

Penerapan Line Balancing Dengan Metode *Value Stream Mapping* (VSM) Dan *Moodie Young* Dalam Upaya Meminimalkan *Idle Time* Dan *Bottleneck* (Studi Kasus : PT. Elektronik Indonesia)

Rizal Nurhadi¹, Ade Suhara², Amallia³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Buana Perjuangan, Karawang, Indonesia

Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41362

Email: ti21.rizalnurhadi@mhs.ubpkarawang.ac.id, ade.suhara@ubpkarawang.ac.id, amallia@ubpkarawang.ac.id

ABSTRAK

PT. Elektronik Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang perakitan peralatan elektronik. Masalah yang timbul adalah mengenai *bottleneck* dan *idle time* akibat lintasan produksi yang tidak seimbang. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi lini dengan penerapan *line balancing* menggunakan metode (VSM) *value stream mapping* dan *moodie young*. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan 2 metode tersebut terdapat eliminasi elemen kerja ke 1 dan 26 pada analisa menggunakan (VSM) *value stream mapping* dikarenakan elemen kerja tersebut tidak mengandung nilai tambah (*no value added*) dan pada *moodie young* didapati penyusutan stasiun kerja dari 9 menjadi 7 stasiun kerja. Serta perolehan hasil perhitungan efisiensi lini sebesar 87%, *balance delay* 12,50%, *smoothes index* 16,40. Dari pembahasan didapati juga pengurangan waktu *idle time* dari 53,89 detik menjadi 36,9 detik tetapi nilai *bottleneck* naik dari 35,25 detik menjadi 43,1 detik.

Kata Kunci: *Line Balancing, Bottleneck, Idle Time, Value Stream Mapping, Moodie Young.*

ABSTRACT

PT. Elektronik Indonesia is a company engaged in the field of electronic equipment assembly. The problems that arise are bottlenecks and idle time due to unbalanced production lines. This study aims to improve line efficiency by implementing line balancing using the VSM value stream mapping and Modie Young methods. After calculations using these two methods, work elements 1 and 26 are eliminated in the analysis using (VSM) value stream mapping because these work elements do not contain added value (*no value added*). In Modie Young, there is a reduction in workstations from 9 to 7. The results of the line efficiency calculation were 87%, the balance delay was 12.50%, and the smooth index was 16.40. From the discussion, it was also found that idle time was reduced from 53.89 seconds to 36.9 seconds, but the bottleneck value increased from 35.25 seconds to 43.1 seconds.

Keywords: *Line Balancing, Bottleneck, Idle Time, Value Stream Mapping, Moodie Young.*

Pendahuluan

Agar suatu bisnis dapat berhasil sesuai dengan tujuan dan arah yang diinginkan, diperlukan strategi yang dipikirkan secara matang, yang pada akhirnya akan dapat membantu tercapainya target produksi. Persaingan dalam industri global semakin ketat dan berkembang pesat di era globalisasi atau perdagangan internasional saat ini karena banyaknya pesaing baru di setiap industri.[1][2]. kondisi ini menjadi suatu ancaman serius yang berakibat fatal bagi setiap pelaku usaha. Diperlukan strategi dan metode baru yang relevan agar pelaku usaha dapat bertahan dalam persaingan ini. Dalam suatu kegiatan bisnis, suatu produksi mempunyai tujuan dalam upaya atau kegiatan untuk menciptakan nilai tambah barang[3].

Banyak perusahaan berlomba-lomba untuk mewujudkan proses produksi yang efisien dan berkualitas tinggi. Untuk mencapai tujuan ini, penting untuk mengelola seluruh elemen produksi menggunakan sumber daya yang ada, yang kemudian diubah menjadi barang atau jasa[4]. Mengingat betapa krusialnya evaluasi dalam setiap aktivitas perusahaan, dibutuhkan sistem pengukuran yang akurat. Tujuannya adalah untuk memberikan data yang terpercaya tentang durasi dan efektivitas setiap tahapan dalam menghasilkan produk. Hal ini selaras dengan upaya mencapai efisiensi dan efektivitas produksi demi memaksimalkan keuntungan. Salah satu metode populer yang digunakan perusahaan untuk mengukur produktifitas adalah dengan *value stream mapping* (VM) dan *moodie young*. Teknik ini bertujuan untuk menentukan berapa lama seorang operator membutuhkan waktu untuk menuntaskan tugas tertentu dengan kecepatan normal dalam kondisi kerja terbaik saat itu.

Value stream mapping (VSM) adalah cara untuk menerapkan lean manufacturing di perusahaan. Tujuan VSM adalah menggambarkan aliran proses dan informasi, yang kemudian dianalisis untuk mengurangi pemborosan dalam proses tersebut.

VSM juga membantu perusahaan mengenali aktivitas yang tidak berguna[3][5][6]. Aktivitas tanpa nilai tambah pada suatu kegiatan produksi terbagi dua yaitu *non value added* dan *necessary non value added*. Proses VSM terdiri dari empat tahap: persiapan, pembuatan peta keadaan sekarang, pembuatan peta keadaan masa depan, dan rencana pengembangan. Sementara itu, pemborosan diartikan sebagai segala kegiatan yang tidak menambah nilai[7][8][9]. Pemborosan bukan hanya pada bahan yang terbuang, tetapi juga mencakup hal lain yang lebih luas, termasuk waktu, energi, dan lingkungan ruang kerja.

Penyelarasan lini, yang juga disebut sebagai penyeimbangan lintasan untuk mengatur peletakan setiap tugas dalam lini perakitan ke berbagai stasiun kerja[1][10]. Tujuan utamanya yaitu untuk mengoptimalkan jumlah stasiun kerja yang diperlukan sekaligus meminimalkan waktu menganggur di semua stasiun. Penyeimbangan lini dilakukan agar alur produksi berjalan mulus sehingga pemanfaatan fasilitas, sumber daya manusia, dan peralatan menjadi maksimal dengan menyeimbangkan waktu kerja di setiap stasiun[11][12]. Lintasan yang seimbang akan menghasilkan waktu penyelesaian optimal untuk setiap produk yang dibuat. Keseimbangan lintasan sangat berpengaruh dengan jalannya proses produksi secara keseluruhan. Hal inilah yang menentukan berapa lama total waktu proses produksi dan mempengaruhi tercapainya target sesuai waktu yang telah ditentukan.

