALUR PRODUKSI MENGUNAKAN METODE LINE BALANCING DI PD SANDANG JAYA

Nunung Nurhasanah¹; Jann Pratama Simanjutak²

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia
Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jakarta 12110

²Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, Binus University
Jl. K.H. Syahdan No. 9, Palmerah, Jakarta Barat 11480
nunungnurhasanah@uai.ac.id; jann@yahoo.com

ABSTRACT

PD Sandang Jaya is a garment industry that produces products by order. PD Sandang Jaya realizes how important production processes to meet product demands and increase productivity. Thus, this research goal is to increase productivity by maximizing the existing production on production floor, so that the continuity of material flow can run smoothly in the production process. This research emphasizes on the production line which is always be an outstanding problem within the company. Line balancing method is used to improve the performance of any existing production process on the production floor by calculating the standard time and regulating the flow of production process on each line. By using Helgeson Birnie-line balancing method, the efficiency of production process increases to 90,38% and 9,62% for balanced delayed. By using Helgeson Birnie, each of production lines becomes more efficient. Some changes also occur in the Ws where Ws proposal is divided into three Ws. Ndeed, it will facilitate the flow of materials to make the process works. After calculating line balancing, labor allocation should be determine to decide quantity of total production. Total production obtained in this research is 113 units per day. Thus, total production for 30 days is 3.390 units or 282 dozen increasing from 3.000 units. Base on line balancing method, labor productivity increases from 214,8 to 250.

Keywords: *production, productivity, labor allocation, line balancing, efficiency*

ABSTRAK

PD Sandang Jaya bergerak di bidang industry garmen dan melakukan produksi berdasarkan pesanan. PD Sandang Jaya ingin meningkatkan hasil produksi dengan memaksimalkan proses produksi yang ada di lantai produksi agar kelangsungan aliran bahan di dalam proses produksi dapat berjalan dengan lancar sehingga memaksimalkan hasil produksi. Penelitian ini dititikberatkan pada lini produksi yang selalu menjadi permasalahan di dalam perusahaan. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan metode line balancing dengan menghitung waktu baku dan mengatur aliran proses produksi setiap lini. Melalui metode ini didapat susunan proses produksi dengan efisiensi yang tinggi sebesar 90,38% dan balanced delayed sebesar 9,62%. Data tersebut dicari menggunakan metode Helgeson Birnie karena mempunyai efisiensi setiap lini yang merata. Perubahan juga terjadi di dalam Ws dimana W susulan terbagi menjadi tiga Ws. Tentunya ini akan memudahkan aliran bahan untuk melakukan proses pengerjaan. Setelah perhitungan line balancing dicari pengalokasian tenaga kerja untuk menentukan total produksi apakah sudah sesuai atau belum. Dari hasil perhitungan didapat total jumlah per hari sebesar 113 produk, sehingga jumlah produksi untuk 30 hari sebesar 3390 produk atau 282 lusin meningkat dari jumlah produksi awal sebesar 3000 produk. Dari hasil perhitungan line balancing usulan terjadi peningkatan produktivitas tenaga kerja sebesar 250 dari lini awal sebesar 214,8.

Kata kunci: *produksi, produktivitas, penempatan tenaga kerja, line balancing, efisiensi*

PENDAHULUAN

Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia berusaha meningkatkan mutu pelayanan kepada rakyat secara terpadu dan mandiri, menjadi Negara yang swadaya, swakarsa, dan swasembada. Bidang usaha tekstil dan atau garmen sering dikatakan sebagai *sunset* industri, terutama di masa-masa terjadinya kenaikan biaya, seperti biaya energi (listrik) dan biaya tenaga kerja faktanya, biaya energi industri kecil dan atau garmen dewasa ini hanyalah bagian kecil dari total biaya produksi. Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang garmen, PD Sandang Jaya harus dapat menjaga kelancaran aliran material, dikarenakan banyaknya jumlah akan barang yang akan diproduksi, yang tidak terpengaruh oleh faktor internal maupun eksternal yang berkaitan, seperti *supplier*, hari libur, cuaca.

Kenaikan akan permintaan dalam kurun waktu lima tahun terakhir menunjukkan akan lebih optimalnya kelangsungan proses produksi, konsistensi produktivitas sebuah pabrik sangat terkait dengan para pekerjanya, baik menggunakan mesin ataupun manusia. PD Sandang Jaya menggunakan gabungan antara manusia dan mesin dalam proses produksi. Untuk menghasilkan produksi yang optimal, dibutuhkan pengaturan pada penempatan kuantitas tenaga kerja, pengaturan lini kerja, tata letak fasilitas dan mesin-mesinnya, dan banyak hal yang menunjang produktivitas proses produksi. Untuk mendapatkan hasil yang akurat sebagai perhitungan awal sebelum melakukan produksi, diperlukan penjadwalan yang tepat sasaran dengan perhitungan yang benar, dan logis secara matematis, sehingga tidak terjadi kesalahan tanggal pemesanan barang, terhentinya produksi karena ketiadaan bahan baku penunjang produksi, kemacetan aliran antar stasiun kerja, penundaan pesanan, dan keterlambatan pengiriman barang.

Dalam melakukan penjadwalan, dibutuhkan suatu metode yang dapat digunakan sebagai prediksi kejadian atau hal-hal di masa depan berdasarkan data masa kini, sebagai cara untuk membuat analisis dan perhitungan secara lebih spesifik terhadap pertimbangan pengambilan keputusan manajemen organisasi. Salah satu faktor yang cukup berpengaruh dalam produktivitas produksinya adalah lini produksi, dengan berapa banyak stasiun kerjanya. Efisiensi lini produksi antar beberapa stasiun kerja yang terkait sangat berpengaruh dalam menunjang kesinambungan produksi perusahaan. Semakin tinggi persentase efisiensi lininya, maka aliran bahan baku maupun barang setengah jadi antar stasiun kerjanya semakin baik. Dan hal keterlambatan (*delay time*), kekurangan jumlah pekerja, dan efektivitas pengerjaan bahan dapat lebih ditanggulangi.

