

**EVALUASI DAN PENINGKATAN PERFORMANSI *LINE FINAL ASSEMBLY* D
PADA PRODUKSI *BOX SPEAKER* DENGAN MENGGUNAKAN EKONOMI
GERAKAN DAN *LINE BALANCING*
(STUDI KASUS: PT. HARTONO ISTANA TEKNOLOGI SIDOREKSO)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik**

Oleh:

M. FAUZAN

D 600 180 161

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

HALAMAN PERSETUJUAN

**EVALUASI DAN PENINGKATAN PERFORMANSI *LINE FINAL ASSEMBLY* D
PADA PRODUKSI *BOX SPEAKER* DENGAN MENGGUNAKAN EKONOMI
GERAKAN DAN *LINE BALANCING*
(STUDI KASUS: PT. HARTONO ISTANA TEKNOLOGI SIDOREKSO)**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

M. FAUZAN

D 600 180 161

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Muchlison Anis, S.T.,M.T.

NIK. 796

HALAMAN PENGESAHAN

**EVALUASI DAN PENINGKATAN PERFORMANSI *LINE FINAL ASSEMBLY* D
PADA PRODUKSI *BOX SPEAKER* DENGAN MENGGUNAKAN EKONOMI
GERAKAN DAN *LINE BALANCING*
(STUDI KASUS: PT. HARTONO ISTANA TEKNOLOGI SIDOREKSO)**

OLEH

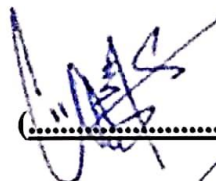
M. FAUZAN

D600180161


**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari jumat, 20 Mei 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Muchlison Anis, S.T.,M.T.
(Ketua Dewan Penguji)


.....

2. Arinda Soraya Putri, S.T., M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)


.....

3. Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T.,M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)


.....


Dekan,
Rols Fatoni, S.T., MSc., Ph.D.
NIN/NIDN. 0603027401

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 12 Mei 2022

Penulis



M. Fauzan

D600180161

EVALUASI DAN PENINGKATAN PERFORMANSI *LINE FINAL ASSEMBLY D* PADA PRODUKSI *BOX SPEAKER* DENGAN MENGGUNAKAN EKONOMI GERAKAN DAN *LINE BALANCING*

(STUDI KASUS: PT. HARTONO ISTANA TEKNOLOGI SIDOREKSO)

Abstrak

Tingginya permintaan pasar terhadap barang elektronik membuat perusahaan berusaha untuk meningkatkan target produksinya. Tidak terkecuali pada PT. Hartono Istana Teknologi. Permasalahan yang dihadapi perusahaan yaitu sering tidak tercapainya target produksi harian pada produksi *speaker* aktif pada lini perakitan *line final assy D* yang memproduksi *speaker* dengan tipe PAS 8E22NF. Salah satu penyebab tidak tercapainya target produksi yaitu karena tidak seimbang beban kerja operator yang menyebabkan tingginya waktu menganggur pada lini tersebut. *Line balancing* dan prinsip ekonomi gerakan merupakan metode yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah keseimbangan lintasan tersebut. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan efisiensi lini pada *line final assy D* sehingga dapat mengevaluasi *bottleneck* yang menghambat aliran perakitan dan produksi *speaker*. Metode yang digunakan untuk menyeimbangkan lintasan tersebut adalah metode *time and motion study* dengan prinsip ekonomi gerakan dan metode heuristik *line balancing RPW (Ranked Positional Weights)* dan *KWM (Killbridge and Waster)*. Kondisi eksisting didapatkan nilai *line efficiency* sebesar 64,37%. Setelah dilakukan perbaikan metode kerja dengan metode *time and motion study* didapatkan nilai *line efficiency* sebesar 83,82% sedangkan dengan menggunakan metode *line balancing RPW* dan *KWM* didapatkan nilai *line efficiency* masing-masing sebesar 88,84% dan 89,24%.

Kata Kunci: *Line Balancing, Line efficiency, Time and Motion Study*

Abstract

The high market demand for electronic goods makes the company try to increase its production targets. No exception at PT. Hartono Palace of Technology. The problem faced by the company is that the daily production target is often not achieved in the production of active speakers on the assembly line final assembly line D which produces speakers with the PAS 8E22NF type. One of the causes of not achieving the production target is due to the unbalanced workload of the operator which causes high idle time on the line. Line balancing and the principle of economics of movement are the methods needed in solving the trajectory balance problem. The purpose of this research is to increase line efficiency in the final assembly line D so as to evaluate bottlenecks that hinder the assembly flow and speaker production. The method used to balance the trajectory is the time and motion study method with the principles of movement economy and the line balancing heuristic method RPW (Ranked Positional Weights) and KWM (Killbridge and Waster). In the existing condition, the line efficiency value is 64.37%. After improving the work method with the time and motion study method, the line

efficiency value is 83.82%, while by using the RPW and KWM line balancing methods, the line efficiency value is 88.84% and 89.24%, respectively.

Keywords: Line Balancing, Line efficiency, Time and Motion Study

1. PENDAHULUAN

Laju perkembangan dalam bidang industri semakin hari semakin pesat, baik dalam bidang industri manufaktur maupun dalam industri jasa. Dampak positif perkembangan tersebut juga dapat dirasakan secara langsung oleh negara maupun perusahaan yang bergerak dalam bidang industri (Fatmawati, 2019). Namun seiring dengan cepatnya perkembangan dunia industri menjadikan persaingan antar perusahaan juga semakin ketat. Hal tersebut tentunya menjadi masalah besar bagi setiap perusahaan. Perusahaan dituntut untuk dapat meningkatkan inovasi dan efisiensi pada perusahaannya agar dapat memenuhi permintaan pasar dan dapat bersaing dengan perusahaan kompetitor (Bagaskara, 2017).

PT. Hartono Istana Teknologi atau yang lebih dikenal dengan nama Polytron merupakan salah satu perusahaan nasional yang bergerak dalam industri elektronik (Widiyanti & Sawitri, 2018). PT. Hartono Istana Teknologi – *site* Sidorekso ini memproduksi perangkat elektronik *speaker* aktif. *Speaker* aktif yang diproduksi pada perusahaan ini secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 tipe yaitu tipe PAS, tipe FMA dan tipe SWF.

Dari ke tiga tipe *speaker* yang diproduksi oleh PT Hartono Istana Teknologi, tipe PAS merupakan tipe yang paling banyak diminati oleh konsumen. Produksi *speaker* tipe PAS dibagi menjadi empat lini perakitan yaitu *line final assy A*, *line final assy B*, *line final assy C* dan *line final assy D*. Salah satu tipe PAS yang permintaan pasarnya paling tinggi yaitu *speaker* tipe PAS 8E22NF yang diproduksi pada *line final assy D*. Data *planning* produksi menunjukkan pada bulan November 2021 permintaan *speaker* tipe PAS 8E22NF mencapai 3105 unit, permintaan ini lebih tinggi dibandingkan dengan *speaker* tipe lain yang diproduksi pada *line final assy D*. Tingginya permintaan pasar untuk *speaker* tipe PAS 8E22NF menyebabkan sering kali tidak tercapainya target produksi harian pada *line final assy D*. hal ini disebabkan karena masih terdapatnya pembagian beban kerja yang tidak merata. Beban kerja yang tidak merata pada lini tersebut menyebabkan tingginya waktu menunggu pada *line final assy D* sehingga terjadinya *bottleneck*.

Salah satu solusi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan permasalahan penyeimbangan lintasan pada lini perakitan adalah dengan menerapkan perbaikan metode kerja menggunakan *time and motion study* dan metode *line balancing* (Rully & Rahmawati, 2015) (Prasetyawati & Damayanti, 2016). Menurut Wignjosoebroto (2006) pengukuran kerja adalah metode keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan yang berhubungan dengan menetapkan waktu baku yang dibutuhkan dalam penyelesaian suatu pekerjaan. (Lumbantobing et al., 2018). sedangkan *line balancing* merupakan proses menyeimbangkan lintasan yang dilakukan guna menciptakan keseimbangan jalur produksi sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar (Mughni & Sari, 2021).

Penelitian ini akan menerapkan prinsip ekonomi gerakan dalam mengevaluasi *bottleneck* pada line final assy D. hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fatmawati (2019). Dalam penelitian tersebut terdapat peningkatan efisiensi lini perakitan *speaker* dengan menerapkan metode pengukuran kerja dan prinsip ekonomi gerakan. Setelah dilakukan pengukuran kerja dan prinsip ekonomi gerakan perbaikan metode kerja dilanjutkan dengan melakukan penyeimbangan lini (*line balancing*). *Line balancing* yang digunakan adalah *assembly line balancing 1* (ALB 1) dimana metode yang digunakan adalah metode *Ranked Positional Weights (RPW)* dan metode *Killbridge and Waster (KWM)*. Metode ini dipilih karena sesuai dengan lini yang mempunyai fleksibilitas yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bagaskara (2017) terdapat peningkatan efisiensi lini dengan menerapkan metode RPW dan KWM dalam menyeimbangkan lintasan pada *assembly commercial vehicle*. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Dharmayanti (2019). Setelah melakukan perbaikan kerja dengan metode pengukuran kerja dan prinsip ekonomi Gerakan serta metode ALB 1 maka masing-masing metode dibandingkan untuk menentukan alternatif perbaikan terbaik dari setiap metode.

Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut (1) Memberikan metode standar kerja operator sehingga dapat mengevaluasi *bottleneck* pada *line final assy D*, (2) memberikan alternatif perbaikan kerja pada *line final assy D*, (3) Memilih alternatif perbaikan terbaik yang dapat meningkatkan performansi pada *line final assy D*.

2. METODE

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan sehingga dapat memperoleh hasil penelitian yang diinginkan. Tahapan tersebut antara lain adalah tahapan identifikasi masalah, tahapan pengumpulan data, tahapan pengolahan data, tahapan analisis data dan tahapan kesimpulan dan saran. Pada tahapan identifikasi, dilakukan identifikasi indikator dari masalah yang menjadi tolak ukur penerapan dan implementasi penyeimbangan lini. Indikator inilah yang akan menjadi dasar dalam pengolahan data. Tahapan pengumpulan data, dilakukan observasi di PT. Hartono Istana Teknologi untuk mendapatkan data primer berupa data waktu siklus, waktu *idle*, jumlah stasiun kerja pada lini perakitan dan data sekunder berupa data permintaan bulanan, dan hasil wawancara dengan *foreman* terkait untuk melengkapi informasi pada data.

Tahapan pengolahan data dimulai dari pengolahan data kondisi eksisting dimana pada kondisi eksisting yang akan diukur adalah nilai waktu produksi, efisiensi lini eksisting, laju produksi, *takt time* (Djunaidi, 2018), dan performansi lini kondisi eksisting (Azwir & Pratomo, 2017). Persamaan efisiensi lini digunakan rumus 1 (Rachman et al., 2019):

$$Efisiensi\ Lini = \frac{Waktu\ Produksi}{Waktu\ Produksi\ Tersedia} \quad (1)$$

Persamaan untuk menghitung laju produksi digunakan rumus 2 (Dharmayanti, 2019):

$$R_p = \frac{Rata - rata\ permintaan\ harian}{waktu\ produksi\ yang\ tersedia\ per\ hari} \text{ unit/jam} \quad (2)$$

Persamaan untuk menghitung *takt time* digunakan rumus 3 (Fardiansyah & Widodo, 2018):

$$Takt\ time = \frac{Waktu\ Produksi/hari}{jumlah\ produk/hari} \quad (3)$$

Kemudian untuk menghitung performansi lini menggunakan tiga parameter yaitu *line efficiency*, *balance delay* dan *smoothness index*. Persamaan *line efficiency* digunakan rumus 4 (Prasetyawati & Damayanti, 2016):

$$E = \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{(K)(Tc)} \quad (4)$$

Dimana k adalah jumlah stasiun kerja, Tc adalah waktu siklus dan ST adalah waktu stasiun kerja. Persamaan *balance delay* digunakan rumus 5 (Trenggonowati & Febriana, 2019):

$$BD = \frac{(K - CT) - \sum ti}{(K - Tc)} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana $\sum ti$ adalah jumlah waktu operasi. Persamaan *smoothness index* digunakan rumus 6 (Sari, 2018):

$$SI = \sqrt{\sum (STmax - STi)^2} \quad (6)$$

Dimana STmax adalah waktu stasiun kerja terbesar. Tahapan pengolahan data kemudian dilanjutkan dengan perbaikan metode kerja dengan metode *time and motion study*, dengan terlebih dahulu melakukan uji keseragaman dan kecukupan data pada data waktu siklus yang didapatkan dengan menggunakan pengukuran kerja dengan jam henti. Data dikatakan seragam apabila tidak melewati batas kontrol yang ditentukan. Persamaan batas kontrol digunakan rumus 7 dan rumus 8 (Rully & Rahmawati, 2015):

$$BKA = \bar{x} + 2 \sigma \bar{x} \quad (7)$$

$$BKA = \bar{x} - 2 \sigma \bar{x} \quad (8)$$

Dimana \bar{x} adalah rata-rata jumlah data dan $\sigma \bar{x}$ adalah standar deviasi data. Pada uji kecukupan data, data dikatakan cukup apabila nilai N' lebih rendah dibandingkan dengan total jumlah data. Persamaan N' digunakan rumus 9 (Febriana et al., 2015):

$$N' = \left(\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum Xi^2 - \sum (\sum Xi)^2}}{\sum Xi} \right)^2 \quad (9)$$

Dimana K adalah tingkat keyakinan, S adalah tingkat ketelitian dan N adalah Total Jumlah data. Kemudian data yang telah diuji keseragaman dan kecukupan data akan dilanjutkan dengan perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku. Persamaan waktu siklus digunakan rumus 10 (Rahayu & Juhara, 2020):

$$Ws = \frac{\sum X_{ij}}{N} \quad (10)$$

Dimana X_{ij} adalah waktu pengamatan dan N adalah Jumlah data. Persamaan waktu normal digunakan rumus 11 (Meila Sari & Darmawan, 2020):

$$Wn = Ws \times P \quad (11)$$

Dimana P adalah nilai dari faktor penyesuaian. Persamaan waktu baku digunakan rumus 12 (Masruri et al., 2017):

$$Wb = Wn \times Allowance \quad (12)$$

Dimana *Allowance* adalah nilai dari faktor kelonggaran. Tahapan ini dilanjutkan dengan membandingkan waktu baku setiap stasiun kerja dengan waktu *takt time*-nya.

Waktu baku yang melewati waktu *takt time*-nya akan diidentifikasi sebagai stasiun kerja yang menjadi *bottleneck*. Lalu dilakukan evaluasi terhadap stasiun kerja tersebut dengan menggunakan peta tangan kiri dan tangan kanan sehingga tidak ada waktu baku stasiun kerja yang melewati waktu *takt time*-nya.

Tahapan pengolahan data dilanjutkan pada perbaikan metode kerja dengan menggunakan metode *line balancing* RPW dan KWM. Metode *Ranked Positional Weights* (RPW) merupakan metode *line balancing* yang diawali dengan menentukan bobot posisi per stasiun kerja yang kemudian kesempatan pengelompokkan stasiun kerja pertama dimulai dari stasiun kerja yang memiliki bobot posisi yang terbesar (Fatmawati, 2019). Metode *Killbridge and Waster* (KWM) merupakan metode *line balancing* yang diawali dengan membagi stasiun kerja berdasarkan *region* atau wilayah. Pengelompokkan ini dilakukan dengan membagi berdasarkan kolom pada *precedence diagram*. Kemudian kesempatan pengelompokkan stasiun kerja pertama dimulai dari stasiun kerja yang berada pada kolom pertama (Bagaskara, 2017).

Pada tahapan analisis data, akan dibandingkan performansi dari ketiga metode yang digunakan. Performansi tertinggi dari ketiga metode tersebut akan menjadi alternatif perbaikan terpilih. Hasil dari tahapan analisis ini akan dilanjutkan pada tahapan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data Kondisi Eksisting

Line final assy D terdiri dari 26 stasiun kerja dan 28 operator. Pengolahan data kondisi eksisting terdiri dari perhitungan laju produksi, *takt time*, *line efficiency* dan perhitungan performansi kondisi eksisting. Data waktu pengamatan dengan jam henti setiap stasiun kerja ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengamatan Kondisi Eksisting

Stasiun Kerja ke-	Waktu Siklus	Stasiun Kerja ke-	Waktu Siklus
SK 1	28,479	SK 14	30,677
SK 2	29,094	SK 15	31,019
SK 3	24,565	SK 16	28,569
SK 4	26,716	SK 17	32,769
SK 5	27,905	SK 18	30,887
SK 6	31,871	SK 19	23,392
SK 7	29,249	SK 20	46,495
SK 8	29,677	SK 21	25,372
SK 9	27,096	SK 22	28,250
SK 10	25,730	SK 23	22,668
SK 11	32,817	SK 24	45,097
SK 12	29,720	SK 25	26,881
SK 13	30,497	SK 26	32,698
		Total	778,19

Setelah menentukan waktu pengamatan menggunakan jam henti, pengolahan dilanjutkan dengan menghitung waktu produksi yang tersedia dalam satu hari. Data waktu produksi perhari ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Produksi Perhari

Keterangan		Detik
Waktu Kerja Per Hari	=	32400
Waktu Istirahat 1	=	600
Waktu Operasi Tersedia	=	31800
Waktu Istirahat 2	=	3600
Waktu Operasi Tersedia	=	28200
Waktu Set Up	=	1200
Waktu Produksi	=	27000

Waktu produksi yang tersedia sebesar 27.000 detik dalam sehari. Kemudian pengolahn dilanjutkan pada perhitungan kondisi eksisting yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Data Kondisi Eksisting

Keterangan	Nilai
Takt Time	45 detik
Efisiensi Lini	95,7%
Laju Produksi	1,3 \approx 1 unit/menit
Line Efficiency	64,37%
Balance Delay	35,27%
Smoothness Index	88,72

Berdasarkan Tabel 3. Dapat dilihat nilai *line efficiency* masih cukup rendah yaitu sebesar 64,37%. Hal ini tentu masih bisa dilakukan *improvement* dengan menggunakan pengukuran kerja dan prinsip ekonomi gerakan dan metode *line balancing* RPW dan KWM.