Produksi itu sendiri bisa dipahami sebagai serangkaian kegiatan dan tahapan operasional yang saling berkaitan. Hal ini mencakup perancangan, pemilihan material, perencanaan, pemasaran, dan berbagai aspek lainnya[13][14]. Terdapat prosedur untuk menghitung waktu kerja dalam kegiatan produksi. Pengukuran waktu langsung dan pengukuran waktu tidak langsung adalah dua kategori dasar yang umumnya digunakan untuk memisahkan prosedur pengukuran waktu ini. Alur produksi adalah serangkaian aktivitas kerja yang dilakukan di suatu ruang dengan banyak mesin dan pekerja, di mana material dipindahkan secara terus-menerus dan proses dilakukan satu demi satu secara berurutan.

PT. Elektronik Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dalam praktikan parabol elektronik seperti, mesin cuci, LED TV, *air conditioner*, dan lemari ES. PT. Elektronik Indonesia memiliki permintaan yang tinggi karena permintaan pasar hal ini memaksa perusahaan untuk terus melakukan perbaikan pada lini produksinya agar bisa tetap memenuhi permintaan pasar. Pada studi kasus ini perusahaan ingin mengoptimalkan lini produksi pada bagian *auto insert* yang memiliki permasalahan mengenai *bottleneck* dan *idle time*. Lini produksi *auto insert* sendiri memiliki kapasitas produksi harian sebanyak 840 pcs yang dikerjakan sebanyak 13 orang. Berikut data pengamatan waktu *idle time* pada lini *auto insert* :

Tabel 1. Data Waktu Siklus dan *Idle Time*

NO	Stasiun kerja	Mesin/Alat	Waktu (detik)	Idle Time (detik)
1	Penambahan solder	Hand Solder	35,25	
2	Hot melt	Manual	17,98	12,02
3	Dipping	Manual	15,33	14,67
4	Touch-up	Manual	22,29	7,71
5	Visual check	Manual	22,29	7,71
6	ICT	Mesin ICT	33,59	
7	Eprom	Mesin Eprom	22,16	7,84
8	FCT	Mesin FCT	30,61	
9	Packing	Mesin scan	16,06	3,94
Total			215,28	53,89

Fenomena yang kerap terjadi pada lini produksi *auto insert* yaitu terjadinya *idle time* sebesar 53,89 detik dan *bottleneck* stasiun kerja terlama sebesar 35,25 detik bisa dilihat pada tabel 1 diatas. Setiap stasiun kerja di jalur produksi memiliki tingkat kecepatan produksi yang bervariasi sebagai akibat dari masalah ini, yang menyebabkan penumpukan material dan waktu tunggu antar stasiun kerja.

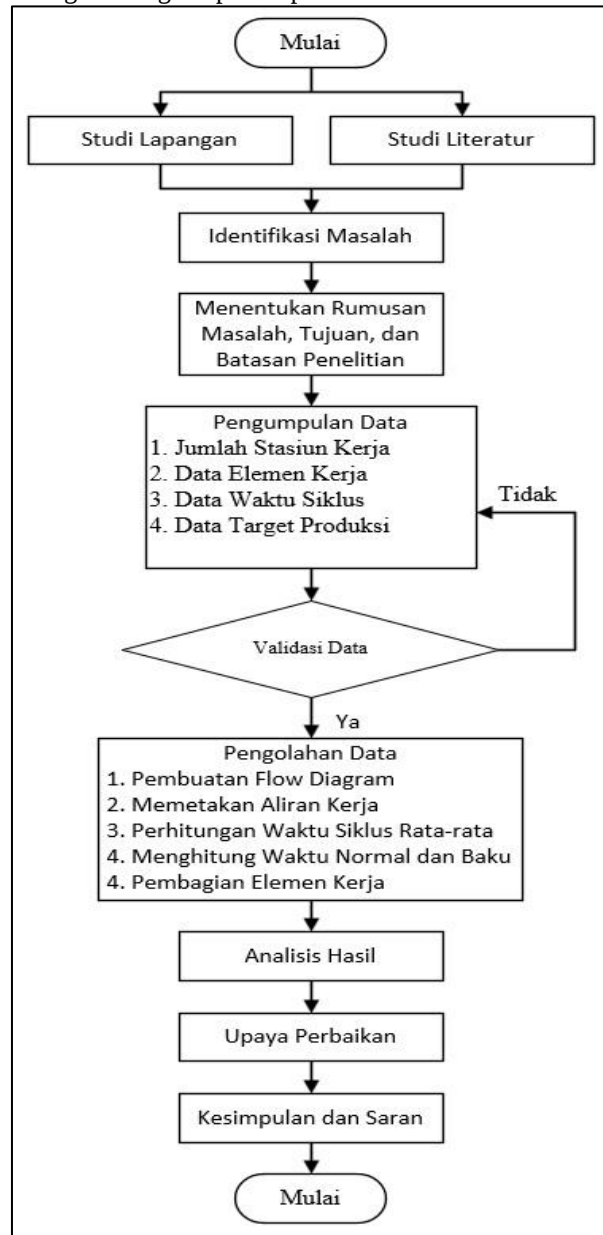
Melihat urgensi permasalahan ini, penerapan metode VSM dan moodie young perlu untuk dilakukan. Dengan menggunakan metode tersebut, perusahaan dapat mengidentifikasi sumber permasalahan yang terjadi akibat tidak seimbangnya lini produksi, menghitung total waktu siklus, dan menyusun strategi perbaikan yang tepat sasaran. Penggunaan metode ini juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi lini produksi dalam tercapainya target dan kualitas.