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan di perusahaan, diketahui terjadi kemacetan aliran bahan untuk proses produksinya, sehingga perusahaan hanya mampu memenuhi sebesar 70% saja. Hal ini diakibatkan oleh perencanaan dan pengendalian yang kurang akurat. Perhitungan peramalan untuk penjualan pun jarang dilakukan karena biasanya perhitungan dilakukan dengan estimasi saja. Selain itu, terjadi pula kemacetan antar stasiun produksinya, sehingga produksi sering terlambat, melebihi batas waktu yang seharusnya, yang berakibat pada penundaan pengiriman barang produksi. Hal ini sering mengakibatkan konsumen tidak puas dan membatalkan pembelian karena waktu produksi yang terlalu lama. Akibat produksi yang terhambat, jam kerja para tenaga kerjanya pun tidak teratur dan dapat dialihkan ke bidang pekerjaan lain saat produksi tidak berlangsung. Hal tersebut menyebabkan efektivitas kinerja terganggu dan berakibat pada tidak terpenuhinya target produksi, produktivitas tenaga kerja tidak sesuai dengan fungsinya. Sehingga bukan hal yang tidak mungkin hal ini menghambat kontinuitas proses produksinya, yang dalam jangka panjang berdampak pada keuntungan pihak perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah: (1) menyeimbangkan sistem produksi agar target produksi dapat terpenuhi, (2) melakukan pengalokasian tenaga kerja, dan (3) menentukan produktivitas berdasarkan tenaga kerja, ongkos tenaga kerja dan material.

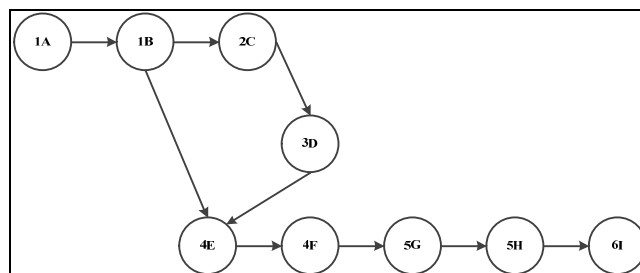
METODE

Penelitian dilakukan dengan melakukan observasi dan wawancara langsung untuk mendapatkan penjelasan atas masalah *Perencanaan, Pengendalian Persediaan dan Produksi* (PPIC) dari orang rantai produksi, untuk mengetahui permasalahan yang ada. Berdasarkan hasil diskusi, terdapat dua masalah utama yang sering muncul dalam perusahaan, yakni penjadwalan dan keseimbangan lini. Penjadwalan untuk pemesanan bahan baku selama ini dilakukan atas dasar estimasi saja tanpa dasar perhitungan matematis yang kuat dan akurat. Sementara pada lini produksinya sering terjadi kemacetan dalam aliran materialnya, yang sangat dibutuhkan untuk dilakukan keseimbangan antar lininya, sehingga produktivitas aliran bahan bisa berlangsung dengan lancar.

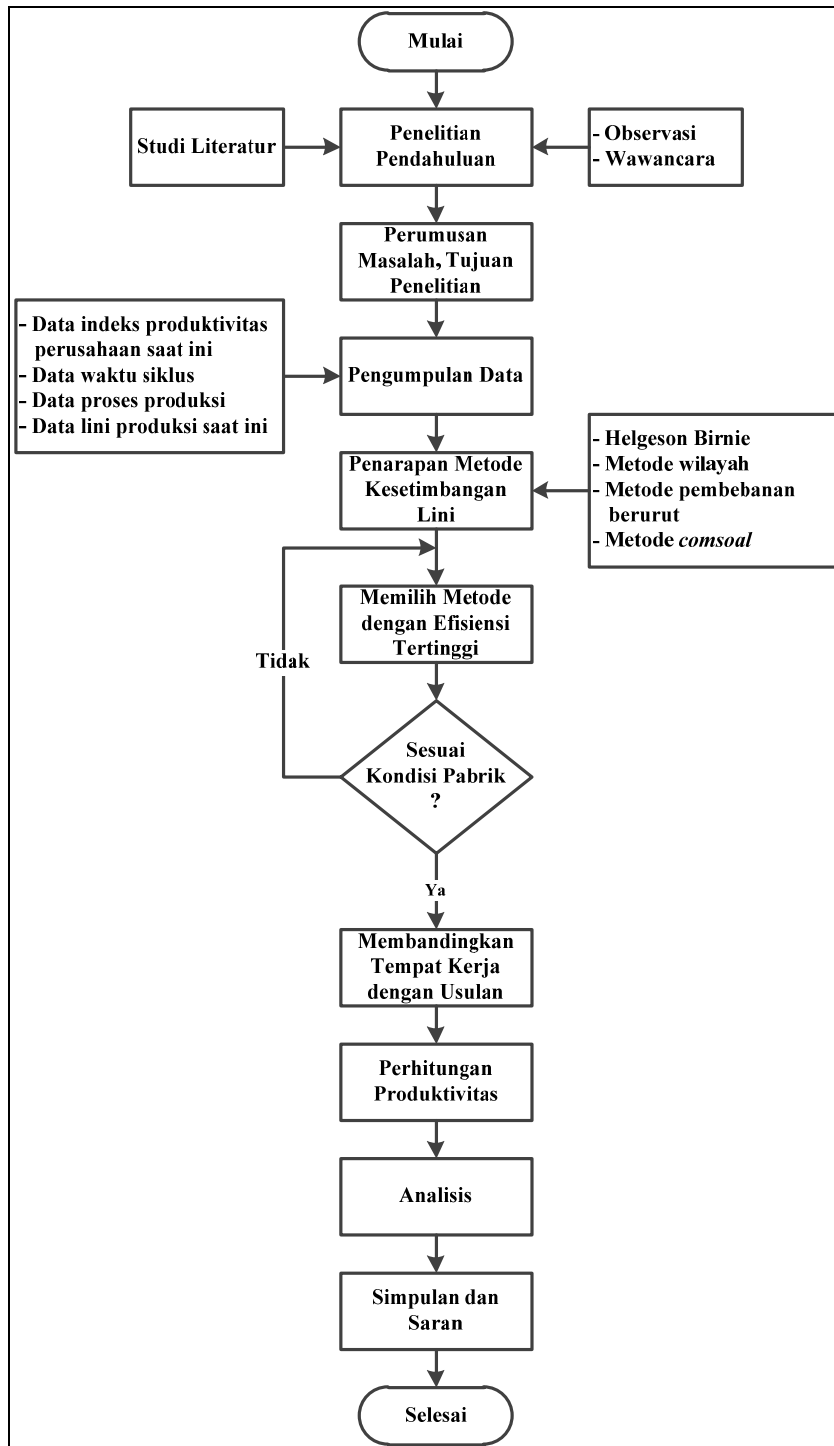
Analisis akan dimulai dengan mencari waktu baku, dengan menggunakan uji keseragaman, dan kecukupan data. Diagram metodologi penelitian disajikan pada Gambar 1. Setelah mendapatkan waktu baku, langkah selanjutnya adalah mencari bentuk keseimbangan lini yang terbaik jika dibandingkan dengan milik perusahaan sekarang. Persentase tertinggi dari efisiensi linilah yang akan direkomendasikan kepada perusahaan, dengan mempertimbangkan segala aspek yang diadaptasikan dengan kondisi rantai produksi perusahaan. Berdasarkan hasil analisis metode keseimbangan lini terbaik dilakukan analisis untuk waktu siklus yang terbaik, sehingga dapat diketahui tenaga kerja yang dibutuhkan untuk semua stasiun kerja untuk mendapatkan angka penjualan yang diinginkan. Hasil perhitungan akan menambahkan atau mengurangi tenaga kerja jika selama ini terjadi kesalahan penempatan tenaga kerja. Hal ini kemudian disampaikan kepada perusahaan sebagai usulan hasil penelitian. Setelah itu dilakukan perhitungan produktivitas tenaga kerja langsung, ongkos tenaga kerja langsung dan material. Hal ini untuk melihat perkembangan perusahaan dan produktivitas yang ada selama ini. Dalam melakukan analisis perlu dilakukan pengolahan data yang sesuai dengan masalah yang ada. Dalam hal ini terjadi kemacetan proses produksi yang menghambat perusahaan untuk memenuhi target pesanan yang diminta. Urutan pengolahan data, yaitu: (1) keseimbangan lini, dilakukan perhitungan keseimbangan lini agar proses aliran bahan dapat berjalan dengan lancar, juga menentukan efisiensi dan efektifitas proses produksi di dalam perusahaan. Metode yang dipakai dalam line balancing di antaranya, metode Helgeson Birnie, metode wilyah, metode pembebanan berurut, dan metode *comsoal* (Bedworth, 1982); (2) penempatan tenaga kerja, yaitu menentukan banyaknya tenaga kerja yang terlibat dalam proses produksi, yang disesuaikan dengan lini produksi; dan (3) pengukuran produktivitas, menentukan produktivitas yang dilihat dari tenaga kerja, ongkos tenaga kerja, dan material yang dipakai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lini produksi saat ini ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Lini produksi saat ini