3.2 Perbaikan Metode kerja dengan Metode *Time and Motion Study*

Sebelum melakukan perhitungan waktu baku. Data yang didapatkan terlebih dahulu dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data. Hasil uji keseragaman dan kecukupan data ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Lini Perakitan

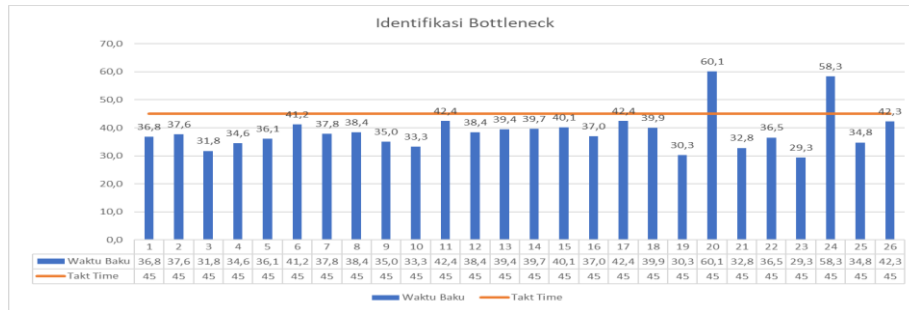
Stasiun Kerja	BKA	BKB	N'	N	Keterangan	Stasiun Kerja	BKA	BKB	N'	N	Keterangan	Stasiun Kerja	BKA	BKB	N'	N	Keterangan
SK 1	20,3	16,6	3,7	15	Cukup dan Seragam	SK 10	26,8	24,7	0,6	14	Cukup dan Seragam	SK 19	27,2	19,6	9,9	15	Cukup dan Seragam
SK 2	30,9	27,3	1,4	16	Cukup dan Seragam	SK 11	33,9	31,7	0,4	13	Cukup dan Seragam	SK 20	48,3	44,7	0,9	15	Cukup dan Seragam
SK 3	27,9	21,2	7,0	15	Cukup dan Seragam	SK 12	32,6	26,8	3,5	15	Cukup dan Seragam	SK 21	27,3	23,4	2,1	15	Cukup dan Seragam
SK 4	29,6	23,8	4,4	16	Cukup dan Seragam	SK 13	31,8	29,2	0,7	15	Cukup dan Seragam	SK 22	29,3	27,2	0,5	15	Cukup dan Seragam
SK 5	30,1	25,7	2,3	13	Cukup dan Seragam	SK 14	33,3	28,1	2,7	15	Cukup dan Seragam	SK 23	26,2	19,2	8,8	15	Cukup dan Seragam
SK 6	34,5	29,3	2,5	14	Cukup dan Seragam	SK 15	32,2	29,8	0,5	15	Cukup dan Seragam	SK 24	49,6	40,6	6,1	15	Cukup dan Seragam
SK 7	32,5	26	4,6	15	Cukup dan Seragam	SK 16	31,7	25,5	4,4	15	Cukup dan Seragam	SK 25	30,1	23,6	5,5	15	Cukup dan Seragam
SK 8	32,5	26,9	3,3	14	Cukup dan Seragam	SK 17	37,6	27,9	8,2	15	Cukup dan Seragam	SK 26	34,2	31,1	0,8	14	Cukup dan Seragam
SK 9	27,9	26,2	0,4	13	Cukup dan Seragam	SK 18	31,8	29,9	0,4	15	Cukup dan Seragam						

Setelah melakukan uji keseragaman dan uji kecukupan data. Pengolahan dapat dilanjutkan kedalam perhitungan perhitungan waktu. Perhitungan waktu lini perakitan dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Waktu pada Lini Perakitan

No	Ws	Wn	Wb	No	Ws	Wn	Wb	No	Ws	Wn	Wb
1	28,5	30,8	36,8	10	25,7	27,8	33,3	19	23,4	25,3	30,3
2	29,1	31,4	37,6	11	32,8	35,4	42,4	20	46,5	50,2	60,1
3	24,6	26,5	31,8	12	29,7	32,1	38,4	21	25,4	27,4	32,8
4	26,7	28,9	34,6	13	30,5	32,9	39,4	22	28,3	30,5	36,5
5	27,9	30,1	36,1	14	30,7	33,1	39,7	23	22,7	24,5	29,3
6	31,9	34,4	41,2	15	31,0	33,5	40,1	24	45,1	48,7	58,3
7	29,2	31,6	37,8	16	28,6	30,9	37,0	25	26,9	29,0	34,8
8	29,7	32,1	38,4	17	32,8	35,4	42,4	26	32,7	35,3	42,3
9	27,1	29,3	35,0	18	30,9	33,4	39,9				

Setelah melakukan perhitungan waktu dan mendapatkan nilai waktu baku setiap stasiun kerja. Pengoalahan dilanjutkan dengan membandingkan waktu baku setiap stasiun kerja dengan waktu *takt time*-nya. Hasil perbandingan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Perbandingan Waktu Baku dan *Takt Time* kondisi Eksisting

Berdasarkan Gambar 1. Dapat dilihat waktu baku stasiun kerja 20 dan stasiun kerja 24 melewati nilai waktu *takt time* nya, sehingga stasiun kerja 20 dan stasiun kerja 24 diidentifikasi sebagai *bottleneck* dan akan di evaluasi gerakannya kedalam peta tangan kanan dan tangan kiri. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan waktu baku masing-masing stasiun kerja agar tidak melewati waktu *takt time*-nya. Peta tangan kiri dan tangan kanan kondisi eksisting operator 20 ditunjukkan pada Tabel 6 dan peta tangan kiri dan tangan kanan kondisi perbaikan operator 20 ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 20 Kondisi Eksisting

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator		: 20					
Kondisi		: Eksisting					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau Speaker	40	TE	1,08	1,08	TE	40	Menjangkau Speaker
Memegang Speaker		G	0,88	0,88	G		Memegang Speaker
Memposisikan speaker		P	2,32	2,32	P		Memposisikan speaker
Menunggu		UD	2,12	2,12	UD		Menunggu
Menjangkau Stiker	40	TE	1,3	1,3	TE	40	Menjangkau Stiker
Memilih Stiker		SI	1,22	1,22	SI		Memilih Stiker
Memegang kertas Stiker		G	1,23	1,23	RL		Melepaskan Stiker dari kertas Stiker
Memasang stiker			3,2	3,2	TL, P		Memasang stiker
Melepaskan Plastik Pelindung		RL	2,51	2,51	UD		Menunggu
Menunggu		UD	10,59	10,59	UD		Menunggu

Tabel 6. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 20 Kondisi Eksisting (Lanjutan)

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator		: 20					
Kondisi		: Eksisting					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau tombol volume	35	TE	1,67	1,67	TE	35	Menjangkau Remote speaker
Memegang tombol volume		G	3,45	3,45	U		Menggunakan Remote Speaker
Menunggu		UD	2,67	2,67	UD		Menunggu
Menjangkau Speaker	40	TE	1,81	1,81	TE	50	Menjangkau Wire speaker pasif
Memegang dan Menahan speaker		G, P	1,95	1,95	TL, P		Memasang Wire Speaker pasif pada audio jec speaker aktif
Memegang dan Menahan speaker		G, P	1,25	1,25	TE	60	Menjangkau Wire Volt Meter
Memegang dan Menahan speaker		G, P	0,94	0,94	TL, P		Memasang Wire volt meter pada audio jec speaker aktif
Memegang dan Menahan speaker		G, P	1,08	1,08	TE	50	Menjangkau colokan speakaer aktif
Menunggu		UD	2,53	2,53	TL, P	60	Memasang colokan ke volt meter
Menunggu		UD	1,43	1,43	TE	60	Menjangkau tombol volt meter
Menunggu		UD	0,91	0,91	H		Menyalakan volt meter
Menunggu		UD	1,45	1,45	TE	50	Menjangkau colokan speaker aktif
Menunggu		UD	0,86	0,86	TL, P	60	Memasang colokan ke sumber listrik
Menunggu		UD	1,46	1,46	RL	30	Mencabut wire volt meter
Total			49,91	49,91			Total

