

**PENERAPAN *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MEMINIMASI WASTE  
TRANSPORTATION PADA PROSES PRODUKSI MODUL SURYA 260WP DI PT.  
XYZ**

***IMPLEMENTATION OF LEAN MANUFACTURING TO MINIMIZE  
TRANSPORTATION WASTE ON SOLAR MODULE 260WP PRODUCTION  
PROCESS AT PT. XYZ***

Firda Maulida Fitria<sup>1</sup>, Agus Alex Yanuar, S.T., M.T.<sup>2</sup>, Ir. Marina Yustiana Lubis, M. Si.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[firdafitria98@gmail.com](mailto:firdafitria98@gmail.com), <sup>2</sup>[axytifri@telkomuniversity.ac.id](mailto:axytifri@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id](mailto:marinayustianalubis@telkomuniversity.ac.id)

---

**Abstrak**

PT. XYZ merupakan perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang elektronika untuk industri dan prasarana. Dalam penelitian ini berfokus pada salah satu jenis produk yang diproduksi oleh PT. XYZ, yaitu modul surya dengan jenis 260WP. Pada proses produksinya ditemukan *waste transportation* yang mempengaruhi pencapaian target produksi. Berdasarkan observasi lapangan dan data yang terkumpul, *waste transportation* disebabkan oleh tata letak yang kurang baik yang mengakibatkan terjadinya gerakan *backtracking* dengan total jarak 25,68 meter. Hal ini dapat mempengaruhi waktu aktivitas pemindahan material menjadi lama. Upaya yang dilakukan untuk meminimasi *waste transportation* adalah dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*. Tahap awal penelitian adalah menggambarkan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Process Activity Mapping* (PAM) guna memetakan waktu proses dan aliran proses yang terjadi saat ini. Tahap selanjutnya melakukan identifikasi akar penyebab masalah *waste transportation* dengan menggunakan *fishbone diagram* dan menganalisis akar penyebab masalah tersebut dengan menggunakan *5whys*. Penyelesaian akar penyebab masalah adalah dengan merancang usulan perbaikan menggunakan salah satu *tools Lean Manufacturing* yaitu perancangan perbaikan tata letak fasilitas. Kemudian menggambarkan *Value Stream Mapping* (VSM) *future state* untuk memetakan kondisi aliran proses setelah dilakukan perbaikan.

**Kata kunci :** *Lean Manufacturing, Waste Transportation, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Perancangan Tata Letak Fasilitas*

---

**Abstract**

PT. XYZ is a stated-owned enterprise company engaged in electronics for industry and infrastructure. In this research focuses on one type of product manufactured by PT. XYZ, solar module with 260WP type. In the production process found *waste transportation* that affect the achievement of production targets. Based on field observations and collected data, *waste transportation* is caused by poor layout resulting *backtracking* movement with a total distance 25,68 meters. This affect the timing of the transfer of material. Efforts to minimize *waste transportation* is to use *Lean Manufacturing* approach. The initial phase of this research is to describe *Value Stream Mapping* (VSM) and *Process Activity Mapping* (PAM) to map the existing processing time and process flow. The next stage identifies the root cause of *waste transportation* problems by using *fishbone diagram* and analyzes the root cause of the problem using *5whys*. Resolving the root cause of the problem is to design the proposed improvement using one of *Lean Manufacturing* tools that is the design of the facility layout improvement. Then describes the *Value Stream Mapping* (VSM) *future state* to map the condition of the process flow after the improvement.