Gambar 1 Metodologi penelitian

Masing-masing nama operasi diuraikan berikut: 1A = *marking*, 1B = *cutting*, 2C = *bordir*, 3D = QC-1, 4E = *obras*, 4F = *kam*, 5G = QC-2, 5H = *steam*, 6I = *packing*.

Mengelompokkan Data ke dalam Enam Sub Grup (Wignyosoebroto, 1995)

Tabel 1 Subgrup *Marking*

Subgrup	Marking					x
	1	2	3	4	5	
1	320.11	298.45	334.57	340.31	320.74	322.84
2	384.23	336.32	341.45	364.69	379.7	361.28
3	338.41	334.23	347.11	355.88	377.2	352.57
4	344.32	327.5	356.88	364.27	388.21	356.24
5	333.45	363.4	336.49	366.34	400.6	360.06
6	354.23	366.43	325.81	400.66	366.56	362.74
Total						2,115.71

Menghitung Simpangan Baku

Tabel 2 Simpangan baku *Marking* (detik)

Pengukuran	X_i	\bar{x}	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	320,11	352,62	-32,51	1056,9001
2	298,45	352,62	-54,17	2934,3889
3	334,57	352,62	-18,05	325,8025
4	340,31	352,62	-12,31	151,5361
5	320,74	352,62	-31,88	1016,3344
6	384,23	352,62	31,61	999,1921
7	336,32	352,62	-16,3	265,69
8	341,45	352,62	-11,17	124,7689
9	364,69	352,62	12,07	145,6849
10	379,7	352,62	27,08	733,3264
11	338,41	352,62	-14,21	201,9241
12	344,23	352,62	-8,39	70,3921
13	347,11	352,62	-5,51	30,3601
14	355,88	352,62	3,26	10,6276
15	377,2	352,62	24,58	604,1764
16	344,32	352,62	-8,3	68,89
17	327,5	352,62	-25,12	631,0144
18	356,88	352,62	4,26	18,1476
19	364,27	352,62	11,65	135,7225
20	388,21	352,62	35,59	1266,6481
21	333,45	352,62	-19,17	367,4889
22	363,4	352,62	10,78	116,2084
23	336,49	352,62	-16,13	260,1769
24	366,34	352,62	13,72	188,2384
25	400,6	352,62	47,98	2302,0804
26	354,23	352,62	1,61	2,5921
27	366,43	352,62	13,81	190,7161
28	325,81	352,62	-26,81	718,7761
29	400,66	352,62	48,04	2307,8416
30	366,56	352,62	13,94	194,3236
Total				17,439,97

Menguji Keseragaman Data

Tabel 3 Rekapitulasi Uji Keseragaman Data

Proses Produksi	N	k	n	\bar{x}	σ_x	BKB	BKA	Ket
Marking	30	6	5	352,62	10,97	319,72	385,52	Ok
Cutting	30	6	5	129,99	5,34	113,96	146,02	Ok
Bordir	30	6	5	88	0,78	85,67	90,33	Ok
Qc 1	30	6	5	15,83	1,52	11,28	20,38	Ok
Obras Pundak	30	6	5	15,1	0,76	12,81	17,39	Ok
Pasang Riff	30	6	5	23,5	1,31	19,56	27,44	Ok
Pasang Lengan	30	6	5	24,32	0,85	21,78	26,86	Ok
Pasang Samping	30	6	5	24,87	0,75	22,62	27,12	Ok
Cam Kiri – Kanan	30	6	5	33,97	1,82	28,52	39,42	Ok
Cam Bawah	30	6	5	23,39	1,01	20,37	26,41	Ok
Qc 2	30	6	5	14,68	0,76	12,41	16,95	Ok
Steam	30	6	5	348,15	9,57	319,45	376,85	Ok
Packing	30	6	5	23,51	1,09	20,24	26,78	Ok

Ket: Ok menerangkan bahwa data seragam

Uji Kecukupan Data

Tabel 4 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data

Proses Produksi	$\sum x_i^2$	$\sum x_i$	$(\sum x_i)^2$	N'	Ket
Marking	511089,14	3899,79	15208362,04	13,08	c
Cutting	3747630,6	10578,55	111905720	7,48	c
Bordir	232320	2640	6969600	-	c
Qc 1	5220,772	391,96	153632,64	27,91	c
Obras Pundak	6926,42	452,85	205073,12	21,22	c
Pasang Riff	16814,67	704,91	496898,11	24,28	c
Proses Produksi	$\sum x_i^2$	$\sum x_i$	$(\sum x_i)^2$	N'	Ket
Cam Kanan – Kiri	35088,431	1018,97	1038299,86	22,12	c
Cam Bawah	16558,23	701,67	492340,79	14,32	c
Qc 2	6548,44	440,43	193978,58	20,14	c
Steam	3649603	10444,62	109090087	5,84	c
Packing	16749,99	705,2	497307,04	16,71	c

Ket: C menerangkan bahwa data cukup dengan tingkat keyakinan 95% dan ketelitian 5%.