Metode Penelitian

Studi ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif yang secara sistematis mencatat dan menginterpretasikan fenomena atau kondisi menggunakan data numerik yang terukur[13]. Penelitian ini dilakukan pada PT. Elektronik Indonesia berlokasi di kawasan industri KIIC, Kabupaten Karawang pada bulan Februari 2025. Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder. Data primer didapati dengan melakukan pengamatan langsung pada proses produksi perakitan *power circuit board* (PCB) yang berupa data waktu proses produksi dan banyak

stasiun kerja. Informasi karyawan di area produksi perusahaan digunakan untuk mengumpulkan data sekunder. Informasi ini mencakup jumlah operator, hari, dan jam kerja, serta target kuantitas produksi.

Dalam penelitian penting dilakukannya penyusunan alur proses penelitian agar tercapainya hasil yang diinginkan. Penyusunan langkah-langkah harus berurutan hal ini bertujuan memudahkan dalam dilakukannya proses penelitian. Berikut adalah langkah-langkah proses penelitian :



Gambar 1. Alur Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

Pada studi kasus penelitian ini membutuhkan data berupa waktu proses perakitan *power circuit board*, data perpindahan material, data target produksi/*shift* serta capaian produksi/*shift*. Untuk waktu pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali menggunakan alat berupa *stopwacth*. Pengukuran dilakukan sebanyak sepuluh kali disetiap elemen kerja yang ada dikarekan keterbatasan waktu pengamatan. Data tersebut ditampilkan pada tabel pengamatan sebagai berikut :

Tabel 2. Data Waktu Siklus Elemen Kerja

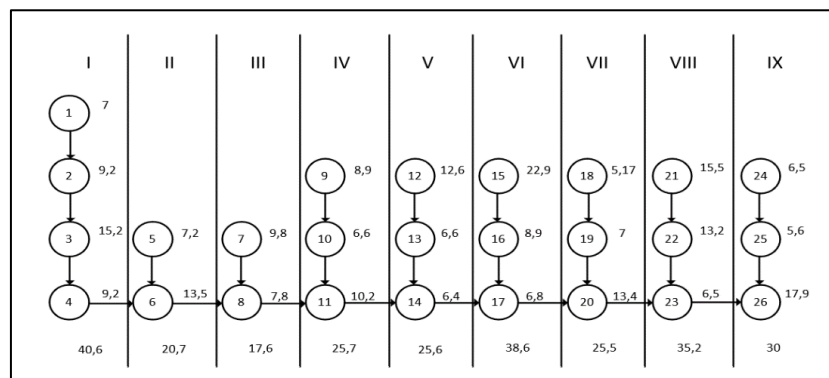
NO	Proses	Waktu (detik)										Rata-Rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Setting mesin solder	5.3	5.8	7.4	5.9	6	5.8	5.5	5.6	7.3	6	6.06
2	Pasang kabel grounding	8	9.6	7	6.8	9.6	8.9	7	8	7.4	7.6	7.99
3	Solder 5 titik	11.9	12	13.5	12.8	14	13.4	12.9	13.7	14.2	13.8	13.22
4	Solder bagian tipis	7	8.2	8.1	7.6	7.3	8	7.9	7.4	9	9.3	7.98
5	Ikat kabel grounding	5.5	6.8	5.9	6.4	6.6	6.7	5.8	6.2	6	6.5	6.24
6	Lem tembak	10.1	11	13	11.3	10.9	12	11.3	12.8	13	12	11.74
7	Cek komponen PCB	7.8	8.4	8	9.2	7.9	8.3	8.6	9	8.9	9.1	8.52
8	Potong kaki komponen	6.4	6	7	6.9	7.1	7.3	7	7.9	6.5	6	6.81
9	Cek hasil solder	7.3	7.8	8	7.9	7.6	7.8	8.1	7.6	7	8	7.71
10	pembersihan permukaan PCB	5.5	6	5	5.6	6.3	5	6	6.3	5.8	6	5.75
11	Ulas hasil solder yang kurang bagus	8	8	9	9.5	9.3	8.9	9.6	9	8	9	8.83
12	Cek visual seluruh body pcb	10	11	10.2	10.8	11	10	10.9	11	12	13	10.99
13	Tanda marking	5.4	6	5.9	6	5.3	5	6	5.8	6	6	5.74
14	Label barcode	5	6	5	6.1	5.9	5.6	6	5	5	6	5.56
15	Cek jalur PCB	15	17	20	18	17	22	20	21	25	24.3	19.93
16	Cek semua kabel yang terpasang	7	8	9	7.8	8.2	7.9	8	6.9	7	8	7.78
17	pemberian label tanda mark	6	5.4	5.8	6.1	5.5	5.1	7	5.9	6	6	5.88
18	menunggu proses ICT	5	4.5	5	5	3	4.8	3	4.1	6	4.2	4.46
19	Cek seri PCB	6.7	5.6	5.9	6	6.3	5.8	6	5.9	6.2	6.3	6.07
20	Progam IC	10.3	12	13	11	11.6	10.7	11	12.4	12.3	12	11.63
21	Cek fungsi komponen	12	15	14	13.4	12.3	12	15	14	14	13.5	13.52
22	Cek fungsi sistem	10.3	12	11	10.3	10.7	11	12	13	12.3	12	11.46
23	Tanda marking	5.5	6	5.3	5.4	5	6	5.6	5.4	6.1	6	5.63
24	Scan barcode	5	6	5.5	5.6	5.4	6	6.3	5.9	5.6	5	5.63
25	Packing	4.3	4	4.6	5	4.2	6	5.5	7	4.3	4	4.89
26	Penataan kardus	15.3	15.6	14.8	14.9	15.9	16	15.5	15.8	16.6	15	15.54

Dari data tabel diatas terdapat 26 elemen kerja yang ada pada lini produksi *auto insert* dan terbagi dalam 9 stasiun kerja. Dari hasil data pengamatan dilakukanlah pengujian kecukupan data dengan tingkat kepercayaan 95% dan tingkat ketelitian 5%, maka didapat hasil nilai $N' \leq N$ dan data dianggap cukup[1].