**Keywords:** *Lean Manufacturing, Waste Transportation, Value Stream Mapping, Process Activity Mapping, Facility Layout Planning*

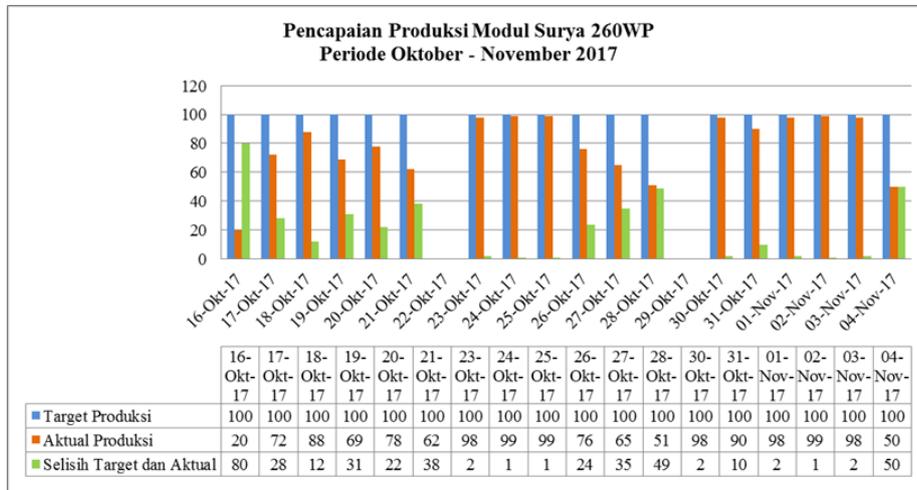
---

**1. Pendahuluan**

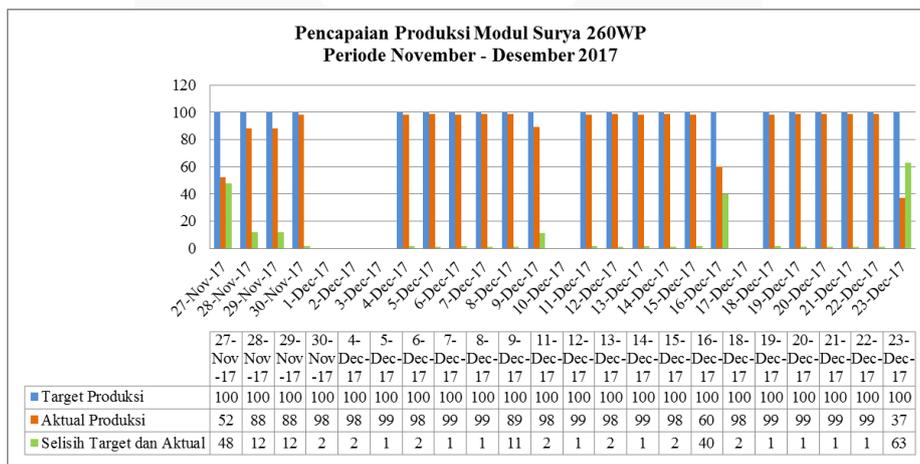
PT. XYZ merupakan perusahaan yang mengembangkan produk yang bergerak di bidang elektronika untuk industri dan prasarana. Perusahaan ini didirikan pada tahun 1965 dan bertransformasi menjadi sebuah entitas profesional yang berada di bawah koordinasi Kementerian Negara Badan Usaha Milik Negara (BUMN). Strategi respon produksi yang diterapkan PT. XYZ untuk memenuhi permintaan pelanggan adalah *make to order*, dimana

PT. XYZ hanya akan melaksanakan proses produksi ketika menerima konfirmasi pesanan berupa jenis produk, spesifikasi produk, jumlah pesanan, dan waktu pengiriman sesuai dengan yang diminta oleh pelanggan.

