

Penerapan Line Balancing Untuk Mengurangi Waste Pada Proses Produksi Meja Menggunakan Metode RPW dan VSM pada Industri Furnitur

Fitriani Surayya Lubis*¹, Nadya Syalsabila², Suherman³, Misra Hartati⁴,
Muhammad Isnaini Hadiyul Umam⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim

Email: ¹fitriani.surayya.l@uin-suska.ac.id, ²12050220338@students.uin-suska.ac.id

Abstrak

CV. Pelita adalah salah satu manufaktur industri yang bergerak dalam bidang furnitur. Berdasarkan hasil observasi, CV. Pelita mengalami ketidakseimbangan lintasan produksi pada stasiun kerja pengetaman hingga perakitan dalam produksi meja kerja. Penelitian ini bertujuan menyeimbangkan lintasan *workstation* dan memberikan solusi perbaikan. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, lalu diolah menggunakan metode *Ranked Positional Weight* (RPW) dan *Value Stream Mapping* (VSM). Berdasarkan *current* VSM, ditemukan dua jenis waste yaitu transportasi dan motion. Sedangkan hasil perhitungan RPW menunjukkan efisiensi lintasan awal sebesar 40,7% yang menunjukkan efisiensi rendah. Usulan perbaikan meliputi penggabungan elemen kerja serupa untuk meminimalkan waktu proses, pembuatan daftar bahan dan alat (*checksheet*) yang akan digunakan, serta edukasi dan penerapan metode optimalisasi produksi. Penelitian ini diharapkan dapat mengefisienkan proses produksi meja kerja di CV. Pelita.

Kata kunci: RPW, VSM, Waste

Abstract

CV. Pelita is a manufacturing company in the furniture industry. Based on observations, CV. Pelita experiences an imbalance in the production line from the planing to the assembly workstations in the production of work desks. This study aims to balance the workstation line and provide improvement solutions. Data were collected through observation, interviews, and documentation, then processed using the *Ranked Positional Weight* (RPW) and *Value Stream Mapping* (VSM) methods. Based on the *current* VSM, two types of waste were identified: transportation and motion. The RPW calculation results showed an initial line efficiency of 40.7%, indicating low efficiency. Improvement suggestions include combining similar work elements to minimize process time, creating a checklist of materials and tools to be used, and providing education and implementing methods to optimize the production process. This study is expected to increase the efficiency of the work desk production process at CV. Pelita.

Keywords: RPW, VSM, Waste

1. Pendahuluan

Efisiensi dan produktivitas produksi dapat menjadi nilai tambah bagi perusahaan dan konsumen sehingga dapat meningkatkan daya saing. Peningkatan tersebut dapat diperoleh dengan cara memperbaiki proses produksi yang masih terhambat dengan cara menyeimbangkan lintasan, menambah tenaga kerja atau menambah mesin-mesin yang sudah tersedia. Keseimbangan lintasan merupakan hal yang penting untuk dapat menjamin kegiatan produksi pada suatu proses manufaktur agar dapat berjalan dengan baik [1].

CV. Pelita merupakan salah satu perusahaan industri yang bergerak dalam bidang memproduksi barang furnitur. Toko ini telah merancang produk dasar yang akan dijual. Namun, mereka memberikan peluang bagi pelanggan untuk melakukan kustomisasi sesuai dengan preferensi mereka jika masih memungkinkan dalam kapasitas produksi. Selain memenuhi pesanan khusus dari pelanggan, CV. Pelita juga secara teratur menghasilkan produk yang nantinya akan didistribusikan ke distributor. Alur proses produksi meja kerja pada CV. Pelita terdiri atas 5 stasiun kerja yaitu pemotongan, pengetaman, perakitan, *finishing*, dan pengecatan dengan 1 operator pada setiap stasionya. Pada proses produksi meja mengalami ketidakseimbangan lintasan pada stasiun kerja pengetaman menuju stasiun kerja perakitan. Akibatnya, terjadinya

penumpukan kayu yang sudah diketam atau yang dikenal dengan istilah *bottleneck* pada stasiun perakitan. Selain itu, terdapat beberapa jenis pemborosan juga terjadi sehingga menyebabkan proses pembuatan meja kerja melebihi dari waktu seharusnya.

Pendekatan *line balancing* merupakan cara untuk menyeimbangkan alur produksi agar berjalan dengan efektif dan efisien. Metode yang sering digunakan untuk mempermudah proses implementasi *line balancing* dalam menyeimbangkan lintasan adalah Metode *Ranked Position Weight* (RPW) yang mana untuk menentukan bobot posisi pada setiap elemen pekerjaannya dari suatu operasi dengan memperhatikan *precedence diagram*. Selain itu, pendekatan *lean manufacture* juga merupakan konsep yang banyak diterapkan oleh berbagai bidang industri manufaktur. Konsep *lean manufacturing* bertujuan untuk mengurangi total *lead time* serta meningkatkan *output* dengan cara menghilangkan segala bentuk pemborosan (*waste*) yang ada. *Value Stream Mapping* (VSM) adalah suatu konsep dari *lean manufacturing* yang menunjukkan suatu gambar dari seluruh kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh sebuah perusahaan.

Pada penelitian [2] menjelaskan bahwa, penelitian dilakukan untuk melakukan analisis *cycle time* pada proses perakitan senjata dan mengeksplorasi metode untuk memenuhi tujuan meningkatkan kapasitas produksi dari 200 menjadi 300 unit per hari, studi waktu siklus dari proses perakitan senjata dan penyelidikan tentang cara untuk meningkatkan efisiensinya telah dilakukan. Untuk mengeksplorasi metodologi yang berbeda, analisis komparatif dari beberapa metode *lean manufacturing* dan penyeimbangan lini perakitan dilakukan. Akademisi sebelumnya telah menggabungkan prinsip keseimbangan lini dan *lean manufacturing*. Dengan melakukan analisis *line balancing*, kedua pendekatan digabungkan, dan hasilnya kemudian dimasukkan ke dalam *future value stream mapping* metode VSM. *Future Value Stream Mapping* dapat dibuat dengan bantuan ide penyempurnaan yang dapat ditawarkan oleh *line balancing*.

Dengan adanya penelitian dan evaluasi pada proses produksi meja pada CV. Pelita menggunakan pendekatan *line balancing* metode *Ranked Position Weight* dan *Value Stream Mapping* diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan yang ada dan mengetahui apa saja penyebab adanya *bottleneck* pada proses produksi meja.