Pemetaan aliran proses

1. Pembuatan *Precedence diagram*

merupakan penggambaran dari suatu proses secara urut yang terdiri dari berbagai elemen kerja dalam sebuah aktivitas produksi pengerjaan suatu produk. Pada diagram prioritas, sebuah lingkaran mewakili setiap elemen. Panah yang menghubungkan lingkaran menunjukkan elemen mana yang berada dalam urutan keberapa. Dalam hal ini proses digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2. Precedence Diagram

2. Perhitungan waktu normal dan waktu baku

Waktu normal adalah jumlah waktu yang dibutuhkan karyawan untuk menyelesaikan suatu tugas pada tingkat pekerja rata-rata dalam kondisi normal. Waktu siklus dikalikan dengan faktor penilaian tingkat kerja untuk menentukan waktu normal. dalam penelitian ini menggunakan 110%. Dan rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} \times \text{Performa Rating} [2] \quad (1)$$

Setelah dilakukan perhitungan waktu normal maka langkah selanjutnya adalah perhitungan waktu baku yang merupakan waktu layak dengan kelonggaran yang dibutuhkan seorang pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya dengan menggunakan allowance sebesar 15%. Hasil rekapitulasi perhitungan waktu normal dan waktu baku ditampilkan dalam tabel 3. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Waktu baku} = \frac{\text{Waktu Normal}}{1 - \text{Allowance}} [2] \quad (2)$$

Tabel 3. Data Perhitungan Waktu Normal dan Waktu Baku

Stasiun Kerja	Elemen Kerja	Proses	Waktu Normal (detik)	Waktu Baku (detik)	Waktu Total (detik)
1	1	Setting mesin solder	6,7	7,8	45,6
	2	Pasang kabel grounding	8,8	10,3	
	3	Solder 5 titik	14,5	17,1	
	4	Solder bagian tipis	8,8	10,3	
2	5	Ikat kabel grounding	6,9	8,1	23,3
	6	Lem tembak	12,9	15,2	
3	7	Cek komponen PCB	9,4	11	19,8
	8	Potong kaki komponen	7,5	8,8	
4	9	Cek hasil solder	8,5	10	28,8
	10	pembersihan permukaan PCB	6,3	7,4	
	11	Ulas hasil solder yang kurang bagus	9,7	11,4	
5	12	Cek visual seluruh body pcb	12,1	14,2	28,8
	13	Tanda marking	6,3	7,4	
	14	Label barcode	6,1	7,2	
6	15	Cek jalur PCB	21,9	25,8	43,5
	16	Cek semua kabel yang terpasang	8,6	10,1	
	17	pemberian label tanda mark	6,5	7,6	
7	18	menunggu proses ICT	4,9	5,8	28,7
	19	Cek seri PCB	6,7	7,9	
	20	Progam IC	12,8	15,1	
8	21	Cek fungsi komponen	14,9	17,5	39,6
	22	Cek fungsi sistem	12,6	14,8	
	23	Tanda marking	6,2	7,3	
9	24	Scan barcode	6,2	7,3	33,7
	25	Packing	5,4	6,3	
	26	Penataan kardus	17,1	20,1	
Total				291,9	

Pembuatan value stream mapping (VSM)

Value stream mapping (VSM) sendiri termasuk kedalam alat kendali di toyota manufacturing system yang memiliki peran sebagai analisis nilai aliran kerja dari awal hingga akhir. Tujuannya adalah untuk memetakan aliran kerja agar mudah dalam dilakukannya evaluasi kerja[15][16][9].

1. Pembuatan Proses activity Mapping (PAM)

Dari data diatas maka dilakukanlah klasifikasi aktivitas dengan membuat *Procces activity mapping (PAM)* yang bertujuan untuk memetakan aktivitas yang terjadi pada lini *Auto insert*[17]. *Process Activity Mapping (PAM)* merupakan metode yang berguna untuk memetakan proporsi elemen kerja yang termasuk dalam kategori *Value Added (VA)*, *Non Value Added (NVA)*, dan *Necessary Value Added (NNVA)*[3][5][18]. Tujuannya adalah mengidentifikasi pemborosan (*waste*) yang terdapat di sepanjang proses produksi agar menjadi lebih efisien dan efektif.

Pembuatan kasifilkasi PAM sendiri dibagi menjadi 4 kategori yaitu oprerasi, inspeksi, transportasi, delay, dan storage. Berikut hasil klasifikasi ditunjukkan pada tabel 4, tabel 5, tabel 6, tabel 7 dan tabel 8 sebagai berikut :

Tabel 4. Klafisikasi Elemen Kerja Operasi

Elemen Kerja		Proses	Waktu proses (detik)	Jenis aktivitas	Kategori
2		Pasang kabel grounding	9,2	Operasi	VA
3		Solder 5 titik	15,2	Operasi	VA
4		Solder bagian tipis	9,2	Operasi	VA
5		Ikat kabel grounding	7,2	Operasi	VA
6		Lem tembak	13,5	Operasi	VA
8		Potong kaki komponen	7,8	Operasi	VA
10		pembersihan permukaan PCB	6,6	Operasi	VA
11		Ulas hasil solder yang kurang bagus	10,2	Operasi	VA
13		Tanda marking	6,6	Operasi	VA
14		Label barcode	6,4	Operasi	VA
16		Cek semua kabel yang terpasang	8,9	Operasi	VA
17		pemberian label tanda mark	6,8	Operasi	VA
20		Progam IC	13,4	Operasi	VA
23		Tanda marking	6,5	Operasi	VA
24		Scan barcode	6,5	Operasi	VA
25		Packing	5,6	Operasi	VA
Total			139,6		

Tabel 5. Klafisikasi Elemen Kerja Inspeksi

Elemen Kerja		Proses	Waktu proses (detik)	Jenis aktivitas	Kategori
7		Cek komponen PCB	9,8	Inspeksi	NNVA
9		Cek hasil solder	8,9	Inspeksi	NNVA
12		Cek visual seluruh body pcb	12,6	Inspeksi	NNVA
15		Cek jalur PCB	22,9	Inspeksi	NNVA
19		Cek seri PCB	7	Inspeksi	NNVA
21		Cek fungsi komponen	15,5	Inspeksi	NNVA
22		Cek fungsi sistem	13,2	Inspeksi	NNVA
Total			89,9		