Tabel 7. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 20 Kondisi Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator		: 20					
Kondisi		: Perbaikan					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau Speaker	40	TE	1,08	1,08	TE	40	Menjangkau Speaker
Memegang Speaker		G	0,88	0,88	G		Memegang Speaker
Memposisikan speaker		P	2,32	2,32	P		Memposisikan speaker
Menjangkau Stiker	40	TE	1,3	1,3	TE	40	Menjangkau Stiker
Memegang kertas Stiker		G	1,23	1,23	RL		Melepaskan Stiker dari kertas Stiker
Memasang stiker		TL, P	3,2	3,2	TL, P		Memasang stiker
Melepaskan Plastik Pelindung		RL	2,51	2,51	UD		Menunggu
Menjangkau tombol volume	35	TE	1,67	1,67	TE	35	Menjangkau Remote speaker
Memegang tombol volume		G	3,45	3,45	U		Menggunakan Remote Speaker
Menjangkau Speaker	40	TE	1,81	1,81	TE	50	Menjangkau Wire speaker pasif
Memegang dan Menahan speaker		G, P	1,95	1,95	TL, P		Memasang Wire Speaker pasif pada audio jec speaker aktif
Memegang dan Menahan speaker		G, P	1,25	1,25	TE	60	Menjangkau Wire Volt Meter
Memegang dan Menahan speaker		G, P	0,94	0,94	TL, P		Memasang Wire volt meter pada audio jec speaker aktif
Memegang dan Menahan speaker		G, P	1,08	1,08	TE	50	Menjangkau colokan speakaer aktif
Menunggu		UD	2,53	2,53	TL, P	60	Memasang colokan ke volt meter
Menunggu		UD	1,43	1,43	TE	60	Menjangkau tombol volt meter
Menunggu		UD	0,91	0,91	H		Menyalakan volt meter
Menunggu		UD	1,45	1,45	TE	50	Menjangkau colokan speaker aktif
Menunggu		UD	0,86	0,86	TL, P	60	Memasang colokan ke sumber listrik
Menunggu		UD	1,46	1,46	RL	30	Mencabut wire volt meter
Total			33,31	33,31			Total

Berdasarkan pada Tabel 6 dapat dilihat masih banyak gerakan yang *non value added*, sehingga gerakan yang *non value added* dapat di eliminasi sehingga terdapat standar kerja baru untuk operator 20. Waktu pada kondisi perbaikan mengalami penurunan dari yang awalnya 49,91 detik turun menjadi 33,31 detik.

Pada stasiun kerja 24 terdapat 2 operator. Sehingga peta tangan kiri dan tangan kanan masing-masing operator dibedakan yaitu peta tangan kiri dan tangan kanan operator 24A dan peta tangan kiri dan tangan kanan operator 24B. Peta tangan kiri dan tangan kanan operator kondisi eksisting 20A ditunjukkan pada Tabel 8 dan peta tangan kiri dan tangan kanan kondisi perbaikan operator 20A ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 20A Kondisi Eksisting

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator		: 24A					
Kondisi		: Eksisting					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau plastic layer for packing PAS68	35	TE	1,84	1,84	TE	35	Menjangkau plastic layer for packing PAS68
Memegang plastic layer for packing PAS68		G	1,51	1,51	G		Memegang plastic layer for packing PAS68
Memegang plastic layer for packing PAS68		G	0,87	0,87	TE	50	Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Memegang plastic layer for packing PAS68		G	2,59	2,59	TL,P		Memposisikan polyfoam kit PAS 8E28 GGU ke sisi kardus
Memilih (memisahkan) ujung plastic layer for packing PAS68		SI	1,2	1,2	SI		Memilih (memisahkan) ujung plastic layer for packing PAS68
Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus		P	4,7	4,7	P		Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus
Menunggu		UD	8,21	8,21	UD		Menunggu
Menjangkau buku petunjuk dan garansi	40	TE	0,79	0,79	UD		Menunggu
Memindahkan buku petunjuk dari tangan kiri ke tangan kanan		TL	1,21	1,21	TE	40	Menjangkau buku petunjuk dan garansi dari tangan kiri
Menjangkau Speaker aktif	40	TE	0,92	0,92	TL,P		Memasukkan buku petunjuk dan garansi kedalam kardus
Mendorong speaker aktif ke arah operator 24B		TL	1,41	1,41	UD		Menunggu
Menjangkau bagian bawah speaker aktif	40	TE	0,6	0,6	TE	40	Menjangkau bagian bawah speaker aktif
Mengangkat dan memindahkan speaker aktif kedalam kardus		TL	3,3	3,3	TL		Mengangkat dan memindahkan speaker aktif kedalam kardus
Menunggu		UD	5,23	5,23	UD		Menunggu
Menjangkau Speaker pasif	40	TE	1,41	1,41	TE	40	Menjangkau Speaker pasif
Mendorong speaker pasif ke arah operator 24B		G	1,95	1,95	G		Mendorong speaker pasif ke arah operator 24B
Menjangkau bagian bawah speaker pasif	40	TE	1,13	1,13	TE	40	Menjangkau bagian bawah speaker pasif
Mengangkat dan memindahkan speaker pasif kedalam kardus		TL,G	2,21	2,21	TL,G		Mengangkat dan memindahkan speaker pasif kedalam kardus
Menjangkau plastic layer for packing PAS68	20	TE	1	1	TE,H	20	Menjangkau plastic layer for packing PAS68
Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus		P,I	2,08	2,08	P,I		Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus
Menunggu		UD	0,96	0,96	TE	50	Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Mendorong kardus ke stasiun kerja 25		G	2,54	2,54	PP		Memposisikan polyfoam kit PAS 8E28 GGU ke sisi atas speaker
Total			47,66	47,66			Total

Tabel 9. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 20A Kondisi Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator		: 24A					
Kondisi		: Perbaikan					
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau plastic layer for packing PAS68	35	TE	1,84	1,84	TE	35	Menjangkau plastic layer for packing PAS68
Memegang plastic layer for packing PAS68		G	1,51	1,51	G		Memegang plastic layer for packing PAS68

Tabel 9. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 20A Kondisi Perbaikan
(Lanjutan)

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator : 24A							
Kondisi : Perbaikan							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Memegang plastic layer for packing PAS68		G	0,87	0,87	TE	50	Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Memegang plastic layer for packing PAS68		G	2,59	2,59	TL,P		Memposisikan polyfoam kit PAS 8E28 GGU ke sisi kardus
Memilih (memisahkan) ujung plastic layer for packing PAS68		SI	1,2	1,2	SI		Memilih (memisahkan) ujung plastic layer for packing PAS68
Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus		P	4,7	4,7	P		Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus
Menjangkau buku petunjuk dan garansi	40	TE	0,79	0,79	UD		Menunggu
Memindahkan buku petunjuk dari tangan kiri ke tangan kanan		TL	1,21	1,21	TE	40	Menjangkau buku petunjuk dan garansi dari tangan kiri
Menjangkau Speaker aktif	40	TE	0,92	0,92	TL,P		Memasukkan buku petunjuk dan garansi kedalam kardus
Mendorong speaker aktif ke arah operator 24B		TL	1,41	1,41	UD		Menunggu
Menjangkau bagian bawah speaker aktif	40	TE	0,6	0,6	TE	40	Menjangkau bagian bawah speaker aktif
Mengangkat dan memindahkan speaker aktif kedalam kardus		TL	3,3	3,3	TL		Mengangkat dan memindahkan speaker aktif kedalam kardus
Menjangkau Speaker pasif	40	TE	1,41	1,41	TE	40	Menjangkau Speaker pasif
Mendorong speaker pasif ke arah operator 24B		G	1,95	1,95	G		Mendorong speaker pasif ke arah operator 24B
Menjangkau bagian bawah speaker pasif	40	TE	1,13	1,13	TE	40	Menjangkau bagian bawah speaker pasif
Mengangkat dan memindahkan speaker pasif kedalam kardus		TL,G	2,21	2,21	TL,G		Mengangkat dan memindahkan speaker pasif kedalam kardus
Menjangkau plastic layer for packing PAS68	20	TE	1	1	TE,H	20	Menjangkau plastic layer for packing PAS68
Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus		P,I	2,08	2,08	P,I		Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus
Menunggu		UD	0,96	0,96	TE	50	Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Mendorong kardus ke stasiun kerja 25		G	2,54	2,54	PP		Memposisikan polyfoam kit PAS 8E28 GGU ke sisi atas speaker
Total			34,22	34,22			Total

Berdasarkan pada Tabel 8 dapat dilihat masih banyak gerakan yang *non value added*, sehingga gerakan yang *non value added* dapat di eliminasi sehingga terdapat standar kerja baru untuk operator 24A. Waktu pada kondisi perbaikan mengalami penurunan dari yang awalnya 47,66 detik turun menjadi 34,22 detik. Peta tangan kiri dan tangan kanan kondisi eksisting operator 20B ditunjukkan pada Tabel 10 dan peta tangan kiri dan tangan kanan kondisi perbaikan operator 20A ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 10. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 24B Kondisi Eksisting

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator : 24B							
Kondisi : Eksisting							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau Kardus	100	TE	1,48	1,48	TE	100	Menjangkau Kardus
Memindahkan kardus ke stasiun kerja 24		TL, P	2,56	2,56	TL, P		Memindahkan kardus ke stasiun kerja 24
Membuka falp caron box PAS 8E GGU		DA	2,02	2,02	DA		Membuka falp caron box PAS 8E GGU
Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU	20	TE	1,07	1,07	TE	20	Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Memisahkan polyfoam kit PAS 8E28 GGU		DA	1,24	1,24	DA		Memisahkan polyfoam kit PAS 8E28 GGU