2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan fokus dan kejelasan dalam suatu penelitian. Adapun *flowchart* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan pada tahapan awal dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi. Dalam hal ini studi pendahuluan berupa aktivitas atau kegiatan persiapan penelitian dengan tujuan menentukan atau menetapkan objek dan subjek maupun konsep produk yang sesuai dengan tema penelitian dan masalah yang akan di ambil kemudian dikembangkan.

2.2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari dan menenumukan referensi atau sumber yang relevan atas permasalahan yang ditemukan dalam penelitian.

2.3. Identifikasi Masalah

Tujuan identifikasi masalah adalah untuk memfokuskan peneliti terhadap permasalahan yang ditemukan. Pada penelitian ini, peneliti menemukan terjadinya ketidakseimbangan lintasan proses produksi sehingga peneliti mencari solusi untuk permasalahan yang dihadapi.

2.4. Tujuan Penelitian

Tujuan disusun berdasarkan fokus yang diperlukan untuk menemukan titik capaian yang tepat. Pada penelitian ini, terdapat tujuan seperti menyeimbangkan lintasan stasiun kerja pada proses produksi furnitur meja berdasarkan aktivitas operasi dan waktu operasi dan memberikan usulan rancangan perbaikan terhadap terjadinya ketidakseimbangan lintasan produksi yang tergambar pada *future VSM*.

2.5. Pengumpulan Data

Pendekatan pengumpulan data ini dilakukan agar penelitian berjalan dengan sistematis dan didasarkan pada informasi yang akurat, untuk pencapaian tujuan penelitian. Pada tahap ini

data primer dan data sekunder dikumpulkan. Data primer berupa informasi waktu proses operasi, jumlah operator. Sedangkan data sekunder berupa informasi data produksi pada studi kasus.

2.6. Pengolahan Data

1. Process Activity Mapping (PAM)

Process Activity Mapping (PAM) menggambarkan informasi waktu yang dibutuhkan setiap proses secara mendetail dengan menggolongkan aktivitas ke dalam kategori aktivitas *value added time* (VA), *non-value added time* (NVA), dan *necessary non-value added time* (NNVA). Selain itu, setiap proses juga digolongkan ke dalam lima jenis yaitu *operation*, *transportation*, *delay*, *inspection*, dan *storage*.

2. Current Value Stream Mapping (CVSM)

Pemetaan awal dengan menggunakan *Current Value Stream Mapping* (VSM) dilakukan untuk pandangan fundamental dari proses saat ini, yang mewakili semua entitas dan kegiatan dalam rantai nilai dan berfungsi sebagai alat pengukuran untuk semua proses produksi [3]. Hasil dari pemetaan ini akan menjadi pedoman untuk mengidentifikasi potensi pemborosan yang mungkin terjadi di setiap aktivitas atau proses yang terlibat.

3. Ranked Positional Weight (RPW)

Metode ini memanfaatkan perhitungan berdasarkan waktu pemrosesan setiap operasi dalam lintasan produksi. Dalam proses ini, operasi-operasi dikelompokkan ke dalam *workstation* berdasarkan peringkat bobot posisinya, dimulai dari yang memiliki bobot terbesar. Proses pengelompokan ini juga mempertimbangkan batasan waktu siklus. Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk menentukan jumlah minimum *workstation* yang diperlukan. Kemudian, bobot untuk setiap operasi dalam lintasan produksi dihitung. Urutkan dari bobot paling besar ke terkecil, lalu hitung efisiensi lintasan, *balance delay*. Langkah-langkah metode *Ranked Positional Weight* dengan perhitungan manual adalah sebagai berikut [4]:

- a. Membuat *precedence diagram*.
- b. Menghitung bobot posisi elemen kerja.
- c. Mengurutkan elemen kerja berdasarkan bobot
- d. Menghitung jumlah stasiun kerja minimum

$$\frac{\text{Jumlah waktu semua elemen kerja}}{\text{WS}} \quad (1)$$

- e. Menghitung nilai *line efficiency*

$$\frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \quad (2)$$

- f. Menghitung *Balance Delay*

$$\frac{n \cdot C - \sum t_i}{(n \cdot t_i)} \times 100\% \quad (3)$$

- g. Menghitung *Smoothest Index* (SI)

$$\sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{\text{maks}} - ST_i)^2} \quad (4)$$

4. Usulan Perbaikan Terhadap Permasalahan

Usulan perbaikan terhadap permasalahan akan diberikan berdasarkan faktor atau penyebab terjadinya ketidakseimbangannya lintasan produksi meja.

5. Future Value Stream Mapping

Future value stream mapping dibuat berdasarkan hasil prediksi setelah dilakukannya penerapan atau implementasi dari usulan perbaikan. *Future value stream mapping* berguna dalam mengetahui perubahan dari eliminasi *waste* yang dilakukan pada proses produksi meja di CV. Pelita.

2.7. Analisa

Pada bagian ini dilakukan kegiatan analisis terhadap hasil pengolahan data. Hasil yang didapatkan diharapkan bisa menjadi bahan evaluasi dan analisis perbaikan dalam proses tahap selanjutnya.

3. Hasil dan Analisa

3.1. Process Activity Mapping

Process activity mapping digunakan untuk merinci setiap langkah dalam produksi secara rinci, dengan tujuan untuk mengidentifikasi area-area yang dapat dioptimalkan dan merampingkan proses produksi. Setiap proses dikategorikan ke dalam jenis aktivitasnya yaitu *Operation* (O), *Transportation* (T), *Inspection* (I), *Delay* (D), dan *Storage* (S) [5]. Tabel 1 merupakan *process activity mapping* (PAM) pada penelitian ini.