Tabel 6. Klafisikasi Elemen Kerja Transportasi

No	Proses	Waktu proses (detik)	Jenis aktivitas	Kategori
1	Tambah Solder – Hot Melt	4	Transpotasi	NVA
2	Hot Melt – Dipping	4	Transpotasi	NVA
3	Dipping – Touch Up	4	Transpotasi	NVA
4	Touch Up – Visual Check	4	Transpotasi	NVA
5	Visual Check – ICT	4	Transpotasi	NVA
6	ICT – Eprom	4	Transpotasi	NVA
7	Eprom – FCT	4	Transpotasi	NVA
8	FCT - Packing	4	Transpotasi	NVA
Total		32		

Tabel 7. Klafisikasi Elemen Kerja Delay

Elemen Kerja		Proses	Waktu proses (detik)	Jenis aktivitas	Kategori
1		Setting mesin solder	7	Delay	NVA
18		menunggu proses ICT	5,1	Delay	NVA
Total			12,1		

Tabel 8. Klafisikasi Elemen Kerja Storage

Elemen Kerja	Proses	Waktu proses (detik)	Jenis aktivitas	Kategori
26	Penataan kardus	17,5	Storage	NNVA

2. Analisis Perbaikan dengan 5W1H

Pada hasil pemetaan *procces activity mapping* (PAM) didapati elemen kerja yang termasuk kategori *non value added* (NVA). Maka, diusulkanlah alat 5W1H untuk mencari tahu penyebab terjadinya elemen kerja yang termasuk kedalam kategori *non value added* (NVA) dan memberika solusi dari permasalahan yang ada secara tepat tanpa mempengaruhi jalannya produksi. Berikut hasil dari usulan perbaikan menggunakan 5W1H :

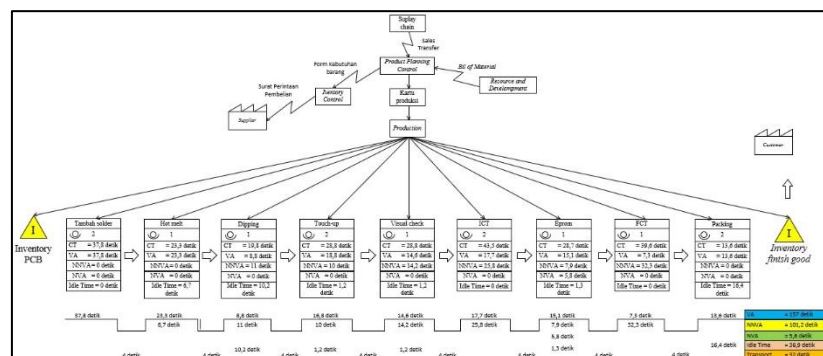
Tabel 9. Analisis Solusi 5W1H

NO	Kategori	5W1H	Keterangan
1	Inspeksi	<i>What</i> <i>Where</i> <i>When</i> <i>Who</i> <i>Why</i> <i>How</i>	Pengurangan elemen kerja pengecekan pada setiap proses Setiap proses stasiun kerja Di akhir proses elemen kerja Operator Mengurangi lead time produksi dan <i>bottleneck</i> Membebankan pengecekan pada satu stasiun saja
2	Storage	<i>What</i> <i>Where</i> <i>When</i> <i>Who</i> <i>Why</i> <i>How</i>	Pengadaan pallet Penataan kardus Proses penataan kadus Operator Memudahkan dalam penataan kardus
3	Delay	<i>What</i> <i>Where</i> <i>When</i> <i>Who</i> <i>Why</i> <i>How</i>	Menyiapkan pallet untuk menyusun box finish good Menghilangkan proses setting mesin solder Setting mesin solder Sebelum proses produksi Operator Menghilangkan delay time Membuat standar setting tetap mesin solder

Dari hasil 5W1H sendiri ternyata tidak semuanya bisa diterapkan kedalam perbaikan lini sebab pada elemen kerja inspeksi tidak bisa dikelompokkan kedalam satu stasiun kerja sebab harus ada pada setiap akhir stasiun. Hal tersebut dikarenakan untuk menghindari terjadinya kelolosan dalam pengecekan hasil akhir setiap stasiun kerja. Maka hanya pada kategori *storage* dan *delay* saja yang dapat dilakukan perbaikan. Sebab perbaikan pada bagian *storage* dan *delay* tidak akan mengganggu jalannya aliran produksi.

3. Future state value stream mapping (FSVSM)

Setelah berhasil menemukan solusi perbaikan yang sesuai dengan kondisi lapangan serta menerapkan pada lini produksi. Dari analisis 5W1H dilakukan eliminasi pada proses elemen kerja ke 1 dan 26 dikarenakan tidak mengandung nilai tambah. Eliminasi dilakukan dengan memberikan solusi yang ada tanpa mengurangi fungsi elemen kerja yang bersangkutan dengan begitu hasil eliminasi tidak akan mengganggu jalannya proses produksi yang ada. hasil dapat digambarkan dengan pemetaan *Future state value stream mapping* (FSVSM) atau biasa disebut dengan peta masa depan[19][20]. Sebagai berikut :



Gambar 3. Hasil Future Current Value Stream Mapping

Perhitungan *line balancing moodie young*

Upaya untuk mendistribusikan tugas kerja di antara komponen-komponen lini produksi dalam stasiun kerja dikenal sebagai penyeimbangan lini. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan jumlah stasiun kerja dan mengurangi waktu menganggur di setiap stasiun kerja[11][21]. Upaya untuk mendistribusikan tugas kerja di antara komponen-komponen lini produksi dalam stasiun kerja dikenal sebagai penyeimbangan lini. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan jumlah stasiun kerja dan mengurangi waktu menganggur di setiap stasiun kerja.