Pada tahun 2017, PT. XYZ mendapat pesanan modul surya tipe 260WP sebanyak 3500 unit dan harus selesai pada akhir tahun 2017. Guna memenuhi pesanan pelanggan, perusahaan membagi proses produksi menjadi dua periode, yaitu periode satu pada bulan Oktober – November sebanyak 1500 unit dan periode dua pada bulan November – Desember sebanyak 2000 unit dengan target produksi 100 unit per hari. Namun pada kenyataannya, realisasi produksi tidak sesuai dengan target yang telah dibuat sebagaimana disajikan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1 Selisih Target dan Aktual Produksi Modul Surya 260WP Bulan Oktober – November 2017 (Sumber: Data Produksi PT. XYZ Bulan Oktober – November 2017)



Gambar 2 Selisih Target dan Aktual Produksi Modul Surya 260WP Bulan November – Desember 2017 (Sumber: Data Produksi PT. XYZ Bulan Oktober – November 2017)

Berdasarkan Gambar 1 dan 2, dapat terlihat bahwa masih terdapat beberapa hari dimana angka ketidaktercapaian produksi tinggi. Setelah dilakukan wawancara kembali dengan bagian produksi, hal ini diantaranya disebabkan oleh adanya *rework* dan *Work In Process (WIP)*. Selain itu, terdapat dugaan adanya permasalahan dalam proses produksi pembuatan modul surya 260WP. Dugaan tersebut muncul karena waktu proses produksi yang dilakukan untuk satu unit produk melebihi waktu standar. Waktu standar dihasilkan dengan melakukan perhitungan *takt time*. *Takt time* yang dihasilkan adalah sebesar 324 detik. Sedangkan pada kenyataannya dalam membuat satu unit produk membutuhkan waktu selama 6019,82 detik.

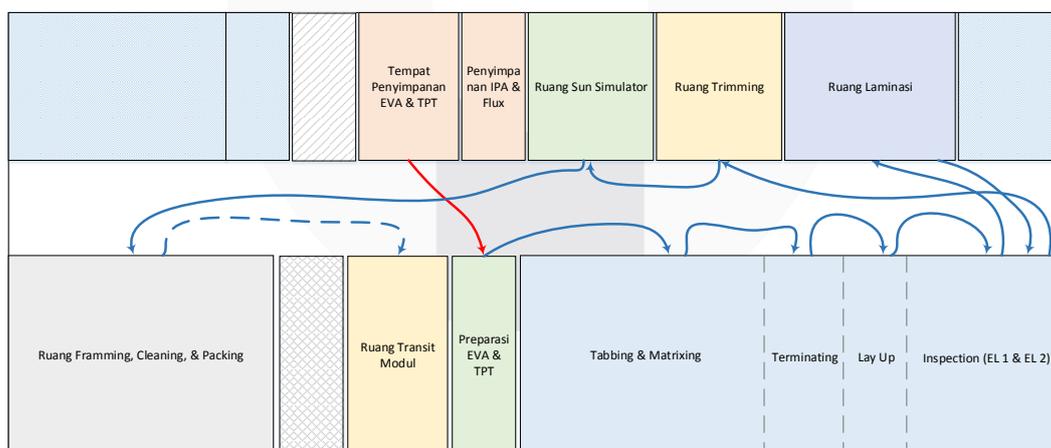
Guna memperkuat dugaan adanya masalah pada proses produksi, dilakukan identifikasi pada keseluruhan proses produksi mulai dari proses awal hingga proses akhir produksi dengan membuat *Value Stream Mapping (VSM)*. Setelah membuat *Value Stream Mapping (VSM)*, dibuat *Process Activity Mapping (PAM)* untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang ada pada setiap proses produksi. Berdasarkan hasil analisis PAM, terdapat beberapa aktivitas yang dikategorikan sebagai *waste* seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Aktivitas-Aktivitas Proses Produksi yang Dikategorikan Sebagai *Waste*