1. Stasiun Pemotongan

Tabel 1. Process Activity Mapping Stasiun Pemotongan

Nama Proses	Kode	Aktivitas					Waktu Proses (detik)	VA/NVA/NNVA
		O	T	I	D	S		
Mengambil bahan baku	A1		T				451,4	NNVA
Mengambil spidol	A2		T				186,8	NVA
Setup mesin potong	A3				D		213,4	NNVA
Pengukuran bahan baku	A4	O					375,6	VA
Meletakkan spidol	A5		T				192,2	NVA
Meletakkan kayu broti ke mesin gergaji potong	A6		T				123,4	NNVA
P'emotongan kayu broti	A7	O					849	VA
Memeriksa ukuran	A8			I			160,6	VA
Memindahkan kayu broti	A9		T				463,8	NVA
Meletakkan kayu papan ke mesin gergaji potong	A10		T				92,4	NNVA
Pemotongan kayu papan	A11	O					698,8	VA
Memeriksa ukuran	A13			I			137,8	VA
Memindahkan kayu papan	A14		T				417,6	NVA
Meletakkan triplek jati ke mesin gergaji potong	A15		T				92	NNVA
Pemotongan triplek jati	A16	O					649,2	VA
Memeriksa ukuran	A17			I			138,8	VA
Memindahkan triplek jati	A18		T				341,2	NVA
Meletakkan lis profil ke mesin gergaji potong	A19		T				89,4	NNVA
Pemotongan lis profil	A20	O					594,2	VA
Memeriksa ukuran	A21			I			123,8	VA
Memindahkan lis profil	A22		T				385,6	NNVA
TOTAL							6.777	

Berdasarkan hasil *process activity* (PAM) yang diolah, maka diperoleh hasil perhitungan waktu siklus meja kerja. Dalam PAM terdapat 26 aktivitas *operation* dengan waktu 21.747,3 detik dan persentase 56,46%. Aktivitas *transport* sebanyak 19 dengan waktu 6.693,4 detik dan persentase 17,38%. Aktivitas *inspection* sebanyak 8 dengan waktu 2.848,8 detik dan persentase 7,40%. Aktivitas *delay* dengan waktu 7.230 detik dan persentase 18,77%. Untuk aktivitas *storage* tidak ada sehingga persentasenya 0%.

3.2. Value Added, Non- Value Added, dan Necessary Non-Value Added

Tabel 2 memaparkan nilai dari masing-masing kegiatan berdasarkan kategori VA, NVA, dan NNVA yang dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 2. VA, NVA, NNVA

VA	NVA	NNVA
27.265,3	2.215,7	9.038,5
70,78%	5,75%	23,46%

Nilai efisiensi dari tiap proses atau *Process Cycle Efficiency* (PCE) diperoleh dengan membagi nilai tiap kategori dibagi *lead time* lalu dikali 100%, untuk lebih jelasnya dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 1. \quad \% \text{ Value Added Time (VA)} &= \frac{27.265,3}{38.519,5} \times 100\% \\
 &= 70,78\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diketahui bahwa masih terdapat beberapa kegiatan yang masuk ke dalam kategori NNVA dan NVA. Apabila waktu tersebut dapat diminimalkan atau bahkan dapat dihilangkan maka akan menambah nilai pada proses produksi meja kerja pada CV. Pelita.

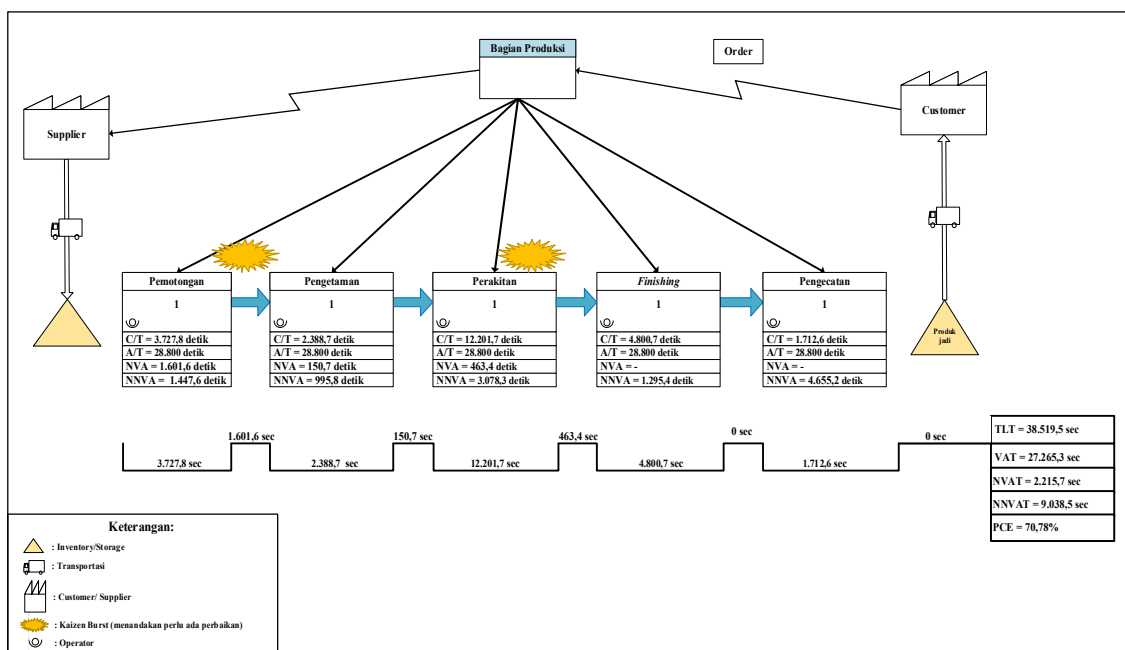
3.2. Current Value Stream Mapping (CVSM)

Current State Map adalah gambaran awal dari material dan informasi mengalir dalam proses produksi. Proses pembuatan *Current State Map* dimulai dengan memetakan aliran informasi dari pelanggan dalam bentuk pesanan atau orderan kepada perusahaan, kemudian mencakup pemesanan bahan baku dari perusahaan kepada pemasok, serta pengiriman bahan baku hingga informasi pengiriman produk jadi kepada pelanggan [5].

Tiga jenis kegiatan yang berbeda akan terjadi di perusahaan selama proses produksi, yang akan membantu Anda lebih memahami tujuh kategori *waste* yang berbeda. Berikut tiga tipe aktivitas [6] :

1. *Value adding activity (VA)*, adalah semua kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan untuk menghasilkan barang atau layanan yang dapat menciptakan nilai tambah.
2. *Non value adding activity (NVA)*, adalah setiap jenis tindakan yang tidak meningkatkan nilai tambah barang atau produk yang diproses untuk pelanggan. Karena kegiatan ini adalah *waste* yang perlu dihentikan sekarang, itu dapat diperluas kembali atau diakhiri.
3. *Necessary but non-value adding activity (NNVA)*, adalah jenis operasi perusahaan yang memproses bahan atau produk yang harus dilakukan tetapi tidak memberikan nilai. Meskipun tidak mungkin untuk sepenuhnya menghilangkan aktivitas ini, tapi dapat diubah menjadi lebih produktif dan efisien.