1. Moodie young fase 1 dan 2

Setelah dilakukan perbaikan dan eliminasi terhadap elemen kerja ke 1 dan 26 yang tidak mengandung nilai tambah yang digambarkan dengan FVSM maka dilanjutkan dengan penyeimbangan lini dengan metode *moodie young*. Sebelum dilakukan penyeimbangan lini maka perlu menghitung jumlah stasiun kerja minimum dengan memilih waktu siklus terbesar yaitu pada stasiun ke 6 dengan waktu 43,5 detik perhitungan sebagai berikut :

$$K_{min} = \frac{\text{waktu siklus}}{CT \text{ stasiun terbesar}} [22] \quad (3)$$

$$K_{min} = \frac{263,9}{43,5}$$

$$K_{min} = 6,1$$

Jadi hasil stasiun kerja minimum adalah 6,1 dan dilakukan pembulatan ke atas menjadi 7 stasiun kerja minimum. Pada fase 1 *moodie young* dilakukan penyusunan matrix (P) dan (F) yang merupakan matriks pendahulu dan matriks pengikut elemen kerja ke- i berdasarkan pada precedence diagram serta pengelompokan elemen kerja[21]. Serta dilanjutkan pada fase 2 untuk mendistribusikan waktu menganggur pada tiap- tiap stasiun kerja yang ada. Hasil dari fase 1 dan 2 berturut-turut ditampilkan dalam tabel sebagai berikut :

Tabel 10. Matriks P dan F

Elemen Kerja	Matriks P	Matriks F	Elemen Kerja	Matriks P	Matriks F
1		2	13	10,12	16
2	1	3	14		15
3	2	5	15	14	16
4		5	16	13,15	19
5	3,4	7	17		18
6		7	18	17	19
7	5,6	10	19	16,18	22
8		9	20		21
9	8	10	21	20	22
10	7,9	13	22	19,21	25
11		12	23		24
12	11	13	24	22,24	

Hasil dari penyusunan matriks P dan F pada setiap elemen kerja akan dikelompokkan menjadi stasiun kerja dengan minimum terbentuknya sebanyak 7 stasiun kerja dan dengan batas maksimal waktu perstasiun kerja tidak lebih dari stasiun terlalu yaitu 43,5 detik. Hasil pengelompokan elemen kerja ke dalam stasiun kerja ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 11. Hasil Pembentukan Stasiun Kerja

Stasiun kerja	Elemen kerja	Waktu baku (detik)	Waktu total (detik)	Stasiun kerja	Elemen kerja	Waktu baku (detik)	Waktu total (detik)
1	1	10,3	37,8	5	15	10,1	31,3
	2	17,1			16	7,6	
	3	10,3			17	5,8	
2	4	8,1	6		18	7,9	
	5	15,2		19	15,1		
	6	11		20	17,5		
	3	7	8,8	7	21	14,8	35,7
8		10	22		7,3		
9		7,4	23		7,3		
10		11,4	24		6,3		
11		14,2					

4	12	7,4	40,4
	13	7,2	
	14	25,8	

Hasil pengelompokan elemen kerja fase satu di setiap stasiun kerja dijelaskan pada tabel di atas. Sembilan stasiun kerja direduksi menjadi tujuh. Stasiun kerja V memiliki waktu siklus terpendek, yaitu 31,3 detik, sementara stasiun kerja II dan III memiliki waktu siklus terpanjang, yaitu 43,1 detik.

Pada fase dua bertujuan untuk mendistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata pada tiap-tiap stasiun hasil dari hasil fase satu[23]. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada fase dua ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi waktu stasiun kerja terbesar dan waktu stasiun kerja terkecil.
 $ST_{max} = 38,3$ pada stasiun ke II dan III
 $ST_{min} = 27,8$ pada stasiun ke V
2. Menentukan nilai tujuan (*GOAL*). Nilai *GOAL* adalah selisih dari nilai stasiun kerja maksimum dan stasiun kerja minimum dibagi 2. Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$GOAL = \frac{(ST)_{max} - (ST)_{min}}{2} \quad (4)$$

$$GOAL = \frac{43,1 - 31,3}{2}$$

$$GOAL = 5,9$$

Maka hasil *GOAL* yang didapat adalah sebesar 5,9. Nilai tersebut menjadi acuan untuk melakukan pemindahan elemen kerja dari stasiun terlama yang memiliki elemen waktu kerja lebih kecil dari nilai goal ke stasiun yang memiliki waktu siklus terkecil yaitu ke stasiun 5[24]. Tidak ada yang ditransfer ke stasiun kerja 5 dalam skenario ini. Akibatnya, prosedur penempatan elemen kerja terhenti, dan dalam hal ini, elemen kerja dari fase pertama tidak diubah pada fase kedua. Dengan demikian, stasiun kerja dengan metode Moodie-Young menjadi seimbang. Maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *line efisiensi*, *balance delay* dan *smoothes index* sebagai berikut :

2. Perhitungan *Line balancing moodie young*

Setelah dilakukan pemetaan sesuai kaidah metode *line balancing moodie young* maka langkah selanjutnya menghitung nilai *line efisiensi*, *balance delay*, dan *smoothes index* yang merupakan landasan nilai ukuran keseimbangan suatu lintasan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. *Efisiensi Line*

Adalah rasio waktu yang tersedia dengan waktu yang digunakan. Semua stasiun kerja pada lini produksi yang baik memiliki waktu yang mendekati waktu siklus yang ditetapkan, sebagaimana ditunjukkan oleh angka efisiensi lini yang tinggi.

$$Efisiensi\ Line = \frac{\sum ti}{(CT \times N)} \times 100\% \quad [25] \quad (5)$$

$$Efisiensi\ Line = \frac{(37,8 + 43,1 + 43,1 + 40,4 + 31,3 + 32,5 + 35,7)}{43,1 \times 7} \times 100\%$$

$$Efisiensi\ Line = \frac{263,9}{301,7} \times 100\%$$

$$Efisiensi\ Line = 87,50\%$$

2. *Balance delay*

Ini adalah proporsi waktu yang tersedia terhadap waktu menganggur di lini produksi. Dengan nilai penundaan penyeimbangan mendekati nol, lini manufaktur yang baik hampir tidak memiliki waktu menganggur di stasiun kerja mana pun.