Waktu Baku Tiap Divisi dalam Lini Produksi

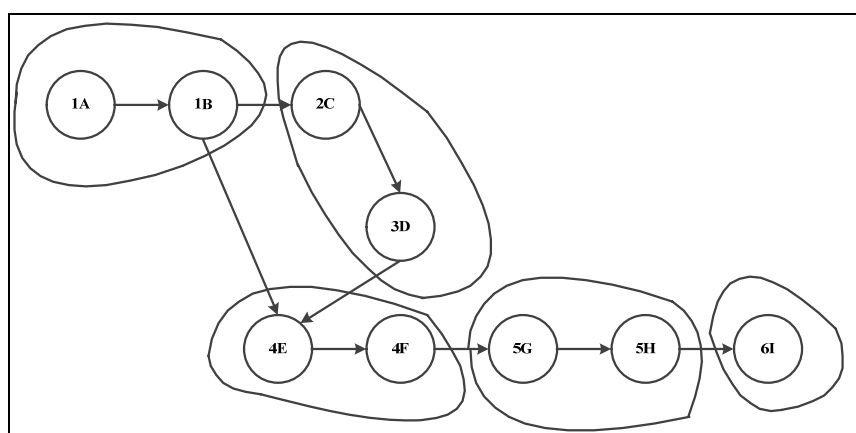
Tabel 5 Hasil Perhitungan Waktu Baku

Work Station (WS)	Waktu Baku (menit)
1A (Marking)	10,36

1B (<i>Cutting</i>)	3,37
2C (<i>Bordir</i>)	2,28
3D (<i>Qc</i>)	0,36
4E (<i>Obras</i>)	2,11
4F (<i>Cam</i>)	1,38
5G (<i>Qc</i>)	0,32
5H (<i>Steam</i>)	7,41
6I (<i>Packing</i>)	0,50
Total	28,09

Pembagian Work Station (Stasiun Kerja)

Pembagian stasiun kerja saat ini ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Pembagian stasiun kerja saat ini

Usulan Stasiun Kerja Pendekatan Helgeson Birnie

Dari sembilan kali percobaan (Tabel 6) pengurutan proses dibagi ke dalam tiga *work station* (*Ws*), berdasarkan prosesnya didapat efisiensi *Ws* untuk *Ws1* sebesar 100%, *Ws2* sebesar 88,2% dan *Ws3* sebesar 82,92%. Dari sembilan kali percobaan ditemukan dua pengurutan *Ws* yang paling tinggi, dari metode ini diambil salah satu lini yang nilai efisiensi setiap lini tinggi dan merata di setiap lininya, juga setiap proses atau divisi bisa di kelompokkan ke dalam satu *Ws*. Dalam proses ini juga kenaikan *line efficiency* sebesar 90,38%, dan *Balance Delayed* sebesar 9,62%, dari *Line Efficiency* dan *Balance Delayed* awal. Dalam skema *Ws* (Gambar 4) terjadi alir bahan yang balik dari *Ws3* ke *Ws2* tetapi ini tidak terlalu menghambat proses produksi dikarenakan proses atau divisi itu adalah *Qc* yang tidak mengganggu aktivitas divisi lainnya dan fleksibel dalam pengaturan posisi. Pada metode ini 1A terletak pada *Ws1* karena dia menjadi waktu yang paling besar dan waktu siklus, sedangkan *Ws2* terdapat proses 1B, 2C, 4E, 4F dan *Ws3* terdapat proses 3D, 5G, 5H, 6I.

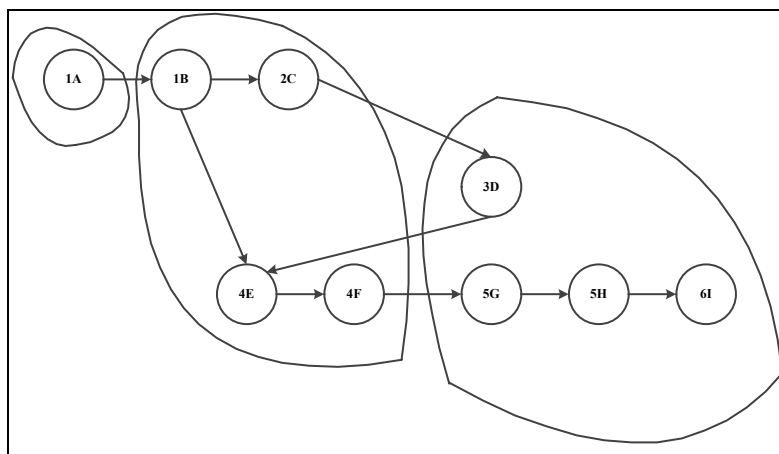
Tabel 6 Usulan Stasiun Kerja Pendekatan Helgeson Birnie

Stasiun	Pembebanan Kerja	Waktu Kerja (menit)	Waktu Kumulatif Kerja (menit)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1A	10,36	10,36	100,00%
2	1B	3,37	9,14	88,22%