Berikut (Gambar 1) dari CVSM pada proses produksi meja kerja di CV. Pelita dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 1. Current Value Stream Mapping (CVSM)

3.3. Identifikasi Waste

Waste (pemborosan) adalah segala aktivitas dalam proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah. Terdapat tujuh macam pemborosan yaitu [3]:

1. **Transportasi (*Transportation*)**, Transportasi melibatkan pemindahan material atau work in process (WIP) dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya. Adanya kegiatan meletakkan potongan kayu yang sudah dipotong ke stasiun selanjutnya berulang atau tidak sekaligus, menyebabkan penambahan waktu selama 463,8 detik, 417,6 detik, dan 341,2 detik atau jika

ditotalkan penambahan waktu selama 1.222,6 detik. Apabila bahan-bahan tersebut dipindahkan secara sekaligus diakhir pekerjaan maka akan lebih meminimalkan waktu.

2. **Gerakan (Motion)**, adalah aktivitas atau pergerakan yang tidak perlu, yang dilakukan oleh operator, tidak menambah nilai dan memperlambat proses, sehingga menyebabkan *lead time* menjadi lebih lama. Kegiatan mengambil dan meletakkan spidol untuk menandakan ukuran kayu menambah waktu selama 186,8 detik mengambil dan 192,2 detik meletakkan.
3. **Produksi yang berlebihan (Overproduction)**, adalah memproduksi produk yang melebihi yang dibutuhkan atau memproduksi lebih awal dari jadwal yang sudah buat.
4. **Produk cacat (Defect)**, adalah produk yang rusak atau tidak sesuai spesifikasi yang meningkatkan tingkat inspeksi.
5. **Stok bahan baku yang terlalu banyak (Inventory)**, adalah persediaan material yang terlalu banyak, *work in process* yang berlebihan antara satu proses dengan yang lainnya, sehingga membutuhkan ruang penyimpanan yang besar. Pemborosan ini sering kali terjadi karena adanya *buffer* yang sangat tinggi.
6. **Menunggu (Waiting)**, pemborosan yang terjadi karena menunggu proses berikutnya. *Waiting* merupakan selang waktu ketika operator tidak melakukan aktivitas yang menambah nilai karena menunggu aliran produk dari proses sebelumnya (*upstream*).
7. **Proses yang berlebihan (Overprocessing)**, Ini terjadi ketika alur kerja atau urutan operasi (proses) dianggap tidak memadai dan dapat disesuaikan. Ini juga dapat terjadi ketika ada kemungkinan produk yang rusak karena non standardisasi proses saat ini. Operator menggunakan berbagai teknik. Berdasarkan identifikasi *waste* di atas dapat dilihat bahwa waktu *waste* terbesar terjadi pada *transportation* sebesar 1.222,6 detik atau selama 20,38 menit.

3.4. Ranked Positional Weight

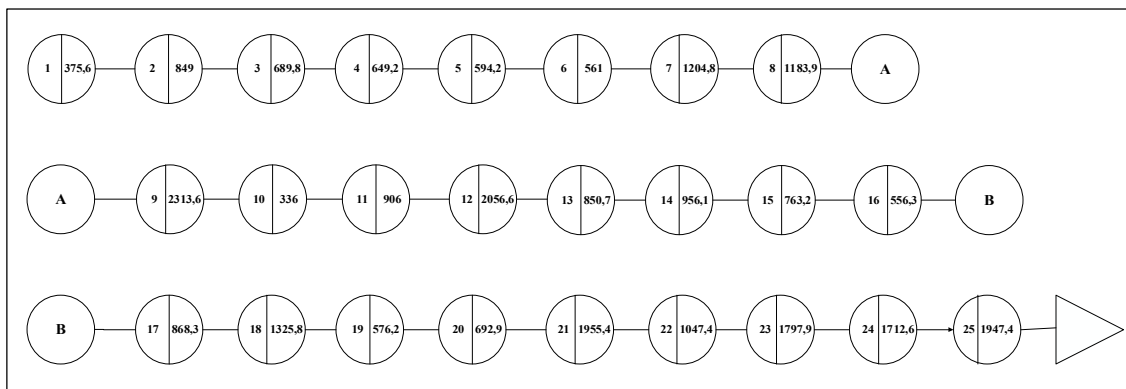
Ranked Positional Weight Method atau Metode Bobot Posisi merupakan Heuristik pertama yang akan dibuat adalah Metode Berat Posisional Teratas. Pada tahun 1961, W.B. Helgeson dan D.P. Birnie menciptakan teknik ini. Teknik ini adalah cara untuk dengan cepat mengidentifikasi solusi untuk masalah yang muncul di jalur produksi sambil mempertahankan keseimbangan. Alur kerja diatur dalam urutan peringkat, dari terbesar hingga terkecil [4].

3.4.1. Perhitungan Kondisi Awal

Line balancing adalah proses membagi tugas atau beban kerja secara merata di setiap stasiun kerja dengan mempertimbangkan berbagai batasan. Tahap awalnya melibatkan pengukuran terhadap keseimbangan lintasan yang sudah ada di CV. Pelita. Pengukuran keseimbangan lintasan dimulai dengan menetapkan waktu baku untuk setiap stasiun kerja yang ada sebagai waktu siklus (c) yang akan digunakan.

1. Precedence diagram

Precedence diagram (Gambar 2) digunakan untuk memvisualisasikan urutan dan hubungan antara tugas-tugas dalam suatu proses produksi, dengan tujuan untuk mengidentifikasi waktu siklus dan memastikan keseimbangan lintasan [7].