Tabel 10. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 24B Kondisi Eksisting
(Lanjutan)

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator : 24B							
Kondisi : Eksisting							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Memposisikan polyfoam kit PAS 8E28 GGU pada sisi kardus		P	1,45	1,45	UD		Menunggu
Menunggu		UD	1,1	1,1	UD		Menunggu
Menjangkau plastic layer for packing PAS68 dari operator 24A	50	TE	1,27	1,27	UD		Menunggu
Memisahkan plastic layer for packing PAS68		DA	1,19	1,19	DA		Memisahkan plastic layer for packing PAS68
Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus		P	2,79	2,79	P		Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus
Menunggu		UD	8,13	8,13	UD		Menunggu
Menjangkau bagian atas speaker aktif	40	TE	1,44	1,44	TE	40	Menjangkau bagian atas speaker aktif
Memegang speaker aktif		G	0,84	0,84	G		Memegang speaker aktif
Memindahkan speaker aktif kedalam kardus		P, TL	1,63	1,63	P, TL		Memindahkan speaker aktif kedalam kardus
Menunggu		UD	2,1	2,1	P, TL		Memindahkan Kabel speaker kedalam kardus
Menunggu		UD	7,17	7,17	UD		Menunggu
Menjangkau bagian atas speaker pasif	40	TE	1,35	1,35	TE	40	Menjangkau bagian atas speaker pasif
Memegang speaker pasif		G	1,01	1,01	G		Memegang speaker pasif
Memindahkan speaker pasif kedalam kardus		P, TL	1,67	1,67	P, TL		Memindahkan speaker pasif kedalam kardus
Menjangkau plastic layer for packing PAS68	20	TE	1,07	1,07	TE		Menjangkau plastic layer for packing PAS68
Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus		P, I	2,9	2,9	P, I		Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus
Menunggu		UD	2,18	2,18	G, P		Mendorong kardus ke stasiun kerja 25
Total			47,66	47,66			Total

Tabel 11. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 24B Kondisi Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator : 24B							
Kondisi : Perbaikan							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau Kardus	100	TE	1,48	1,48	TE	100	Menjangkau Kardus
Memindahkan kardus ke stasiun kerja 24		TL, P	2,56	2,56	TL, P		Memindahkan kardus ke stasiun kerja 24
Membuka falp caron box PAS 8E GGU		DA	2,02	2,02	DA		Membuka falp caron box PAS 8E GGU
Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU	20	TE	1,07	1,07	TE	20	Menjangkau polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Memisahkan polyfoam kit PAS 8E28 GGU		DA	1,24	1,24	DA		Memisahkan polyfoam kit PAS 8E28 GGU
Memposisikan polyfoam kit PAS 8E28 GGU pada sisi kardus		P	1,45	1,45	UD		Menunggu
Menjangkau plastic layer for packing PAS68 dari operator 24A	50	TE	1,27	1,27	UD		Menunggu
Memisahkan plastic layer for packing PAS68		DA	1,19	1,19	DA		Memisahkan plastic layer for packing PAS68
Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus		P	2,79	2,79	P		Mengarahakan plastic layer for packing PAS68 kesisi kardus
Menjangkau bagian atas speaker aktif	40	TE	1,44	1,44	TE	40	Menjangkau bagian atas speaker aktif
Memegang speaker aktif		G	0,84	0,84	G		Memegang speaker aktif
Memindahkan speaker aktif kedalam kardus		P, TL	1,63	1,63	P, TL		Memindahkan speaker aktif kedalam kardus
Menunggu		UD	2,1	2,1	P, TL		Memindahkan Kabel speaker kedalam kardus
Menjangkau bagian atas speaker pasif	40	TE	1,35	1,35	TE	40	Menjangkau bagian atas speaker pasif
Memegang speaker pasif		G	1,01	1,01	G		Memegang speaker pasif
Memindahkan speaker pasif kedalam kardus		P, TL	1,67	1,67	P, TL		Memindahkan speaker pasif kedalam kardus

Tabel 11. Peta Tangan Kanan dan Tangan Kiri Operator 24B Kondisi Perbaikan
(Lanjutan)

PETA TANGAN KIRI DAN TANGAN KANAN							
Operator : 24B							
Kondisi : Perbaikan							
Tangan Kiri	Jarak (cm)	Lambang	Waktu (Detik)	Waktu (Detik)	Lambang	Jarak (cm)	Tangan Kanan
Menjangkau plastic layer for packing PAS68	20	TE	1,07	1,07	TE	40	Menjangkau plastic layer for packing PAS68
Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus		P, I	2,9	2,9	P, I		Merapikan plastic layer for packing PAS68 kedalam kardus
Menunggu		UD	2,18	2,18	G, P		Mendorong kardus ke stasiun kerja 25
Total			31,26	31,26			Total

Berdasarkan pada Tabel 10 dapat dilihat masih banyak gerakan yang *non value added*, sehingga gerakan yang *non value added* dapat di eliminasi sehingga terdapat standar kerja baru untuk operator 24B. Waktu pada kondisi perbaikan mengalami penurunan dari yang awalnya 47,66 detik turun menjadi 31,26 detik.

Hasil perbaikan metode kerja dapat dilakukan pengambilan data ulang, sehingga didapatkan data operasi stasiun kerja 20 dan stasiun kerja 24 (dilampirkan). Data perbaikan dapat dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data kembali seperti yang ditunjukkan pada Tabel 12.

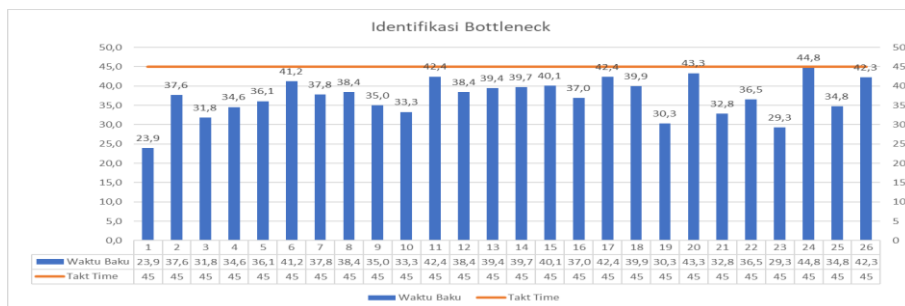
Tabel 12. Uji Keseragaman dan Kecukupan Data Kondisi Perbaikan

Stasiun Kerja	BKA	BKB	N'	Keterangan
20	35,7	31,3	1,6	Seragam dan Cukup
24	38,19	31,07	3,9	Seragam dan Cukup

Setelah dilakukan uji keseragaman dan kecukupan data maka stasiun kerja 20 dan stasiun kerja 24 dapat melakukan perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu baku seperti yang ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Perhitungan Waktu Kondisi Perbaikan

No	Ws	Wn	Wb
20	33,5	36,2	43,3
24	34,6	37,4	44,8



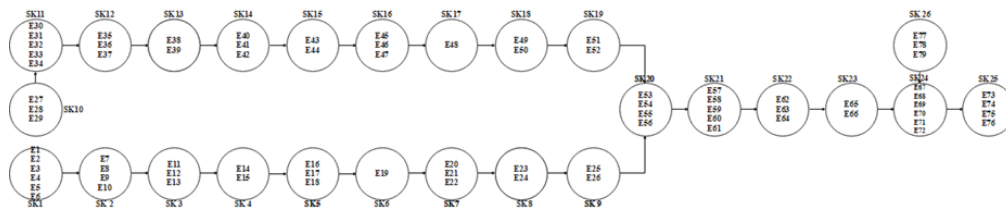
Gambar 2. Hasil Perbandingan Waktu Baku dan *Takt Time* kondisi Perbaikan

Berdasarkan pada Gambar 2 dapat dilihat setelah melakukan perbaikan metode kerja dengan menggunakan *time and motion study* serta prinsip ekonomi gerakan tidak terdapat waktu baku yang melebihi waktu *takt time*-nya. Sehingga pengolahan dapat dilanjutkan pada pengolahan penyeimbangan lintasan dengan metode RPW dan KWM.

3.3 Persiapan *Line Balancing*

Tahapan persiapan *line balancing* terdiri dari mengetahui *precedence diagram* dari *line final assy D*, elemen Kerja, waktu *takt time* dan Jumlah stasiun kerja minimum.