	2C	2,28		
	4E	2,11		
	4F	1,38		
3	3D	0,36	8,59	82,92%
	5G	0,32		
	5H	7,41		
	6I	0,5		
Total				90,38%

$$\text{Line Efficiency (LE)} = \frac{28,09}{3(10,36)} \times 100\% = 90,38\%$$

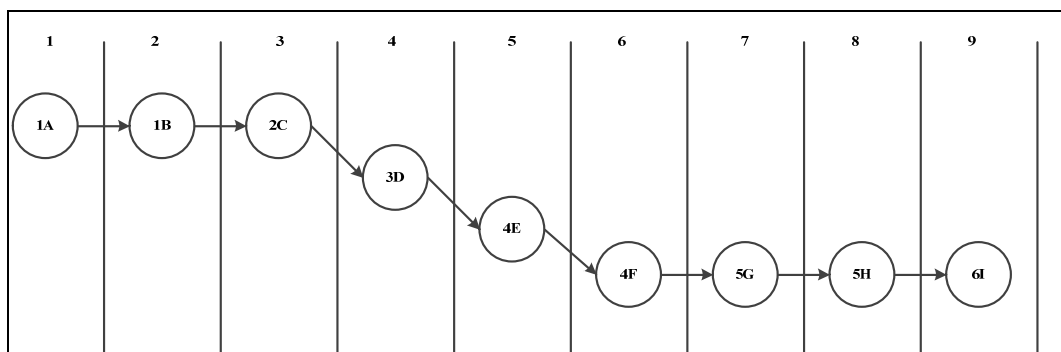
$$\text{Balance Delay (BD)} = \frac{100 \cdot (NC - T)}{NC} = \frac{100(4 \cdot 10,36 - 28,09)}{3 \cdot 10,36} = 9,62\%$$



Gambar 4 Usulan Pembagian Stasiun Kerja Pendekatan Helgeson Birnie

Usulan Stasiun Kerja Pendekatan Metode Wilayah

Pada proses ini hampir tidak ada perubahan dengan lini awal hanya pembagian workstation dari lima menjadi tiga Ws. Efisiensi sama dengan metode lainnya dikarenakan tidak ada penambahan Ws, dan efisiensi per lini pada Ws1 sebesar 100% , Ws2 95% dan Ws3 sebesar 76%.



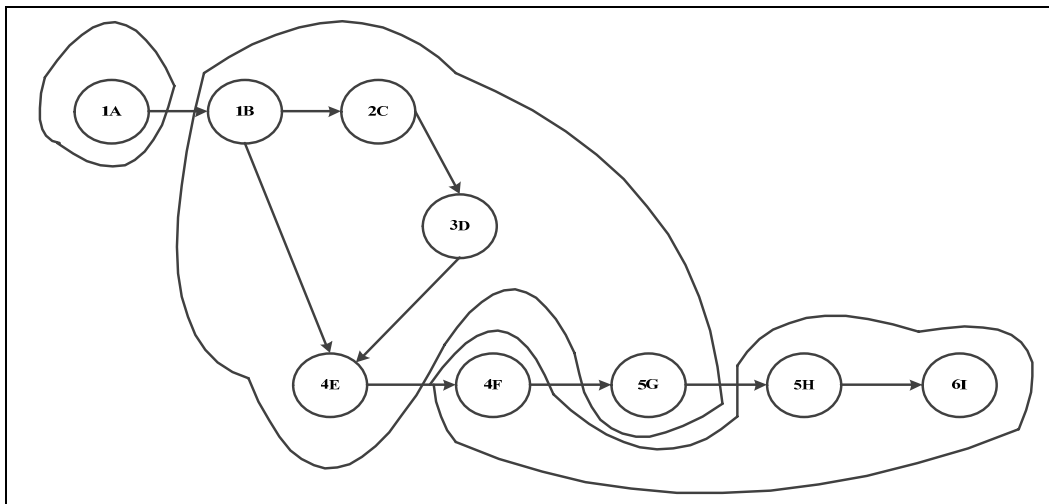
Gambar 5 Region-Jaringan Kerja

Tabel 7 *Region*-Pembebanan Stasiun Kerja

Stasiun	Pembebanan Kerja	Waktu Kerja (menit)	Waktu Kumulatif Kerja (menit)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1A	10,37	10,36	100,00%
2	1B	3,37	8,44	81,47%
	2C	2,28		
	3D	0,36		
	4E	2,11		
	5G	0,32		
3	4F	1,38	9,29	89,67%
	5H	7,41		
	6I	0,50		
Total				90,38%

$$\text{Line Efficiency (LE)} = \frac{28,09}{3(10,36)} \times 100\% = 90,38\%$$

$$\text{Balance Delay (BD)} = \frac{100.(NC - T)}{NC} = \frac{100(4.10,36 - 28,09)}{3.10,36} = 9,62\%$$



Gambar 6 Usulan Pembagian Stasiun Kerja Pendekatan Metode Wilayah

Usulan Stasiun Kerja Pendekatan Metode Pembebanan Berurut

Untuk metode wilayah pekerjaan masih dapat dibagi ke dalam tiga Ws, hal ini tentunya mengurangi banyaknya Ws yang terdapat pada lini produksi awal. Hal ini juga berguna dalam penempatan posisi untuk setiap divisi atau proses ke dalam 1 Ws. Dari hasil pengurutan proses produksi menggunakan metode wilayah, didapat tiga kali pengurutan proses dan diambil satu lini yang dilihat dari besarnya persentase efisiensi setiap lini yang tinggi dan urutan proses produksinya, apakah setiap divisi dapat digabungkan dengan divisi yang lainnya atau tidak. Dengan metode wilayah didapat efisiensi setiap Wsnya, di antaranya Ws1 sebesar 100%, Ws2 sebesar 81,47% dan Ws3 sebesar 89,67%. Untuk Line Efficiency dan Balance Delayed sama dengan metode Helgeson Birnie karena tidak ada penambahan Ws.

Tabel 7 Pembebanan Berurut-Data Matriks Pendahulu dan Operasi

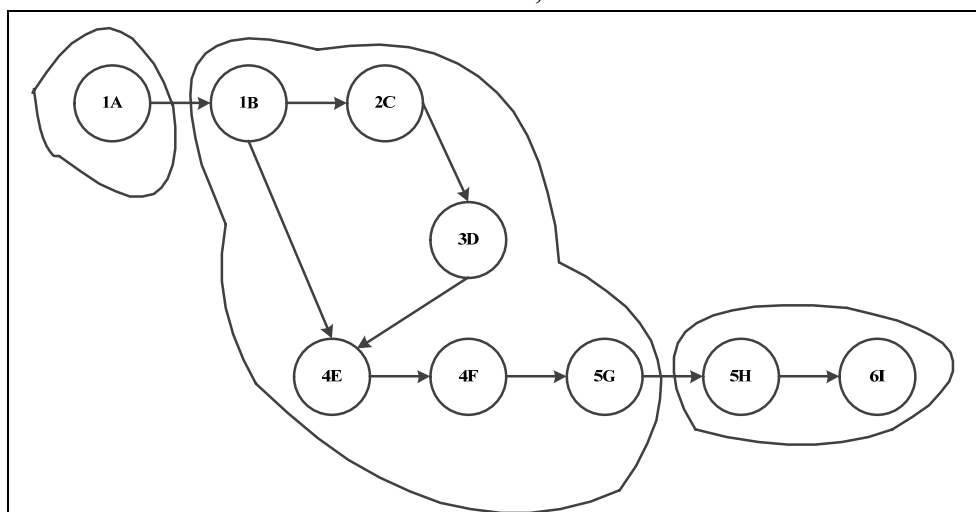
Operasi	Waktu Operasi (menit)	Matriks Pendahulu P		Matriks Operasi F	
1A	10.36	0	0	1B	0
1B	3.37	1A	0	2C	4E
2C	2.28	1B	0	3D	0
3D	0.34	2C	0	4E	0
4E	2.11	1B	3D	4F	0
4F	1.38	4E	0	5G	0
5G	0.32	4F	0	5H	0
5H	7.41	5G	0	6I	0
6I	0.54	5H	0	0	0