Aktivitas	Waste	Total Waktu (s)	Persentase
Modul surya mengantri untuk dilaminasi	Inventory	1010,33	73%
Modul surya mengantri untuk dibersihkan ( <i>cleaning</i> )			
Operator menunggu modul dari EL2	Waiting	272,35	20%
Operator menunggu modul dari proses <i>Sun Simulator Test</i>			
Modul menunggu untuk diberi silincer			
Operator mencari cell yang telah dirakit dengan string ribbon	Motion	58,52	4%
Operator merapikan <i>Cell</i>			
Operator mencari gunting pada workstation lain			
Operator menempel sementara 2 barcode pada modul surya			
Operator mengambil label			
Operator membawa kardus ke area <i>packing</i>			
Operator mengambil alas pembatas	Transportation	34,62	3%
Operator memindahkan hasil <i>packing</i> menuju area kosong sejauh 25,68 meter ( <i>backtracking</i> )			
Operator kembali ke workstation sejauh 25,68 meter ( <i>backtracking</i> )			

Berdasarkan Tabel 1 disimpulkan bahwa terdapat empat jenis waste pada proses pembuatan modul surya 260WP dengan persentase tertinggi terdapat pada waste inventory sebesar 73%, disusul dengan waste waiting 20%, waste motion 4%, dan waste transportation sebesar 3%.

Berdasarkan *spaghetti diagram* yang disajikan pada Gambar 3, dapat diketahui *waste transportation* yang terjadi di lantai produksi PT. XYZ adalah adanya perpindahan material yang berlebih dari tempat penyimpanan menuju *workstation* dengan total jarak sejauh 1556,5 cm dan adanya gerakan *backtracking* yang terjadi pada aktivitas pemindahan barang jadi dari *workstation packing* menuju area kosong dengan jarak sejauh 25,68 m. Hal-hal tersebut disebabkan oleh tata letak yang kurang baik sehingga dapat mempengaruhi waktu aktivitas pemindahan material menjadi lama.

Gambar 3 *Spaghetti Diagram*

Melihat masalah yang terjadi pada PT. XYZ, perlu dilakukan penelitian mengenai rancangan usulan untuk meminimasi *waste transportation* sehingga diharapkan dapat meminimasi waktu proses produksi modul surya tipe 260WP menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Definisi *Lean*

*Lean* merupakan proses pengidentifikasian dan pengeliminasian pemborosan (*waste*) yang terjadi pada perusahaan [1]. Tujuan utama dari *Lean* adalah meningkatkan *customer value* secara terus menerus melalui perbaikan yang berkesinambungan antara rasio nilai tambah terhadap waste. Kamus APICS mendefinisikan *Lean*

sebagai filosofi bisnis yang bertumpu pada minimasi penggunaan sumber daya (tergolong waktu) dalam berbagai aktivitas yang ada di perusahaan dengan upaya perbaikan dan peningkatan yang terus menerus, berfokus pada identifikasi dan penghilangan aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam proses produksi atau proses yang berkaitan langsung dengan *customer*.

## 2.2 Waste

Pemborosan (*waste*) umumnya terdiri kegiatan yang tidak perlu yang dapat digambarkan secara kualitatif dan kuantitatif atau dapat dikatakan sebagai kegiatan yang tidak ingin dibayar oleh pelanggan [1]. Terdapat sembilan jenis pemborosan, diantaranya: *overproduction*, *waiting*, *transportation*, *extraprocessing*, *excess inventory*, *motion*, *defect*, *underutilized employees*, dan *behavior*.

## 2.3 Value Stream Mapping

*Value Stream Mapping* (VSM) merupakan salah satu tool dalam Lean Six Sigma yang digunakan untuk memetakan aktivitas-aktivitas (*value-added & non value-added*) yang ada sepanjang *value stream* [1].

## 2.4 Process Activity Mapping

*Process Activity Mapping* (PAM) adalah suatu diagram yang menunjukkan urutan-urutan dari proses, pemeriksaan, transportasi, menunggu, dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses berlangsung. Di dalamnya juga memuat informasi yang diperlukan untuk analisis seperti waktu yang diperlukan dan jarak perpindahan yang terjadi pada proses [2].

## 2.5 Cause-And-Effect Diagram

Diagram sebab-akibat (*cause-and-effect diagram*) dikembangkan oleh seorang profesor bidang teknik di Universitas Tokyo yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab untuk perbaikan proses [3].