Precedence diagram line final assy D ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Precedence Diagram

Elemen kerja stasiun kerja 1 sampai dengan stasiun kerja 26 terdapat 79 elemen kerja (dilampirkan). sedangkan waktu *takt time* yang digunakan dalam pengolahan *line balancing* adalah 45 detik seperti yang terdapat pada Tabel 3. Perhitungan jumlah stasiun kerja minimum adalah sebagai berikut:

$$\text{Stasiun Kerja Minimum} = \frac{\text{Waktu total operasi}}{\text{Takt time}}$$

$$\text{Stasiun Kerja Minimum} = \frac{754,72 \text{ Detik}}{45 \text{ Detik}}$$

$$\text{Stasiun Kerja Minimum} = 16,7 \approx 17 \text{ Stasiun Kerja}$$

Berdasarkan perhitungan jumlah stasiun kerja minimum yang diperbolehkan adalah sebanyak 17 stasiun kerja.

3.4 Perbaikan Metode kerja dengan Metode *Killbridge and Waster*

Tahapan pertama pada metode *Killbridge and Waster* adalah dengan mengurutkan stasiun kerja kedalam kolom seperti yang ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengurutan Metode KWM

SK	Waktu	Predesesor	Kolom	SK	Waktu	Predesesor	Kolom	SK	Waktu	Predesesor	Kolom	SK	Waktu	Predesesor	Kolom
1	28,48	-	A	4	26,72	3	D	17	32,77	16	G	22	28,25	21	L
10	25,73	-	A	14	30,68	13	D	8	29,68	7	H	23	22,67	22	M
11	32,82	10	A	5	27,90	4	E	18	30,89	17	H	24	45,10	23, 26	N
2	29,09	1	B	15	31,02	14	E	9	27,10	8	I	26	32,70	-	N
12	29,72	11	B	6	31,87	5	F	19	23,39	18	I	25	26,88	24	O
3	24,57	2	C	16	28,57	15	F	20	46,49	19, 9	J				
13	30,50	12	C	7	29,25	6	G	21	25,37	20	K				

Pengolahan dilanjutkan dengan tahapan pengelompokkan stasiun kerja, pengelompokkan stasiun kerja dimulai dari kolom yang pertama dan tidak boleh melewati waktu *takt time* yang sudah ditentukan sebelumnya. Pengelompokkan stasiun kerja metode KWM ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Pengelompokkan Stasiun Kerja Metode KWM

SK	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Waktu proses	Takt Time	SK	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Waktu Proses	Takt Time	SK	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Waktu Proses	Takt Time			
1	E1	2,6	43,7	45		E28	14,7			16	E55	13,1	43,0	45			
	E2	4,2				E29	4,7				E56	7,6					
	E3	6,1				E30	7,3				E57	4,3					
	E4	4,0				E31	7,4				E58	6,3					
	E5	5,8				E34	3,1				E59	6,1					
	E6	5,8				8	E32				8,1	44,7			45	E60	5,2
	E7	4,4				E33	6,9				E61	3,4					
	E8	6,8				E35	8,2				E62	5,0					
	E9	4,0				E36	3,2				E63	11,5					
2	E10	13,8	38,4	45		E37	18,3			17	E65	11,1	39,0	45			
	E11	9,8				9	E38				7,7	30,5			45	E66	11,5
	E12	10,6				E39	22,8				E67	6,8					
	E13	4,1				10	E40				15,4	30,7			45	E68	4,1
3	E14	18,2	42,0	45		E41	3,6			18	E70	11,1	42,6	45			
	E15	8,6				11	E43				22,1	43,5			45	E71	4,7
	E16	11,8				E44	8,9				E72	2,5					
	E18	3,5				E45	12,5				E77	15,9					
4	E17	12,6	44,5	45		12	E46	6,2	39,2	45	E78	8,3	35,4	45			
	E19	31,9				E47	9,9	19	E79	8,5	6,2						
5	E20	14,8	42,8	45		13	E48	32,8	40,5	45	E73	6,2	10,2	4,9			
	E21	4,4				E49	23,1	E74	5,6								
	E22	10,1				14	E51	19,9	23,4	45	E75	10,2					
	E24	13,5				E52	3,5	E76	4,9								
6	E23	16,2	43,3	45		15	E53	8,4	44,1	45							
	E25	21,3				E54	4,4										
	E26	5,9															
7	E27	6,3	43,6	45													

3.5 Perbaikan Metode kerja dengan Metode *Ranked Positional Weights*

Tahapan pertama pada metode *ranked positional weights* adalah dengan mengurutkan stasiun kerja kedalam bobot posisi. Bobot posisi ditentukan dari hasil penjumlahan operasi setelah operasi pada stasiun kerjanya. Pengurutan bobot posisi ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Pengurutan Bobot Posisi Metode RPW

SK	Waktu Operasi	Predesor	Bobot Posisi	Rank	SK	Waktu Operasi	Predesor	Bobot Posisi	Rank	SK	Waktu Operasi	Predesor	Bobot Posisi	Rank	SK	Waktu Operasi	Predesor	Bobot Posisi	Rank
1	28,5	-	453,6	3	8	29,7	7	254,6	16	15	31,0	14	343,1	11	22	28,3	21	127,3	22
2	29,1	1	424,5	5	9	27,1	8	227,5	18	16	28,6	15	314,5	12	23	22,7	22	104,7	23
3	24,6	2	400,0	7	10	25,7	-	497,8	1	17	32,8	16	281,7	15	24	45,1	23, 26	59,6	24
4	26,7	3	373,3	9	11	32,8	10	465,0	2	18	30,9	17	250,9	17	25	26,9	26	32,7	25
5	27,9	4	345,4	10	12	29,7	11	435,3	4	19	23,4	18	227,5	19	26	32,7	-	0,0	26
6	31,9	5	313,5	13	13	30,5	12	404,8	6	20	46,5	19, 20	181,0	20					
7	29,2	6	284,2	14	14	30,7	13	374,1	8	21	25,4	20	155,6	21					

Setelah melakukan menentukan bobot posisi masing-masing stasiun kerja. Pengolahan dilanjutkan dengan pengelompokkan elemen kerja. pengelompokkan stasiun kerja dimulai dari bobot posisi terbesar dan tidak boleh melewati waktu *takt time* yang sudah ditentukan sebelumnya. Pengelompokkan stasiun kerja metode RPW ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Pengelompokkan Stasiun Kerja Metode RPW

SK	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Waktu Total	Takt Time	SK	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Waktu Total	Takt Time	SK	Elemen Kerja	Waktu Elemen	Waktu Total	Takt Time			
1	E27	6,3	43,6	45	7	E41	3,6	42,0	45	16	E55	13,1	43,0	45			
	E28	14,7				E42	11,7				E56	7,6					
	E29	4,7				E14	18,2				E57	4,3					
	E30	7,3				E15	8,6				E58	6,3					
	E31	7,4				E16	11,8				E59	6,1					
	E34	3,1				E18	3,5				E60	5,2					
2	E32	8,1	33,5	45	8	E17	12,6	44,5	45	17	E61	3,4	39,0	45			
	E33	6,9				E19	31,9				E62	5,0					
	E35	9,2				9	E43				22,1	43,5			45	E63	11,5
	E36	3,2					E44				8,9	E64			11,7		
	E38	6,1					E45				12,5	E65			11,1		
3	E1	2,6	43,7	45	10	E46	6,2	39,2	45	18	E66	11,5	40,3	45			
	E2	4,2				E47	9,9				E67	6,8					
	E3	6,1				E49	23,1				E68	4,1					
	E4	4,0			11	E20	14,8	42,8	45		E69	5,5					
	E5	5,8				E21	4,4	E70	11,1								
	E6	5,8				E22	10,1	E71	4,7								
	E7	4,4			12	E24	13,5	E72	2,5								
	E8	6,8				E48	32,8	40,5	45		E73	6,2					
	E9	4,0				E50	7,8	E74	5,6								
4	E37	19,5	42,3	45	13	E23	16,2	43,3	45	19	E75	10,2	37,6	45			
	E39	22,8				E25	21,3				E76	4,9					
	E10	13,8				14	E26				5,9	E77			15,9		
E11	9,8	E51	19,9	23,4	45		E78	8,3									
E12	10,6	E52	3,5	E79	8,5												
5	E13	4,1	38,4	45	15	E53	8,4	44,1	45	6	E40	15,4	30,7	45			
	E13	4,1				E54	4,4										

3.6 Analisis Alternatif Perbaikan

Setelah menentukan perbaikan metode kerja dengan menggunakan metode time and motion study, metode *line balancing killbridge and waster* dan metode *line balancing ranked positional weights*. Maka semua alternatif perbaikan dihitung performansi kondisi perbaikannya. Performansi yang dihitung terdiri dari tiga parameter yaitu *line efficiency*, *balance delay* dan *smoothness index*. Perhitungan performansi ditunjukkan pada Tabel

Tabel 18. Perbandingan Performansi Kondisi Eksisting dan Kondisi Perbaikan

Parameter	Kondisi Eksisting	Kondisi Perbaikan		
		Time and Motion Study	Killbridge and Waster	Ranked Positional Weights
Line Efisiensi	64,37%	83,82%	88,84%	89,24%
Balance Delay	35,63%	16,18%	11,16%	10,76%
Smoothness Index	88,722	32,606	32,963	30,940

Berdasarkan Tabel 18 maka dapat disimpulkan bahwa nilai *line efficiency* terbesar terletak pada metode RPW yaitu dengan nilai sebesar 89,24%, nilai *balance delay* terendah terletak pada metode RPW dengan nilai sebesar 10,76% dan nilai *smoothness index* terendah terletak pada metode RPW yaitu sebesar 30,94. Sehingga alternatif terbaik dari ketiga metode perbaikan kerja adalah metode *Ranked Positional weights* dan metode *Ranked Positional weights* menjadi alternatif terpilih.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut: (1) evaluasi standar kerja dengan menggunakan *time and motion study* dengan prinsip ekonomi gerakan memberikan standar kerja baru pada stasiun kerja 20 dan stasiun kerja 24. Sehingga terdapat penurunan waktu baku masing-masing stasiun kerja menjadi 43,3 detik dan 44,8. (2) Terdapat tiga alternatif perbaikan diantaranya metode perbaikan kerja dengan metode *time and motion study* sebagai alternatif 1, metode perbaikan kerja dengan metode KWM sebagai alternatif 2 dan metode perbaikan kerja dengan metode RPW sebagai alternatif 3. (3) alternatif terpilih adalah perbaikan metode kerja dengan metode RPW dengan nilai *line efficiency*, *balance delay* dan *smoothness index* sebesar 89,24%; 10,76% dan 30,94.