Gambar 2. Precedence Diagram

2. Kecepatan Lintasan Produksi atau Waktu Siklus
 Waktu siklus yang digunakan telah disesuaikan menjadi waktu baku yang memperhitungkan faktor operator serta *allowance*. Berdasarkan jurnal [8] bahwa waktu siklus yang digunakan adalah waktu terbesar. Pada penelitian ini waktu siklus yang digunakan yaitu 12.201,7 detik karena merupakan waktu terbesar yang diperlukan dalam proses produksi.
3. Kinerja Keseimbangan Lintasan Awal
 Kinerja keseimbangan lintasan awal dapat diukur dari 3 parameter, yaitu: *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index*. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diperoleh dan dikelompokkan dalam 5 stasiun kerja dalam menghasilkan satu unit meja kerja. Pengelompokan stasiun kerja dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Pengelompokan Stasiun Kerja Awal

Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik)	Efisiensi Stasiun Kerja	Idle Time (detik)
Pemotongan	3.727,8	30,55%	8.473,9
Pengetaman	2.388,7	19,58%	9.813
Perakitan	12.201,7	100%	0
Finishing	5.287,1	43,33%	6.914,6
Pengecatan	3.660	29,99%	8.541,7

Dalam penelitian ini, waktu proses yang digunakan adalah waktu baku yang tidak seimbang antara stasiun kerja, yang memiliki tingkat efisiensi yang rendah dan waktu tunggu yang besar (*idle time*). Dalam konteks produksi meja kerja di CV. Pelita, terdapat 5 stasiun kerja dengan total waktu produksi mencapai 27.265,3 detik. Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa keseimbangan lintasan produksi memiliki tingkat kinerja sebagai berikut:

a. Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*)

$$\begin{aligned}
 LE &= \frac{\sum_{i=1}^k ST_i}{(K)(CT)} \times 100\% \\
 &= \frac{27.265,3}{(5)(12.201,7)} \times 100\% \\
 &= 44,69\%
 \end{aligned}$$

b. *Balance Delay*

$$\begin{aligned}
 BD &= \frac{n \cdot C - \sum t_i}{(n \cdot C)} \times 100\% \\
 &= \frac{(5 \times 27.265,3) - 24.831,5}{(5 \times 12.201,7)} \times 100\% \\
 &= 25,51\%
 \end{aligned}$$

c. *Smoothness Index*

$$\begin{aligned}
 SI &= \sqrt{\sum_{i=1}^k (ST_{\text{maks}} - ST_i)^2} \\
 &= \sqrt{(12.201,7 - 3.727,8)^2 + \dots + (12.201,7 - 3.660)^2} \\
 &= 16.996,3 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

3.4.2. Perhitungan dengan Metode *Ranked Positional Weight* (RPW)

Pada tahap perencanaan lintasan dengan metode *Ranked Positional Weight* (RPW), yang pertama dilakukan adalah melakukan pembobotan terhadap elemen kerja. Dari hasil pembobotan, elemen kerja diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil. Berikut merupakan langkah penyelesaian metode *ranked positional weight* (RPW):

1. Menentukan Bobot Posisi dan Penyeimbangan Lintasan

Berdasarkan waktu baku dari proses produksi meja, maka dapat dilakukan penyeimbangan lintasan menggunakan *ranked positional weight* dengan menentukan bobot posisi setiap stasiun kerja berdasarkan jumlah waktu operasi-operasi yang mengikutinya. Pada hasil perhitungan pembobotan dapat dilihat bahwa urutan stasiun kerja tetap berurutan dikarenakan lintasan produksi yang *linear*. Maka, perlu dilakukannya penentuan jumlah stasiun kerja yang tepat.

2. Penentuan Jumlah Stasiun Kerja Minimum

Jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan akan ditentukan oleh waktu siklus (*cycle time*) pada proses produksi meja kerja. Berikut perhitungan jumlah stasiun kerja pada CV Pelita:

$$\begin{aligned} \text{Stasiun kerja} &= \frac{\text{Jumlah waktu semua elemen kerja}}{\text{WS}} \\ &= \frac{27.265,3}{12.201,7} \\ &= 2,23 \approx 3 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka jumlah stasiun kerja yang disarankan adalah sebanyak 3 stasiun.

3. Pengelompokan Elemen Kerja Berdasarkan Metode RPW

Stasiun kerja baru akan diperoleh dari hasil pembobotan dan penentuan jumlah stasiun kerja minimum. Jumlah stasiun kerja yang mulanya berjumlah 5 diganti menjadi 3 stasiun kerja. Selain itu, terdapat beberapa elemen kerja pada stasiun 2 seperti pemahatan kayu broti, pengukuran ujung kayu broti, dan pemotongan ujung kayu dipindahkan ke stasiun 1 untuk meminimalkan waktu produksi pada stasiun 2 dan menyeimbangkan waktu lintasan produksi secara keseluruhan.

4. Kinerja Keseimbangan Lintasan dengan *Ranked Positional Weight*

Stasiun kerja baru akan diperoleh dari penentuan jumlah stasiun kerja minimum. Berdasarkan jurnal [9] menyatakan pengelompokan stasiun kerja baru dilakukan untuk mendapatkan rasio *delay* yang serendah mungkin dan tidak melebihi waktu siklus yang ada. Berikut (Tabel 4) merupakan pengelompokan stasiun kerja menggunakan metode RPW.

Tabel 4. Pengelompokan stasiun kerja menggunakan metode RPW

Stasiun Kerja	Waktu Baku (detik)	Efisiensi <i>Workstation</i>	<i>Idle Time</i>
1	9.672,1	100%	0
2	8.646,1	89,39%	1.026
3	8.947,1	92,5%	725

Dari pengolahan data di atas menggunakan metode *ranked positional weight* (RPW), diperoleh utilisasi keseimbangan lintasan sebagai berikut:

a. Efisiensi Lintasan (*Line Efficiency*)

$$\begin{aligned} \text{LE} &= \frac{27.265,3}{(3)(9.672,1)} \times 100\% \\ &= 93,97\% \end{aligned}$$

b. *Balance Delay*

$$\begin{aligned} \text{BD} &= \frac{(3 \times 9.672,1) - 27.265,3}{(3 \times 9.672,1)} \times 100\% \\ &= 6,03\% \end{aligned}$$

c. *Smoothness Index*

$$\begin{aligned} \text{SI} &= \sqrt{(9.672,1 - 120,76)^2 + \dots + (9.672,1 - 123,88)^2} \\ &= 1.256,3 \text{ detik} \end{aligned}$$

3.4.3. Perbandingan Kondisi Awal dengan RPW

Tabel 5 perbandingan nilai *line efficiency*, *balance delay*, dan *smoothness index* kondisi awal dengan nilai yang telah dilakukan perbaikan menggunakan metode *ranked positional weight*.