## 2.6 5Whys

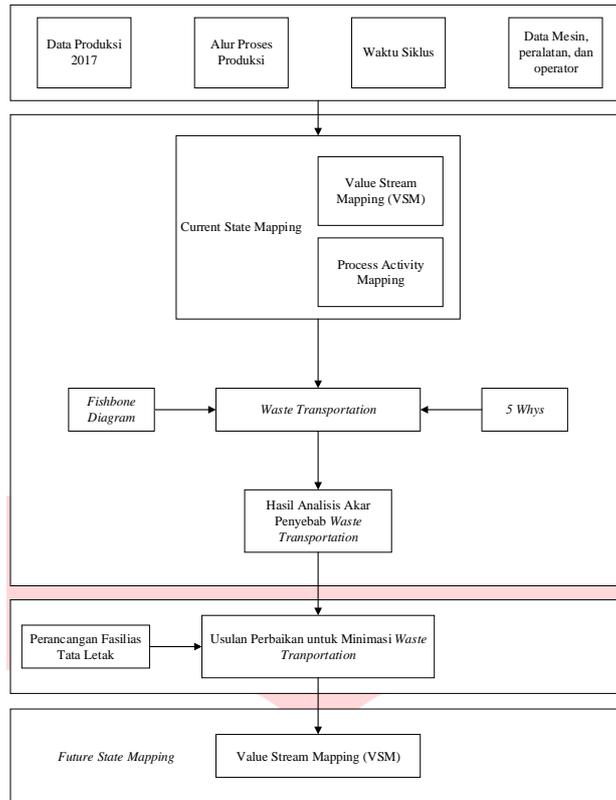
Metode *5Whys* digunakan untuk menemukan sumber permasalahan. Metode ini dilakukan dengan cara mengulang kata tanya "mengapa" sampai ditemukannya akar penyebab permasalahan yang dapat diperbaiki. *5Whys* digunakan untuk menentukan akar penyebab masalah dimana masalah tersebut melibatkan faktor manusia [4].

## 2.7 Perancangan Tata Letak Fasilitas

Secara luas, fasilitas dapat didefinisikan sebagai bangunan dimana orang menggunakan bahan baku, mesin, dan sumber daya lainnya untuk membuat barang yang berwujud atau menyediakan sebuah jasa [5]. Tata letak fasilitas didefinisikan sebagai menganalisis, membentuk konsep, merancang, dan mewujudkan sistem bagi pembuatan barang atau jasa [6].

## 2.8 Model Konseptual

Pada penelitian ini akan dibahas setiap langkah yang dilakukan dalam penelitian yaitu suatu kerangka berpikir yang dapat menjabarkan konsep pemecahan masalah secara terstruktur. Model konseptual pada Gambar 4 menjelaskan tentang kerangka berpikir yang menjelaskan tentang tahapan yang akan dilalui.