$$Balance\ Delay = \frac{(N \times CT) - \sum ti}{(N \times CT)} \times 100\% \quad [25] \quad (6)$$

$$Balance\ Delay = \frac{(7 \times 43,1) - 263,9}{(7 \times 43,1)} \times 100\%$$

$$Balance\ Delay = \frac{37,8}{301,7}$$

$$Balance\ Delay = 12,50\%$$

3. *Smoothes index*

Metrik yang mengukur seberapa lancar keseimbangan suatu lini produksi tertentu. Lini produksi yang memiliki nilai indeks kelancaran yang lebih rendah mendekati keseimbangan yang sempurna.

$$SI = \sqrt{\sum_{i=1}^N ((ST)_{max} - (ST)_i)^2} [25]$$

$$SI = \sqrt{(5,3)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (2,7)^2 + (11,8)^2 + (10,6)^2 + (7,4)^2}$$

$$SI = \sqrt{28,4 + 0 + 0 + 7,2 + 139,1 + 111,4 + 54,3}$$

$$SI = \sqrt{340,4}$$

$$SI = 18,45$$
(7)

Setelah didapati hasil perhitungan menggunakan metode *Moodie Young*, maka berikut hasil perbandingan antara kondisi awal dan akhir setelah dilakukan penyeimbangan lini produksi ditunjukkan pada tabel 12 sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil Perbandingan Sebelum dan Sesudah Line Balancing

	Kondisi Awal	Kondisi Akhir
<i>Line efisiensi</i>	71%	87,50 %
<i>Balance delay</i>	28,99%	12,50%
<i>Smoothes index</i>	41,78	16,40
<i>Bottleneck (detik)</i>	35,25	43,1
<i>Idle time (detik)</i>	53,89	36,9

Simpulan

Pada proses produksi perakitan *power circuit board* (PCB) terdapat beberapa elemen kerja yang tidak memiliki nilai tambah. Hal tersebut dapat mengurangi efisiensi lintasan dan berdampak pada waktu siklus produksi. Dari hasil penelitian diatas maka dilakukanlah eliminasi elemen kerja ke 1 dan 26 pada analisa menggunakan *value stream mapping* (VSM) dikarenakan tidak mengandung nilai tambah *not value added* (NVA). Dan dari hasil VSM yang digambarkan dengan peta FVSM untuk menampilkan hasil eliminasi dan perbandingan pemetaan aliran kerja.

Setelah dilakukan pemetaan dengan peta masa depan FVSM maka diteruskan untuk dilakukan penyeimbangan lini menggunakan metode *moodie young* dari hasil penyeimbangan lini ini didapati penyusutan stasiun kerja dari 9 menjadi 7 stasiun kerja dengan mengalokasikan elemen kerja sesuai proporsinya tanpa melebihi batas waktu siklus terlama pada stasiun kerja baru yang terbentuk. Perolehan hasil pengalokasian stasiun kerja yang baru akan dilakukan perhitungan nilai keseimbangan lini dan didaati nilai efisiensi lini sebesar 87%, *balance delay* 12,50%, *smoothes index* 16,40 yang mana lebih baik dari pada kondisi awal. Serta nilai *bottleneck* sebesar 43,1 detik dan *idle time* 36,9 detik

Daftar Pustaka

- [1] M. Ahyar, E. Kotto, And U. N. Harahap, "Usulan Perbaikan Lintasan Produksi Dengan Menggunakan Metode Theory Of Constraint Dan Metode Moddie Young," *J. Vor.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 59–70, 2021, Doi: 10.54123/Vorteks.V2i1.36.
- [2] M. Masniar, U. R. Marasabessy, E. Astrides, Asih Ahistasari, M. A. Nur Wahyudien, And M. M. Rachmadhani, "Analysis Of Work Measurement Using The Stopwatch Time Study Method At Ptea," *J. Ind. Syst. Eng. Manag.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 23–31, 2023, Doi: 10.56882/Jisem.V2i1.14.
- [3] R. Aspandra And T. N. Wiyatno, "Peningkatan Produktivitas Dengan Digitalisasi Sensor Thickness Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) Di Pt . Xyz," Vol. 5, Pp. 4177–4194, 2025.
- [4] D. P. Setyawan, F. Pulansari, And K. R. Hayati, "Analisa Line Balancing Menggunakan Metode Moodie Young Dan Ranked Positional Weight Di Cv. Xyz," *Juminten*, Vol. 2, No. 1, Pp. 84–95, 2021, Doi: 10.33005/Juminten.V2i1.140.
- [5] N. Baldah, H. Amaruddin, And Sutaryo, "Universitas Pelita Bangsa," *Jurnalmanajemen*, Vol. 7, No. 9, Pp. 136–144, 2021, [Online]. Available: [Http://Www.Maker.Ac.Id/Index.Php/Maker](http://Www.Maker.Ac.Id/Index.Php/Maker)
- [6] M. Soleh, A. Kurniawan, W. Warso, And H. Khamdani, "Analisis Value Stream Mapping (Vsm) Untuk Mengeliminasi Pemborosan Pada Produksi Plywood," *Proc. Ser. Phys. Form. Sci.*, Vol. 6, Pp. 81–90, 2023, Doi: 10.30595/Pspfs.V6i.856.
- [7] M. Fathan Fadilah And R. Wibero, "Rancangan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Pemborosan Pada Proses Pembuatan Sepatu Dengan Pendekatan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Dan Root