Tabel 8 Pembebanan Berurut- Pembebanan Stasiun Kerja

Stasiun	Pembebanan Kerja	Waktu Kerja (menit)	Waktu Kumulatif Kerja (menit)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1A	10,36	10,36	100.00%
2	1B	3,37	9,82	95%
	2C	2,28		
	3D	0,36		
	4E	2,11		
	4F	1,38		
	5G	0,32		
3	5H	7,41	7.91	76%
	6I	0,50		
	Total			

$$\text{Line Efficiency (LE)} = \frac{T}{NC} \times 100\% = \frac{28,07}{3(10,36)} \times 100\% = 90,38\%$$

$$\text{Balance Delay (BD)} = \frac{100.(NC - T)}{NC} = \frac{(4.10,36 - 28,07)100}{3.10,36} = 9,62\%$$



Gambar 7 Usulan Pembagian Stasiun Kerja Pendekatan Pembebanan Berurut

Usulan Stasiun Kerja Pendekatan Metode Comsoal

Setelah dilakukan pengurutan proses produksi dengan metode ini, proses juga dibagi ke dalam tiga Ws dan terdapat satu lini yang sesuai dengan urutan produksi dan mempunyai efisiensi yang tinggi, tetapi terdapat dua lini yang tidak terpilih dikarenakan urutan proses yang tidak bisa digabungkan dengan proses yang lainnya. Dengan metode ini menghasilkan efisiensi untuk Ws1 sebesar 100% Ws2 sebesar 94,5% dan Ws3 sebesar 76%.

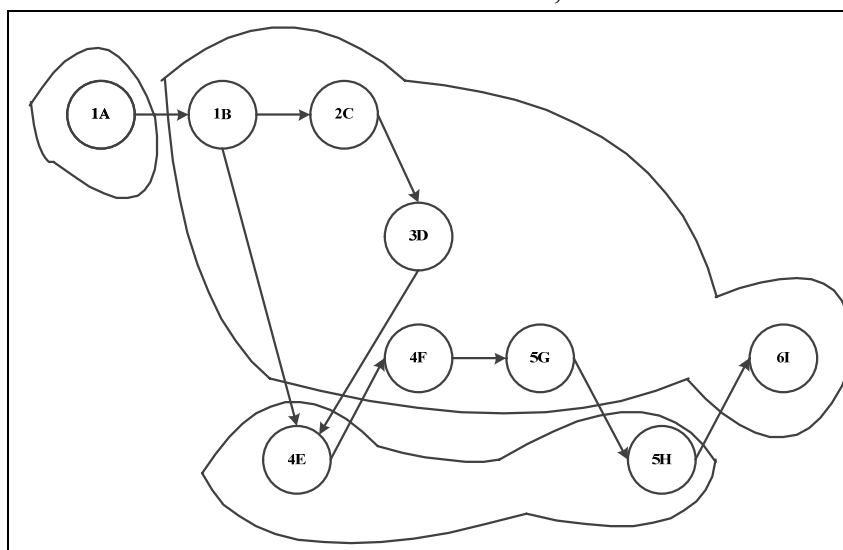
Dari hasil pengurutan proses ke dalam stasiun kerja didapat bahwa pengelompokan proses ke dalam satu stasiun tidak dapat dilakukan dikarenakan ada beberapa proses atau divisi yang tidak dapat disatukan seperti contohnya proses obras yang digabung dengan steam, dilihat dari kondisi tempat, dan penempatan posisi tidak dapat dilakukan karena *steam* memakai alat uap panas sehingga mempengaruhi kondisi operator dan juga kondisi tempatnya.

Tabel 9Comsoal-Pembebanan Stasiun Kerja

Stasiun	Pembebanan Kerja	Waktu Kerja (menit)	Waktu Kumulatif Kerja (menit)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1A	10,36	10,36	100,00%
2	1B	3,37	8,21	79,24%
	2C	2,28		
	3D	0,36		
	4F	1,38		
	5G	0,32		
	6I	0,50		
3	4E	2,11	9,52	91,89%
	5H	7,41		

$$\text{Line Efficiency (LE)} = \frac{28,07}{3(10,36)} \times 100\% = 90,38\%$$

$$\text{Balance Delay (BD)} = \frac{100 \cdot (NC - T)}{NC} = \frac{(4 \cdot 10,36 - 28,07)100}{3 \cdot 10,36} = 9,62\%$$



Gambar 8Usulan Pembagian Stasiun Kerja Pendekatan Metode Comsoal

Pemilihan metode lini produksi didasarkan oleh efisiensi lini setiap ws, hal ini dikarenakan jumlah nilai efisiensi yang sama dikarenakan tidak adanya penambahan stasiun kerja. Dengan efisiensi sebesar 90,38% (Tabel 10) dipilih *line efficiency* dengan menggunakan metode Helgeson Birnie.