4.2 Saran

Melalui proses penelitian ini diharapkan kepada operator dan *foreman* terkait untuk saling bekerja sama dalam upaya meningkatkan efisiensi lini perakitan dengan cara menjaga konsistensi urutan operasi pada setiap stasiun kerja dan untuk peneliti berikutnya dapat dilakukannya *mix model line balancing* dengan tetap mempertimbangkan tipe *speaker* yang diproduksi pada lini perakitan tersebut.

Daftar Pustaka

Azwir, H. H., & Pratomo, H. W. (2017). Implementasi *Line balancing* untuk Peningkatan Efisiensi di *Line Welding* Studi Kasus: PT X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(1), 57. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v6i1.2428.57-64>

- Bagaskara, D. (2017). *Line balancing Aggregate Line di PT. Mercedes-Benz Indonesia Divisi Assembly Commercial Vehicle Department tipe OH-1526*. <http://repository.unugha.ac.id/id/eprint/479>
- Dharmayanti, I. (2019). Jurnal Manajemen Industri dan Logistik Perhitungan Efektifitas Lintasan Produksi. *Manajemen Industri Dan Logistik, 01*, 43–54.
- Djunaidi, M., & . A. (2018). Analisis Keseimbangan Lintasan (*Line Balancing*) Pada Proses Perakitan *Body* Bus Pada Karoseri Guna Meningkatkan Efisiensi Lintasan. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 5*(2), 77–84. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v5i2.1788>
- Fardiansyah, I., & Widodo, T. (2018). Peningkatan Produktivitas Menggunakan Metode *Line balancing* Pada Proses Pengemasan di PT.XYZ. *Journal Industrial Manufacturing, 3*(1), 57–62. <https://doi.org/10.31000/jim.v3i1.621>
- Fatmawati, R. (2019). Evaluasi dan Peningkatan Performansi Lini Perakitan *Speaker* dengan Menggunakan Ekonomi Gerakan dan *Line Balancing*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Febriana, N. V., Lestari, E. R., & Anggarini, S. (2015). Analisis Pengukuran Waktu Kerja dengan Metode Pengukuran Kerja Secara Tidak Langsung Pada Bagian Pengemasan di PT Japfa Comfeed Indonesia Tbk. *Jurnal Industri, 4*(1), 66–73.
- Lumbantobing, H., Purbasari, A., Anna, B., & Siboro, H. (2018). *Imported from Berikut ini adalah tautan ke file:https://s.docworkspace.com/d/AFH0hySBq80r4pKeq-ymFADibagikan dari WPS Office:https://kso.page.link/wps. 6*(2).
- Masruri, A. A., Hastarina, M., & Lavender, P. (2017). Analisis Produktivitas Pekerja dengan Menggunakan Metode *Time and motion study* (PT . Astra Honda Motor Palembang) *Analysis of Worker Productivity Using Time and motion study Method (PT . Astra Honda Motor Palembang) . 2*.
- Meila Sari, E., & Darmawan, M. M. (2020). Pengukuran Waktu Baku dan Analisis Beban Kerja Pada Proses *Filling* dan *Packing* Produk Lulur Mandi di PT. Gloria Origita Cosmetics. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi, 2*(1), 51–61. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v2i1.1253>
- Mughni, M., & Sari, R. P. (2021). Penerapan Metode *Line balancing* Untuk Efisiensi Produksi Pada Bagian *Line Face Lathe* (Studi Kasus : PT . XYZ). *08*(November 2019), 1–14.
- Prasetyawati, M., & Damayanti, A. (2016). Usulan Perbaikan Lini Produksi Mesin Cuci di PT. Sharp Electronics Indonesia Menggunakan Metode *Line Balancing*. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi, November*, 1–7.
- Rachman, T., Aviantarisantoso, C., Studi, P., Industri, T., Teknik, F., Esa, U., & Jeruk, K. (2019). Perbandingan Metode *Ranked Positional Weight (RPW)*, Metode *Largest Candidate Rule* , dan Metode *J-Wagon* Untuk Penentuan Keseimbangan Lintasan

Optimal Produksi Sampel Sepatu Model Ssow.

- Rahayu, M., & Juhara, S. (2020). Pengukuran Waktu Baku Perakitan Pena dengan Menggunakan Waktu Jam Henti Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja. *Unistek*, 7(2), 93–97. <https://doi.org/10.33592/unistek.v7i2.650>
- Rully, T., & Rahmawati, N. T. (2015). Perencanaan Pengukuran Kerja Dalam Menentukan Waktu Standar dengan Metode *Time Study* Guna Meningkatkan Produktivitas Kerja Pada Divisi Pompa Minyak PT. Bukaka Teknik Utama Tbk. *JIMFE (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)*, 1(1), 12–18. <https://doi.org/10.34203/jimfe.v1i1.442>
- Sari, L. N. (2018). Pengukuran Keseimbangan Lintasan Produksi *Upper* di PT. EID dengan Metode *Ranked Positional Weight (RPW)* Untuk Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas Kerja. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Trenggonowati, D. L., & Febriana, N. (2019). Mengukur Efisiensi Lintasan dan Stasiun Kerja Menggunakan Metode *Line balancing* Studi Kasus PT. XYZ. *Journal Industrial Servicess*, 4(2), 97–105. <https://doi.org/10.36055/jiss.v4i2.5158>
- Widiyanti, K. V., & Sawitri, D. R. (2018). Hubungan Antara Iklim Organisasi dengan Perilaku Inovatif Pada Karyawan *Final Essays* Divisi Produksi PT Hartono Istana Teknologi Sayung Demak. *Jurnal Empati*, 7(1), 406–411. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/empati/article/view/20257>