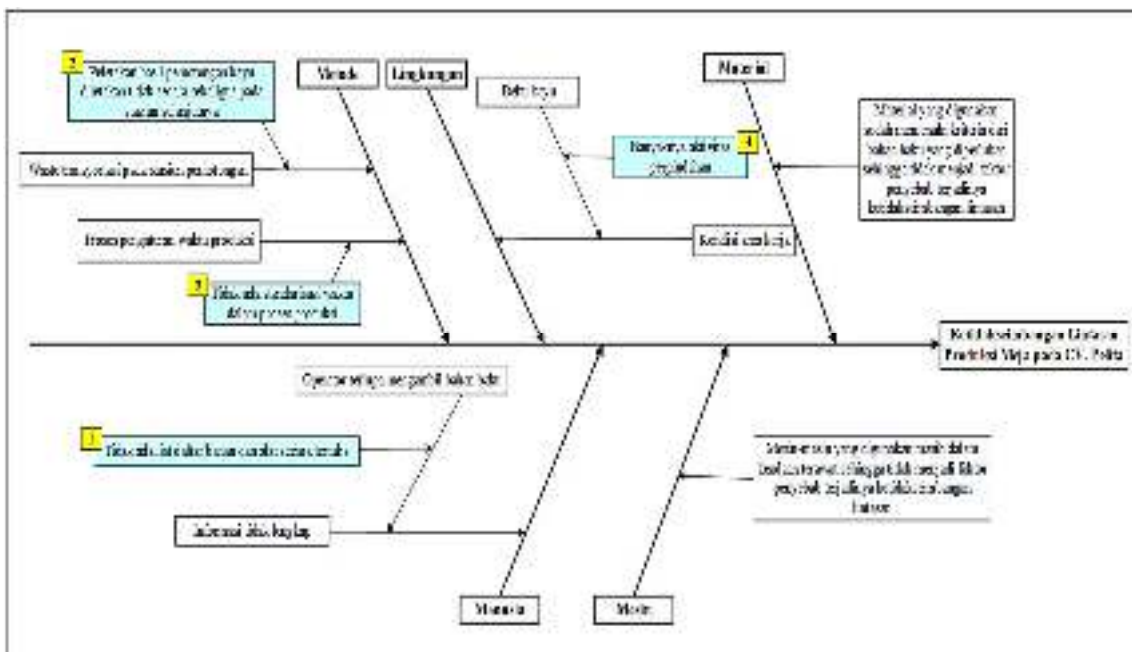
Tabel 5. Perbandingan Kondisi Awal dengan RPW

Parameter Kinerja Keseimbangan	Kondisi Awal	Perhitungan RPW
Efisiensi Lintasan	44,69%	93,97%
<i>Balance Delay</i>	25,51%	6,03%
<i>Smoothness Index</i>	16.996,3 detik	1.256,3 detik

Berdasarkan Tabel 5, dapat kita lihat bahwa nilai efisiensi lintasan meningkat dari 44,69 % hingga 93,97%. Sedangkan nilai *balance delay* dan *smoothness index* turun hingga di nilai 6,03% dan 1.256,3 detik. Yang artinya penyeimbangan lintasan menggunakan metode *ranked positional weigh* dapat meminimalkan ketidakefisienan lini produksi dan meningkatkan efisiensi lintasan.

3.5. Fishbone Diagram

Diagram *fishbone* memperlihatkan hubungan antara permasalahan yang terjadi dengan kemungkinan penyebabnya serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tujuan utama diagram ini adalah untuk memeriksa terjadinya dampak, yaitu, dengan mengidentifikasi dan karakterisasi variabel yang berkontribusi pada masalah [10]. Permasalahan yang dijabarkan pada *fishbone diagram* terbagi atas lima kategori permasalahan diantaranya manusia, metode, mesin, material, dan lingkungan. Pada proses produksi meja kerja di CV. Pelita terdapat dua kategori permasalahan. Berikut (Gambar 2) penjelasan dan *fishbone diagram* pada CV. Pelita:



Gambar 2. Fishbone Diagram Pada CV. Pelita

1. Metode
 Pada CV. Pelita belum adanya penerapan berupa standarisasi waktu proses produksi. Jika penerapan waktu produksi dilaksanakan, maka proses produksi akan berjalan lebih optimal untuk mengejar target dari standarisasi waktu yang ada. Selain itu, peletakan hasil pemotongan kayu diletakan tidak secara sekaligus pada stasiun selanjutnya.
2. Manusia
 Operator memiliki peran penting dalam proses produksi. Apabila terjadinya suatu *problem* yang disebabkan oleh operator, hal ini sangat mempengaruhi proses. Operator terlupa mengambil bahan baku, hal ini mengakibatkan penambahan waktu produksi.
3. Lingkungan
 Lingkungan merupakan aspek yang mempengaruhi kesehatan pada operator. Pada proses produksi meja kerja debu kayu merupakan limbah yang dominan dihasilkan. Dengan banyaknya kegiatan perpindahan maka menyebabkan debu kayu menyebar di udara, sehingga apabila dilakukannya pengurangan jumlah stasiun kerja dapat meminimalkan perpindahan yang menyebabkan penyebaran debu di udara.

4. Material dan Mesin

Untuk kedua faktor ini, dilihat sudah sesuai SOP dan dalam kondisi yang baik. Sehingga tidak menjadi faktor penyebab terjadinya waste dan ketidakseimbangan lintasan produksi meja kerja pada CV. Pelita.

3.6. Usulan Perbaikan Terhadap Masalah

Usulan perbaikan diberikan terhadap ketidakseimbangan lintasan produksi pembuatan meja kerja di CV. Pelita. Terdapat 3 faktor yang terjadi dan mempengaruhinya. Adapun usulan perbaikan terhadap permasalahan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Usulan Perbaikan Terhadap Masalah

Faktor	Waste	Permasalahan	Usulan Perbaikan
Manusia	Motion	Informasi alat dan bahan tidak lengkap sehingga operator lupa	Membuat daftar <i>list</i> bahan dan alat (<i>check sheet</i>) yang akan digunakan pada setiap <i>workstation</i> untuk menghindari terlupa dan tertinggalnya perlengkapan pada <i>storage</i>
Metode	Transportation	Waste transportasi pada stasiun pemotongan Proses pengaturan waktu proses tidak ada standarisasi Debu kayu akibat banyaknya aktivitas perpindahan	Meletakkan kayu-kayu hasil pemotongan secara sekaligus dengan alat seperti gerobak agar bisa dimuat lebih banyak secara bersamaan Melakukan edukasi dan penerapan metode-metode yang dapat mengoptimalkan proses produksi Menggabungkan stasiun kerja dan elemen kerja yang memiliki kegiatan serupa. Penggabungan stasiun kerja dapat meminimalkan perpindahan yang menyebabkan penyebaran debu di udara.
Lingkungan		Debu kayu akibat banyaknya aktivitas perpindahan	Menggabungkan stasiun kerja dan elemen kerja yang memiliki kegiatan serupa. Penggabungan stasiun kerja dapat meminimalkan perpindahan yang menyebabkan penyebaran debu di udara.