- Cause Analysis (Rca) Di Home Industry Sepatu,” *J. Greenation Ilmu Tek.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 16–25, 2025, Doi: 10.38035/Jgit.V2i1.230.
- [8] G. Fransisco Valentino Katuuk, I. Andrianti, T. Industri, S. Tinggi Teknologi Migas, And T. Instrumentasi Dan Elektronika Migas, “Analisis Pemborosan Pada Sistem Penerimaan Sparepart & Nonsparepart Menggunakan Metode Value Stream Map Bagian Receiving Pt X,” *Ekoma J. Ekon.*, Vol. 3, No. 5, Pp. 2874–2884, 2024.
- [9] A. N. Rasyid, I. A. Hendaryanto, W. Setiawan, And A. Winarno, “Analisis Re-Layout Line Machining Oil Separator Dengan Metode Value Stream Mapping Dalam Meningkatkan Efisiensi Produktivitas Di Pt. Astra Otoparts Divisi Nusametal 1),” *J. Engine Energi, Manufaktur, Dan Mater.*, Vol. 8, No. 2, Pp. 96–105, 2024.
- [10] I. K. Sriwana, A. Jatikusumo, N. Erni, A. Suwandi, And T. Rachman, “Usulan Perbaikan Keseimbangan Lini Di Pt. Xyz Menggunakan Moodie-Young Dan Ranked Positional Weight Untuk Meningkatkan Efisiensi Lini Produksi,” *Metris* 22, Vol. 22, Pp. 82–91, 2021.
- [11] E. Erwinsyah, “Pendekatan Line Balancing Dalam Pembuatan Ragum Menggunakan Metode Helgeson-Birnie Dan Moodie-Young,” *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, Vol. 3, No. 2, Pp. 210–217, 2020, Doi: 10.32734/Ee.V3i2.995.
- [12] M. K. R. Khafid, “Analisis Pengukuran Line Balancing Pada Perancangan Produk Cermin Menggunakan Metode Ranked Position Weight Dan Moodie Young,” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, Vol. 14, No. 2, Pp. 254–260, 2024, Doi: 10.36040/Industri.V14i2.11505.
- [13] S. Sukardi, A. Prasetyo, And A. Nugroho, “Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time And Motion Study Pada Industri Makanan Ringan,” *J. Tek. Ind.*, Vol. 21, No. 1, Pp. 45–52, 2020.
- [14] I. Suryaningrat, B. Purnomo, And Fatimah, “Penerapan Value Stream Mapping Untuk Peningkatan Produktivitas Produksi Okra Beku Di Pt. Mdt,” *J. Argointek*, Vol. 16, No. 4, Pp. 599–610, 2022, Doi: 10.21107/Agrointek.V16i4.12110.
- [15] N. Nelfiyanti, D. Saputra, And R. A. M. Puteri, “Penerapan Value Stream Mapping Tools Dalam Meminimasi Pemborosan Proses Packing Part Disc Di Line Servis,” *Jisi J. Integr. Sist. Ind.*, Vol. 10, No. 1, P. 9, 2023, Doi: 10.24853/Jisi.10.1.9-18.
- [16] N. Noviyana, M. H. Abdullah, A. J. Suwondo, And O. A. W. Riyanto, “Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Untuk Meningkatkan Produktifitas (Studi Kasus: Pt. Xyz),” *J. Syst. Eng. Technol. Innov.*, Vol. 3, No. 01, Pp. 215–230, 2024, Doi: 10.38156/Jisti.V3i01.74.
- [17] N. N. Suwandi And K. Suhada, “Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping Untuk Mengurangi Cycle Time Pada Bagian Perakitan Spring Mattress Di Pt X,” *J. Integr. Syst.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 111–133, 2025, Doi: 10.28932/Jis.V7i2.8694.
- [18] K. Mahmad Khairai And S. N. A. Khalil, “Line Balancing Study Using Value Stream Mapping Tool On Lean Manufacturing: A Case Study In An Electronic Industry,” *Qomaruna*, Vol. 01, No. 02, Pp. 55–65, 2024, Doi: 10.62048/Qjms.V1i2.39.
- [19] K. Khamaludin And B. C. Maulidani, “Evaluasi Waste Pada Proses Spot Welding Melalui Pendekatan Value Stream Mapping,” *Ind. Xplore*, Vol. 10, No. 1, Pp. 522–530, 2025, Doi: 10.36805/Teknikindustri.V10i1.10019.
- [20] I. Komariah, “Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengidentifikasi Pemborosan (Waste) Pada Produksi Wajan Menggunakan Value Stream Mapping (Vsm) Pada Perusahaan Primajaya Alumunium Industri Di Ciamis,” *J. Media Teknol.*, Vol. 8, No. 2, Pp. 109–118, 2022, Doi: 10.25157/Jmt.V8i2.2668.
- [21] Y. D. Polewangi, S. Sutrisno, And A. R. Fitri, “The Analysis Of Production Line Balance Using The Moodie Young Method At X Inc.,” *Int. J. Res. Rev.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 909–915, 2023, Doi: 10.52403/Ijrr.202302108.
- [22] C. Katunggun, M. Zakaria, S. Syarifuddin, And M. Fadilla, “Analisis Efisiensi Produksi Tahu Dengan Metode Line Balancing Pada Pabrik Tahu & Tempe Okta Gelelungi Kabupaten Aceh Tengah,” *Ind. Eng. J.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 1–7, 2024.
- [23] A. Wijanarko, P. Studi, T. Industri, F. Teknik, And U. Sarjanawiyata, “Analisis Line Balancing Produksi Sarung Tangan Western Di Cv Istana Gloves Yogyakarta Waktu Siklus (Detik),” Pp. 223–234, 2023.
- [24] M. Yetrina, M. Fitri, Susriyati, And S. Laurenza, “Optimalisasi Line Balancing Menggunakan Metode Ranked Positional Weight, Moodie Young, Dan J-Wagon,” *J. Teknol.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 74–80, 2023, Doi: 10.35134/Jitekin.V13i2.103.
- [25] D. T. Prasetyo, S. Sutrisno, And N. Siregar, “Penggunaan Metode Moodie Young Pada Keseimbangan Lintasan Produksi Bola Lampu,” *J. Ilm. Tek. Mesin Ind.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 61–70, 2023, Doi: 10.31289/Jitmi.V2i1.2016.