Gambar 4 Model Konseptual

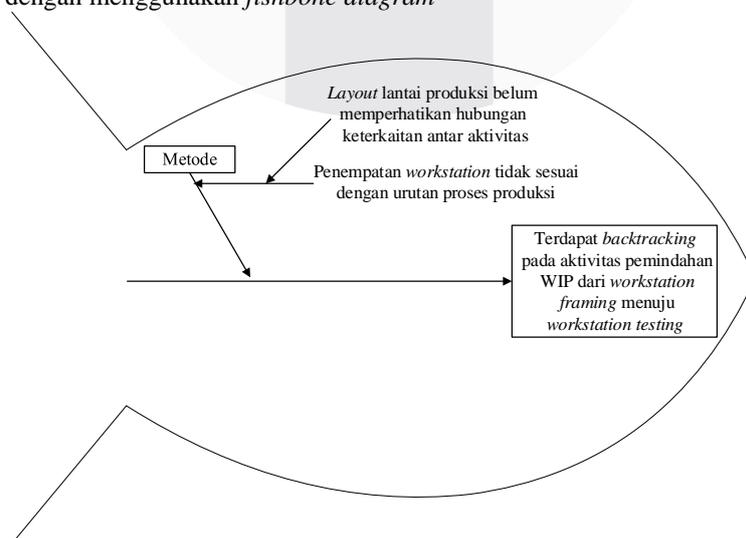
**3. Pembahasan**

**3.1 Value Stream Mapping Current State**

Pembuatan *Value Stream Mapping current state* bertujuan untuk memetakan aliran proses produksi sehingga dapat diketahui aliran informasi maupun material yang terjadi dalam pembuatan modul surya 260WP. Pada VSM dapat diketahui *total lead time* pada proses produksi modul surya 260WP adalah 6019,82 detik. Penggambaran *Value Stream Mapping current state* dapat dilihat pada lampiran.

**3.2 Identifikasi Akar Penyebab Waste Transportation**

Identifikasi akar penyebab dari *waste* dibuat menggunakan *fishbone diagram* dengan mempertimbangkan lima faktor, yaitu manusia (*man*), mesin (*machine*), material (*material*), metode (*methode*), dan lingkungan (*environment*). Gambar 5 merupakan identifikasi akar penyebab *waste transportation* pada proses produksi modul surya 260WP dengan menggunakan *fishbone diagram*



Gambar 5 Identifikasi Penyebab Waste Transportation Menggunakan Fishbone Diagram

Setelah melakukan identifikasi akar masalah menggunakan *fishbone diagram*, kemudian melakukan analisis akar penyebab *waste transportation* menggunakan *5Whys*. Tabel 2 menunjukkan analisis akar penyebab menggunakan *5Whys*.

Tabel 2 *5Whys*

Faktor	Masalah	Why 1	Why 2	Why 3	Why 4	Why 5
Metode	Terdapat <i>backtracking</i> pada saat pemindahan WIP dari <i>workstation framing</i> menuju <i>workstation testing</i>	Belum sesuai penempatan <i>workstation</i> dengan urutan proses produksi	Tata letak lantai produksi belum memperhatikan keterkaitan hubungan antar aktivitas pada proses produksi			

### 3.3 Rancangan Usulan Perbaikan Terhadap Akar Penyebab *Waste Transportation*

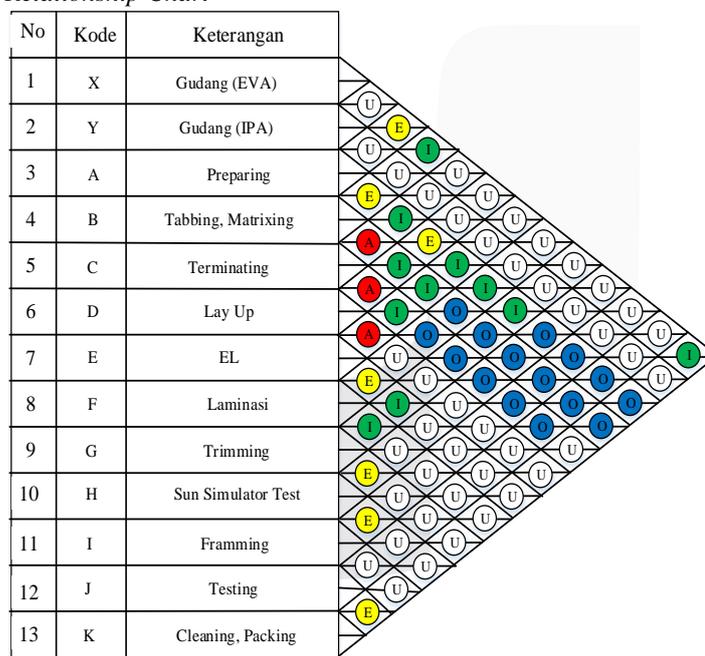
#### 3.3.1 Perancangan Perbaikan Tata Letak Pabrik

Usulan perbaikan tata letak pabrik dengan memperhatikan hubungan antar workstation bertujuan untuk meminimalkan jarak perpindahan material dan *backtracking*. Perancangan tata letak lantai produksi dengan menggunakan metode *pairwise exchange*. Berikut merupakan langkah-langkah dalam melakukan perbaikan tata letak.