Berdasarkan usulan perbaikan yang diberikan, terdapat usulan membuat daftar *list* bahan dan alat (*check sheet*) yang akan digunakan pada setiap *workstation*. Berikut (Tabel 7) contoh *check sheet* yang menjadi usulan untuk CV. Pelita.

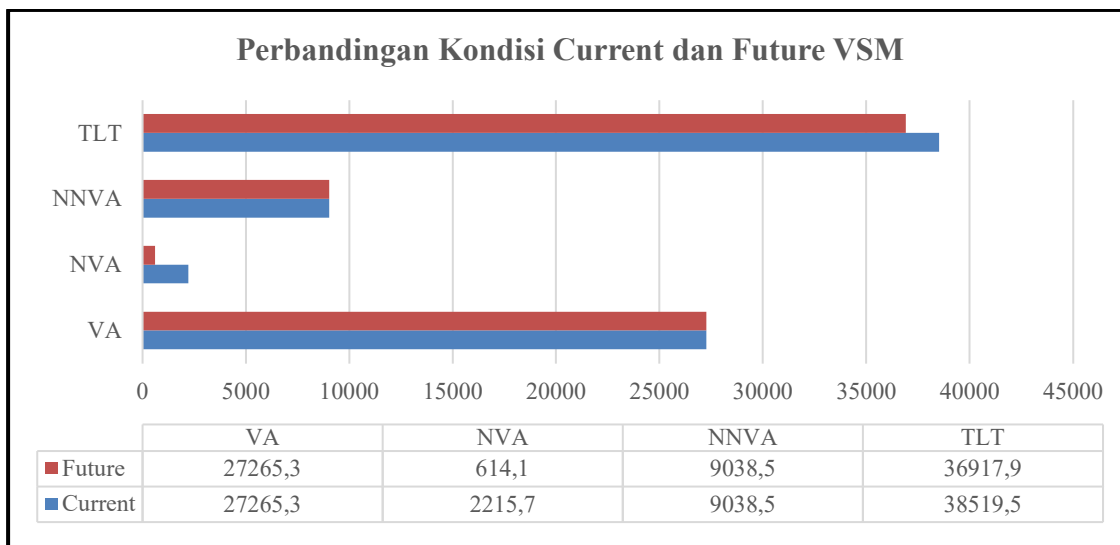
Tabel 7. Usulan *Check sheet* Alat dan Bahan

CV. Pelita				
Check Sheet Alat dan Bahan Produksi Meja Kerja				
Nama Operator :				
Hari/Tanggal :				
Nomor Sheet :				
Petunjuk Pengisian:				
- Beri tanda (√) pada kolom Ada jika alat dan bahan ada dan yang sudah diambil				
- Beri tanda (√) pada kolom Tidak jika alat dan bahan tidak ada dan berikan keterangan				
Stasiun Kerja	Alat/Bahan	Ada	Tidak	Keterangan
Stasiun Pemotongan dan Pengetaman	Mesin Gergaji Potong			
	Mesin Ketam			
	Meteran			
	Spidol			
	Kayu Broti			
	Kayu Papan			
	Triplek Jati			

Penerapan *check sheet* ini dapat meminimalkan alat dan bahan tertinggal di *storage* yang menyebabkan waste dan juga dapat sebagai acuan stok bahan baku yang tersedia.

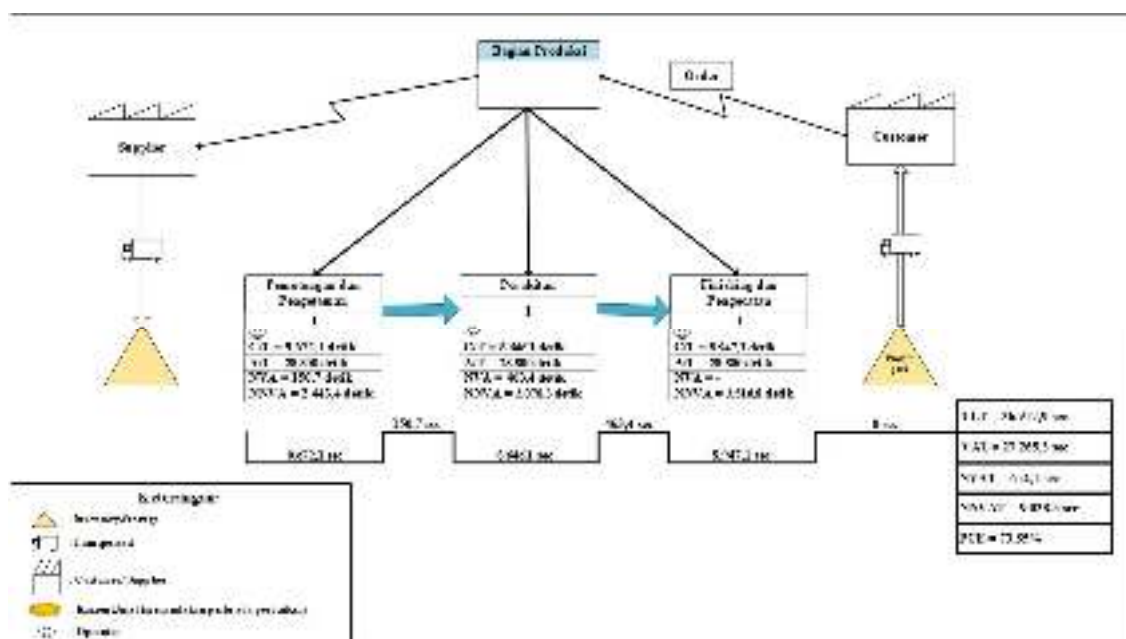
3.7. Future State Value Stream Mapping

Future state VSM digambarkan berdasarkan analisa menggunakan metode RPW dan usulan perbaikan yang diberikan. Setelah melakukan evaluasi dengan metode *line balancing* RPW, maka terjadi perubahan pengelompokan elemen kerja dan jumlah *workstation* pada proses produksi meja kerja di CV. Pelita. Berikut (Gambar 3) grafik perbandingan kondisi *current* dan kondisi *future* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Kondisi Current dan Future VSM