Tabel 10 Susunan Stasiun Kerja Terbaik

Stasiun	Pembebanan Kerja	Waktu Kerja (menit)	Waktu Kumulatif Kerja (menit)	Efisiensi Stasiun Kerja
1	1A	10,36	10,36	100,00%
2	1B	3,37	9,14	88,22%
	2C	2,28		
	4E	2,11		
	4F	1,38		
3	3D	0,36	8,59	82,92%
	5G	0,32		
	5H	7,41		
	6I	0,5		
Total				90,38%

Berdasarkan pesanan perusahaan ingin memenuhi permintaan dari customer sebesar 3000 produk kaos atau 250 lusin untuk bulan berikutnya. Untuk proses produksi dipilih line balancing dengan nilai efisiensi yang tinggi guna lancarnya aliran bahan dalam proses produksi, disini juga ditentukan banyaknya jumlah operator yang berkaitan dengan pengoperasian mesin agar target permintaan dapat tercapai. Berikut adalah tabel kuantitas tenaga kerja awal untuk pengerjaan pemesanan kaos *Cole T-Shirt* (Tabel 11):

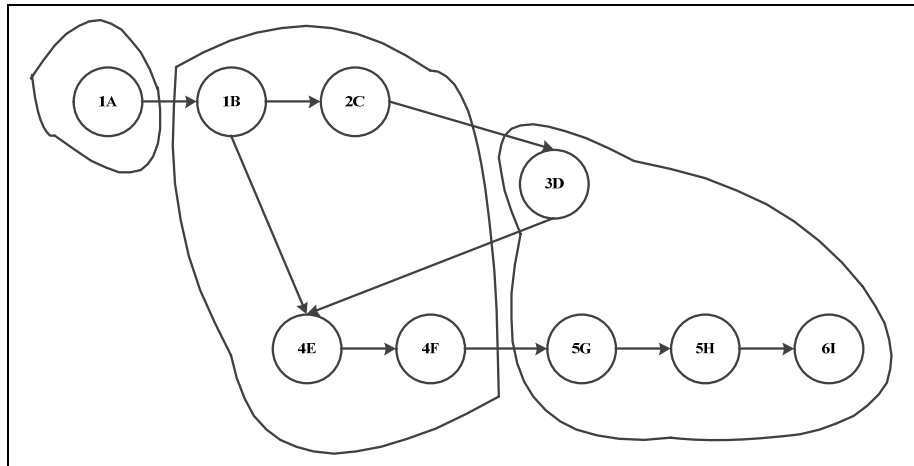
Tabel 11 Perhitungan Penempatan Tenaga Kerja

Divisi	Waktu baku (Wb) (hr/unit)	Konversi Waktu Baku (jam/unit)	Jam dalam sebulan (22hari* 24jam)	Unit/bln/pekerja	Unit/bln (demand)	Kebutuhan kuantitas pekerja/bln	Pembulatan ke atas	Kuantitas Pekerja Awal	Ket
1A	10,36	0,17	208,00	1,204,63	3000	2,49	3	1	-2,00
1B	3,37	0,06	208,00	3,703,26	3000	0,81	1	2	+1,00
2C	2,28	0,04	208,00	5,473,68	3000	0,55	1	1	-
3D	0,36	0,01	208,00	34,666,67	3000	0,09	1	3	+2,00
4E	2,11	0,04	208,00	5,914,69	3000	0,51	1	2	+1,00
4F	1,38	0,02	208,00	9,043,48	3000	0,33	1	1	-
5G	0,32	0,01	208,00	39,000,00	3000	0,08	1	2	+1,00
5F	7,41	0,12	208,00	1,684,21	3000	1,78	2	1	-1,00
6I	0,50	0,01	208,00	24,960,00	3000	0,12	1	1	-

Dari analisis tabel di atas tampak pada divisi 1A yaitu marking dan 5F (steam) mengalami kekurangan tenaga kerja. Sedangkan pada proses 1B (potong), 3D (Qc), 4E (Obras), dan 5G (Qc2), mengalami kelebihan tenaga kerja. Dengan memindahkan tenaga kerja yang lebih ke proses yang kurang tenaga kerjanya, maka akan memenuhi banyaknya proses di setiap Ws kurang. Jika ternyata ada kelebihan tenaga kerja pada setiap proses dan tidak ditemui adanya proses atau divisi yang

mengalami kekurangan maka akan dilakukan eliminasi tenaga kerja atau pengurangan hal ini dapat terjadi karena karyawan lantai produksi adalah karyawan harian.

Dari hasil perhitungan penempatan tenaga kerja didapat hasil jumlah Produksi kaos perhari yang dibandingkan dengan data produksi aktual selama empat periode dan data jumlah produksi awal. Untuk data produksi aktual selama empat periode didapat sebesar 3030 produk dan jumlah produksi rata-rata sebesar 3000 produk. Dari hasil perhitungan penempatan tenaga kerja usulan didapat hasil produksi akhir perhari sebesar 113 *pieces* kaos per hari yang dikerjakan dalam waktu 30 hari, dan menghasilkan jumlah produksi sebesar 3390 produk. Dari hasil ini didapat jumlah produksi yang tinggi dibandingkan produksi aktualnya dan produksi rata-rata.



Gambar 9 Usulan Lini Produksi

Tabel 12 Perhitungan Penempatan Tenaga Kerja

Divisi	Waktu Baku Divisi I (hari)	Kuantitas Tenaga Kerja Usulan
1A	10,36	3
1B	3,37	1
2C	2,28	1
3D	0,36	1
4E	2,11	1
4F	1,38	1
5G	0,32	1
5H	7,41	2
6I	0,50	1

Produktivitas yang didapat dari perhitungan penempatan tenaga kerja (Tabel 12) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Tenaga Kerja} &= (\text{Output}/\text{Tenaga Kerja}) \\ \text{Produktivitas Tenaga Kerja (awal)} &= 3000 / 14 = 214.8 \\ \text{Produktivitas Tenaga Kerja (usulan)} &= 3000 / 12 = 250 \end{aligned}$$

Dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan produktivitas yang diamati di atas hal ini menunjukkan bahwa produktivitas usulan tenaga kerja lebih tinggi ini dilihat dari keuntungan yang

lebih tinggi. Untuk produktivitas material dapat dicari dengan salah satu metode yaitu Model mundel berikut adalah perhitungan indeks untuk tenaga kerja, material, dan ongkos tenaga kerja langsung yang didapat dari data perusahaan dua periode (Tabel 13).