Lampiran

Lampiran 1. Data Elemen kerja Perakitan

Operator	No Elemen Kerja	Waktu										Cycle Time	Total Cycle Time	Tenaga Kerja
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	E1	1,93	2,97	2,18	2,95	2	2,49	2,68	3,17	2,26	2,94	2,557	28,481	1
	E2	5,56	4,57	2,7	4,26	3,52	4,88	3,75	3,69	4,68	4,79	4,24		
	E3	4,68	4,7	7,4	6,54	6,89	7,16	3,99	7,29	6,53	6,08	6,126		
	E4	3,72	3,93	2,39	3,11	3,64	4,3	5,86	3,95	4,51	4,49	3,99		
	E5	5,96	5,3	6,15	7,86	5,45	5,91	6,4	5,7	4,91	4,05	5,769		
	E6	5,84	5,98	5,36	5,49	5,53	6,17	3,59	7,95	6,92	5,16	5,799		
2	E7	5,1	4,19	3,67	6,85	5,61	2,95	3,76	3,55	4,43	4,24	4,435	29,087	1
	E8	9,61	10,69	11,36	9,09	12,21	2,92	2,36	2,55	3,78	3,4	6,797		
	E9	3,55	3,98	3,63	2,39	2	5,06	5,86	4,41	4,41	4,89	4,018		
	E10	16,83	11,27	13,84	15,81	12,59	13,03	13,54	14,62	13,65	13,19	13,837		
3	E11	14,35	10,84	9,53	9,09	12,82	9,14	10,67	1,064	10,91	9,98	9,8394	24,5744	1
	E12	9,13	10,42	11,17	9,76	13,26	9,01	11	8,85	13,8	9,84	10,624		
	E13	3,65	5,44	3,97	3,92	3,21	4,66	3,96	3,7	4,32	4,28	4,111		
4	E14	17,49	18,48	17,92	19,2	17,27	18,18	19,65	18,1	18,2	17,18	18,167	26,723	1
	E15	6,49	9,44	9,03	7,9	9,14	7,2	8,53	9,15	8,5	10,18	8,556		
5	E16	11,12	12,13	12,92	11,11	11,04	11,83	12,73	11,27	10,99	12,46	11,76	27,937	1
	E17	12,8	11,97	11,28	11,1	7,6	14,53	13,63	16,08	14,72	12,72	12,643		
	E18	4,01	4,92	3,1	3,88	3,76	3,79	3,4	3,08	2,45	2,95	3,534		
6	E19	34,9	28,82	32,59	37,87	28,19	31,75	30,57	30,98	31,3	31,72	31,869	31,869	1
7	E20	10,29	13,19	13,31	13,85	14,67	13,2	17,04	16,72	18,32	17,83	14,842	29,249	1
	E21	4,27	5,69	4,11	7,72	5,24	3,23	3,19	3,65	3,27	3,2	4,357		
	E22	13	8,71	13,12	7,88	10,85	8,13	11,7	9,21	9,31	8,59	10,05		
8	E23	18,41	18,31	17,77	15,62	17,37	13,97	17,98	13,7	14,86	13,63	16,162	29,677	1
	E24	11,63	14,11	11,28	10,35	15,18	13,6	15,63	13,72	15,01	14,64	13,515		
9	E25	20,84	21,2	19,35	20,33	19,98	21,54	21,29	21,99	23,13	22,88	21,253	27,124	1
	E26	5,27	7,38	5,28	5,55	7,73	4,49	5,83	5,75	4,72	6,71	5,871		
10	E27	7,04	7,63	5,9	6,16	5,69	4,66	5,31	6,39	8,2	5,98	6,296	25,734	1
	E28	14,12	17,96	16,51	15,36	8,98	14,29	15,21	10,69	16,47	17,86	14,745		
	E29	6,19	4,62	5,12	6,6	2,57	4,48	3,47	4,8	5,66	3,42	4,693		
11	E30	4,94	6,42	9,88	5,14	9,25	8,24	7,32	8,05	6,6	7,44	7,328	32,815	1
	E31	6,79	6,94	7,41	7,29	7,84	7,12	8,52	6,68	7,03	8,19	7,381		
	E32	7,46	9,64	9,51	7,66	7,2	7,21	7,33	9,12	8,5	7,17	8,08		
	E33	6,46	4,47	7,83	6,76	6,76	7,11	9,62	7,1	6,12	6,86	6,909		
	E34	2,19	3,8	3,14	2,94	3,4	3,21	2,89	2,77	3,45	3,38	3,117		
12	E35	9,48	8,69	9,57	8,63	7,67	8,44	7,62	7,32	5,89	9,15	8,246	29,721	1
	E36	2,4	3,95	3,92	2,4	1,89	3,91	2,12	3,83	3,98	3,2	3,16		
	E37	18,6	19,81	18,98	19,9	18,48	17,56	12,32	20,88	17,08	19,54	18,315		

Lampiran 1. Data Elemen kerja Perakitan (Lanjutan)

Operator	No Elemen Kerja	Waktu										Cycle Time	Total Cycle Time	Tenaga Kerja
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
13	E38	8,47	7,69	6,75	8,59	7,49	8,21	8,63	7,24	7,94	6,12	7,713	30,469	1
	E39	24,59	21,84	24,75	24,26	24,88	19,03	21,32	21,55	23,98	21,36	22,756		
14	E40	15,25	14,57	17,76	17,93	17,98	13,12	14,41	17,74	13,9	11,57	15,423	30,682	1
	E41	3,98	3,38	3,86	3,87	3,21	2,54	2,83	4,83	3,65	3,88	3,603		
	E42	12,48	10,6	11,31	12,59	9,24	11,05	11,73	12,77	10,96	13,83	11,656		
15	E43	23,91	21,76	23,03	23,51	23,25	21,88	21,05	20,08	21,92	20,88	22,127	31,027	1
	E44	9,66	9,68	9,58	7,51	9,06	8,66	7,4	8,45	9,24	9,76	8,9		
16	E45	14,61	14,54	13	10,85	12,3	11,44	11,61	12,29	11,85	12,11	12,46	28,572	1
	E46	6,82	4,59	10,67	6,5	5,22	6,83	7,71	3,67	6,13	3,79	6,193		
	E47	6,96	7,72	6,67	8,91	7,56	10,87	13,17	15,93	10,68	10,72	9,919		
17	E48	34,32	32,45	32,64	33,7	34,54	30,98	28,59	35,15	32,35	32,99	32,771	32,771	1
18	E49	25,98	17,83	22,55	24,91	21,98	24	22,55	22,92	23,49	25,14	23,135	30,885	1
	E50	8,58	9,9	9,23	4,98	9,37	8,65	5,57	6,73	8,54	5,95	7,75		
19	E51	19,21	21,25	19,05	18,55	19,3	20,29	19	20,42	23,07	19,21	19,935	23,393	1
	E52	2,4	3,32	2,92	3,45	2,71	3,94	3,5	4,3	4,03	4,01	3,458		
20	E53	8,36	9,18	8,78	9,28	7,98	9,25	7,24	7,29	7,23	9,67	8,426	33,494	1
	E54	3,22	2,71	4,42	6,45	4,25	4,37	3,19	4,28	5,64	5,29	4,382		
	E55	11,22	15,82	13,79	12,42	10,58	12,85	13,55	14,56	11,12	14,6	13,051		
	E56	8,18	10,09	3,92	7,21	8,02	5,2	8,25	9,61	7,33	8,54	7,635		
21	E57	6,64	3,29	3,3	2,3	3,79	3,23	4,94	4,38	6,04	4,9	4,281	25,365	1
	E58	5,9	6,49	6,14	7,97	9,24	5,14	5,28	4,96	7,53	4,83	6,348		
	E59	3	3,02	7,24	6,86	3,34	7,43	7,72	7,43	5,9	8,64	6,058		
	E60	5,9	8,08	2,45	2,4	2,32	7,05	5,97	7,06	5,25	5,86	5,234		
22	E61	3,52	2,99	3,65	2,64	3,25	3,33	4,48	3,87	3,5	3,21	3,444	28,25	1
	E62	5,34	6,61	5,71	4,31	5,27	4,7	4,78	4,34	4,8	4,19	5,005		
23	E63	11,7	8,02	14,76	11,88	12,08	11,71	11,2	13,06	10,26	10,37	11,504	22,668	1
	E64	11,76	14,02	12,31	9,4	14,89	9,21	11,86	10,87	11,63	11,46	11,741		
24L/24R	E65	9,5	12,13	10,25	10,45	11,48	12,37	10,25	12,17	11,7	11,14	11,144	34,632	2
	E66	10,76	11,48	12,29	9,11	10,69	13,92	12,87	12,73	10,23	11,16	11,524		
	E67	6,37	7,63	9,01	6,44	10,71	5,68	5,58	5,61	5,2	5,28	6,751		
	E68	2,24	7,31	3,23	4,57	1,96	4,83	4,63	3,6	3,63	4,55	4,055		
	E69	5,32	4,67	6,04	4,55	4,36	4,74	5	5,01	8,29	6,82	5,48		
	E70	10,46	10,79	9,29	10,17	7,76	14,81	11,96	11,55	11,11	13,03	11,093		
25L/25R	E71	6,12	5,65	4,79	4,47	6,06	3,54	5,26	3,97	3,85	3,37	4,708	26,877	2
	E72	2,04	2,55	2,06	3,59	2,52	2,54	2,83	2,59	2,41	2,32	2,545		
	E73	6,81	6,18	4,37	6,25	6,76	7,23	5,96	6,23	6,37	6,23	6,239		
	E74	5,85	5,93	6,83	5,2	4,42	4,34	4,67	5,88	6,06	6,56	5,574		
26	E75	11,11	11,85	9,92	10,54	10,56	8,03	8,25	10,61	9,32	11,47	10,166	32,701	1
	E76	5,82	5,96	3,69	4,36	3,42	4,74	5,13	5,54	5,87	4,45	4,898		
	E77	17,92	15,8	15,54	16,87	16,45	15,23	12,89	16,54	16,64	15,44	15,932		
27	E78	8,6	7,69	9,08	8,97	6,52	8,45	9,29	8,99	7,55	7,81	8,295	3,576	1
	E79	8,48	9,9	9,41	9,98	8,28	8,03	6,98	6,22	8,07	9,39	8,474		
	E80	3,21	2,64	3,8	2,23	4,11	4,23	3,56	4,74	3,12	4,12	3,576	3,576	1

Lampiran 2. Data Pengamatan Kondisi Perbaiki stasiun kerja 20 dan 24

Produk	Stasiun Kerja		Produk	Stasiun Kerja		Produk	Stasiun Kerja	
	20	24		20	24		20	24
1	32,13	34,29	6	34,87	31,19	11	33,84	32,15
2	32,46	36,3	7	34,61	36,27	12	34,48	36,14
3	34,53	35,76	8	34,11	34,93	13	34,49	35,29
4	32,33	36,45	9	33,45	35,54	14	32,36	33,69
5	32,52	35,69	10	34,38	34,36	15	31,86	31,41