Dengan adanya perubahan jumlah *workstation*, maka dapat dilihat pada gambar bahwa *total lead time* (TLT) dan nilai *non-value added time total* (NVAT) menurun dari kondisi sebelumnya. Pada kondisi awal, *total lead time* sebesar 38.519,5 detik dan nilai *non-value added time total* sebesar 2.215,7 detik kemudian kedua nilai tersebut berkurang dengan *total lead time* menjadi 36.917,9 detik dan nilai *non-value added time total* 614,1 detik.



Gambar 4. Future State VSM

Berdasarkan Gambar 4, maka terjadi perubahan jumlah *workstation* pada proses produksi meja kerja di CV. Pelita yang semula berjumlah 5 stasiun kerja menjadi 3 stasiun kerja. Selain itu, *total lead time* (TLT) pada kondisi awal sebesar 38.519,5 detik dan nilai *non-value added time total* (NVAT) sebesar 2.215,7 detik kemudian kedua nilai tersebut berkurang dengan *total lead time* menjadi 36.917,9 detik dan nilai *non-value added time total* 614,1 detik. Dikarenakan penurunan jumlah NVAT, maka persentase *Process Cycle Efficiency* (PCE) pun meningkat menjadi 73,85.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada CV. Pelita pada proses produksi meja, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari waktu baku tiap stasiun, dapat diketahui bahwa terjadinya ketidakseimbangan lintasan produksi proses pembuatan meja dari stasiun kerja pengetaman menuju stasiun kerja perakitan dengan rentang waktu selama 9.813 detik. Berdasarkan perhitungan efisiensi lintasan nilai, maka nilai persentase lintasan termasuk rendah yaitu 44,69%. Dengan dilakukannya evaluasi perbaikan menggunakan metode RPW dan VSM, maka efisiensi lintasan meningkat hingga 93,97%.
2. Faktor yang menjadi prioritas perbaikan terhadap ketidakseimbangan lintasan dan terjadinya *waste* pada proses produksi meja terbagi atas 3 kategori berdasarkan *fishbone diagram*. Berikut usulan perbaikan yang diberikan:
 - a. Membuat daftar *list* bahan dan alat (*checksheet*) yang akan digunakan pada setiap *workstation*.
 - b. Meletakkan kayu-kayu hasil pemotongan secara sekaligus dengan alat seperti gerobak agar bisa dimuat lebih banyak secara bersamaan.
 - c. Melakukan edukasi dan penerapan metode-metode yang dapat mengoptimalkan proses produksi.
 - d. Mengurangi dan menggabungkan stasiun kerja yang memiliki kegiatan serupa untuk meminimalkan perpindahan yang menyebabkan penyebaran debu di udara dan meminimalkan waktu proses.

Referensi

- [1] M. Fitri, M. I. Adelino, M. L. Apuri, and F. Teknik, "Analisis Line Balancing Untuk Meningkatkan Efisiensi Lintasan Produksi Perakitan," vol. 5, no. 2, pp. 295–300, 2022.
- [2] F. Achmadi, B. Harsanto, and A. Yunani, "Analisis cycle time proses perakitan senjata di PT Pindad (Persero) (Cycle time analysis of weapon assembly process in PT Pindad (Persero))," *J. Appl. Ind. Eng.*, vol. 13, no. 2, pp. 159–168, 2021.
- [3] Y. Maulana, "Identifikasi Waste Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada Industri Perumahan," *J. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 2, no. 2, 2019, doi: 10.31602/jieom.v2i2.2934.
- [4] G. V. Azzahra, N. Y. Hidayah, and ..., "Analisis Keseimbangan Lintasan di Lini Perakitan Valve Frame PT. Anugrah Bersama Sejahtera dengan Metode Ranked Positional Weight," *Pros. Semin.*, pp. 161–168, 2023, [Online]. Available: <https://teknik.univpancasila.ac.id/semrestek/prosiding/index.php/12345/article/download/503/457>
- [5] K. Lestari and D. Susandi, "Penerapan Lean Manufacturing untuk mengidentifikasi waste pada proses produksi kain knitting di lantai produksi PT. XYZ," *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 10, no. 1, pp. 567–575, 2019.
- [6] Y. Pratiwi, N. H. Djanggu, and P. Anggela, "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Dengan Menggunakan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Pada Pt. X," *J. TIN Univ. Tanjungpura*, vol. 4, no. 2, pp. 8–15, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/article/view/42196>
- [7] D. L. Trenggonowati and N. Febriana, "Mengukur Efisiensi Lintasan Dan Stasiun Kerja Menggunakan Metode Line Balancing Studi Kasus Pt. Xyz," *J. Ind. Serv.*, vol. 4, no. 2, pp. 97–105, 2019, doi: 10.36055/jiss.v4i2.5158.
- [8] F. Taufiqurrahman, B. Sumartono, and H. Moektiwibowo, "Analisis Perencanaan Keseimbangan Lintasan Lini Produksi Lipcream Dengan Metode Ranked Positional Weight Di Pt Cedefindo," *J. Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 18–29, 2022, doi: 10.35968/jtin/v11i1/892.
- [9] S. P. Yudha, Pratiko, and I. P. Tama, "Meningkatkan Efisiensi Lintasan Perakitan Plastic Box 260 Menggunakan Pendekatan Metode Heuristik," *Pros. Semin. Nas. Multi Disiplin Ilmu Call Pap. Unisbank Ke-3*, vol. 3, no. Sendi_U 3, pp. 246–235, 2019.
- [10] A. Reza Nugraha, M. Dzirkron, and Iyan Bachtiar, "Usulan Perbaikan Kualitas Pelayanan Jasa Menggunakan Metode Service Quality (Servqual) dan Model Importance Performance Analysis (IPA)," *J. Ris. Tek. Ind.*, pp. 9–16, 2023, doi: 10.29313/jrti.v3i1.1830.