Tabel 13 *Input dan Output*

No	Deskripsi	November	Desember	Januari	Februari
1	Banyaknya Output	3000	3120	3000	3000
2	Jam tenaga kerja Langsung	208 jam	208 jam	208 jam	208 jam
3	Ongkos Tenaga Kerja Langsung	20000	20000	20000	20000
4	Material Yang di Gunakan	982.3	1081	982.3	982.3

Indeks Produktivitas Tenaga Kerja:

$$IP = \{(AOMP/RIMP) / (AORP3/RIBP3) / (AORP2/RIBP2) / (AORP2/RIBP2)\} * 100 = \{(3000/208) / (3000/208) / (3120/208) / (3000/208)\} * 100 = 0,462. \text{ tampak bahwa angka indeks tenaga kerja untuk empat periode adalah } 0.462. \text{ Yang menunjukkan produktivitas sebesar } (100 - 0.462) = 99.53\%.$$

Indeks Produktivitas Ongkos Tenaga Kerja:

$$IP = \{(AOMP/RIMP) / (AORP3/RIBP3) / (AORP2/RIBP2) / (AORP2/RIBP2)\} * 100 = \{(3000/20000) / (3000/20000) / (3120/20000) / (3000/20000)\} * 100 = 42,73 \text{ tampak bahwa angka indeks tenaga kerja untuk empat periode adalah } 42,73 \text{ Yang menunjukkan produktivitas sebesar } (100 - 42,73) = 57,26\%.$$

Indeks Produktivitas Material:

$$IP = \{(AOMP/RIMP) / (AORP3/RIBP3) / (AORP2/RIBP2) / (AORP2/RIBP2)\} * 100 = \{(3000/982,3) / (3000/982,3) / (3120/982,3) / (3000/982,3)\} * 100 = 11,79 \text{ tampak bahwa angka indeks tenaga kerja untuk empat periode adalah } 11,79 \text{ Yang menunjukkan produktivitas sebesar } (100 - 11,79) = 88,21\%.$$

Dari analisis di atas dapat dilihat bahwa lini awal yang terdiri dari lima stasiun kerja setelah melakukan pengolahan data dihasilkan solusi bahwa Ws bisa dibagi ke dalam tiga stasiun kerja, dan dari perhitungan line balancing juga didapat peningkatan line *Efficiency* sebesar 90,41% dan *Balance Delayed* sebesar 9,5%, dari line *Efficiency* awal sebesar 54,2% dan *Balance Delayed* sebesar 45,8 %, dan ini sangat berpengaruh untuk alir bahan dan proses produksi. Setelah di analisis penyebab terjadinya kemacetan aliran dikarenakan proses *marking* (1A) yang mempunyai waktu yang sangat tinggi dalam pengerjaan prosesnya, hal ini menyebabkan aliran bahan menjadi terlambat. Maka dari itu tampak dari hasil *line balancing* dipilih metode Helgeson Birnie dikarenakan mempunyai nilai efisiensi yang tinggi pada setiap Wsnya dan waktu yang telah disesuaikan sehingga aliran bahan dapat berjalan dengan lancar.

Tampak urutan proses produksi di fokuskan di Ws1 karena mempunyai waktu siklus terpanjang, hal ini dilakukan agar proses selanjutnya tidak berhenti dan perusahaan dapat memenuhi kebutuhan akan permintaan dengan Konsumer maupun perusahaan yang menyerahkan produksinya pada PD Sandang Jaya. Dalam penetapan tenaga kerja untuk juga diketahui bahwa terjadi pengurangan karyawan yang bisa membawa keuntungan buat perusahaan, dan jumlah karyawan sesuai dengan produk yang akan diproduksi. Dari segi produktivitas selama empat periode tampak terlihat bahwa besar produktivitas untuk tenaga kerja sebesar 99,53%, ongkos tenaga kerja sebesar 57,26%, dan penggunaan material sebesar 88,21%. Dilihat dari produktivitas penggunaan tenaga kerja dan penggunaan material cukup efektif dilihat dari presentase yang hampir mendekati 100%, sedangkan untuk ongkos tenaga kerja sangat rendah dikarenakan karena karyawan adalah karyawan harian yang mendapatkan upah harian yang cukup rendah.

PENUTUP

Beberapa poin yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini adalah: (1) untuk perhitungan *Line Balancing* didapat dengan menggunakan metode Helgeson Birnie didapat *Line Efficiency* sebesar 90,38% dan *Balance Delayed* sebesar 9,62% dengan besar efisiensi setiap Ws, untuk Ws1 sebesar 100% Ws2 sebesar 88,2% Ws3 sebesar 82,92%. Metode ini dipilih karena mempunyai nilai efisiensi yang merata untuk setiap Wsnya diantara metode yang lain, tampak dari hasil analisis didapatkan bahwa penyebab macetnya. aliran karena lamanya proses yang ada pada Ws1 yaitu Marking; (2) dari hasil perhitungan penempatan tenaga kerja, perusahaan tidak perlu melakukan penambahan tenaga kerja, perusahaan hanya perlu memindahkan tenaga kerja ke divisi lain yang membutuhkan proses yang lama; (3) dari hasil perhitungan penempatan tenaga kerja didapat hasil jumlah Produksi kaos perhari, yang disesuaikan dengan data produksi aktual selama empat periode dan data jumlah produksi awal. Untuk data produksi aktual selama empat periode didapat sebesar 3030 produk dan jumlah produksi rata-rata sebesar 3000 produk. Dari hasil perhitungan penempatan tenaga kerja usulan didapat hasil produksi akhir perhari sebesar 113 pieces kaos per hari yang dikerjakan dalam waktu 30 hari, dan menghasilkan jumlah produksi sebesar 3390 produk; (4) dalam melakukan analisis produktivitas didapat untuk tenaga kerja mengalami peningkatan sebesar 250 dari 214,8, sedangkan indeks produktivitas untuk ongkos tenaga kerja menunjukkan produktivitas sebesar 99,53%, dan indeks produktivitas ongkos tenaga kerja sebesar 57,26% sedangkan indeks produktivitas material sebesar 88,21%.

Adapun saran-saran yang diekomendasikan untuk perbaikan ke depannya antara lain: (1) perbaikan penempatan kerja dapat dilakukan berulang-ulang guna mendapatkan perbaikan waktu kerja dalam proses; (2) perbaikan proses produksi dapat diusahakan dengan meminimumkan waktu menganggur (*idle time*), dengan melakukan analisis gerakan secara ergonomis dalam aliran bahan. Termasuk juga penyediaan bahan baku, sehingga proses produksi dapat berlangsung lebih efisien; (3) dari tabel hasil pengamatan dilapangan dapat dilihat ada beberapa Ws yang tidak pada kondisi yang rapih, teratur oleh karena itu perusahaan dituntut lebih peduli terhadap kondisi lantai produksi, agar alur material dapat berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bedworth, D. & Bailey, J. (1982). *Integrated production control system*. New York: John Wiley and sons.
- Wignyoebroto, S. (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Jakarta: PT. Guna Widya.