1. Perhitungan total jarak perpindahan material menggunakan metode *aisle distance*

Total jarak perpindahan material yang dihasilkan dengan menggunakan metode *aisle distance* adalah sebesar 162,56 meter.

2. Pembuatan *Activity Relationship Chart*

Gambar 6 *Activity Relationship Chart*

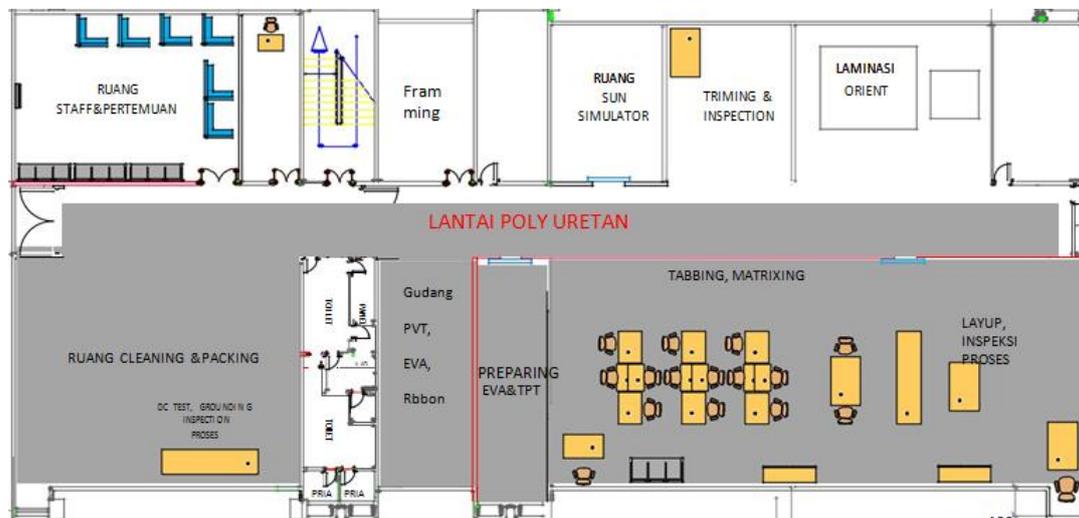
3. Penentuan workstation yang akan dipertukarkan dengan menggunakan metode *Pairwise Exchange*
4. Penentuan kebutuhan luas setiap *Workstation*
5. Perhitungan total jarak perpindahan material dengan tiga iterasi

- Iterasi 1

Pada iterasi 1 kan dihitung total jarak pemindahan material dengan existing layout. Total jarak yang pemindahan material pada kondisi *existing* adaah sejauh 10495,60 meter.

- Iterasi 2  
Pada iterasi 2 akan dihitung total jarak pemindahan material dengan layout setelah pemindahan gudang penyimpanan PVT dan EVA pada area kosong.. Total jarak pemindahan material setelah dilakukan pemindahan gudang penyimpanan menuju area kosong adalah 9359,10 meter.
- Iterasi 3  
Pada iterasi 3 akan dihitung total jarak pemindahan material dengan layout setelah pemindahan gudang pemindahan gudang penyimpanan PVT dan EVA pada area kosong dan pemindahan *framing* menuju gudang pemindahan gudang penyimpanan PVT dan EVA dengan total jarak pemindahan sebesar 9225,60 meter.

#### 6. Perancangan *layout* usulan



Gambar 7 *Layout* Usulan

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada proses produksi modul surya 260WP di PT. XYZ, dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat 1 faktor penyebab terjadinya *backtracking* produksi modul surya 260WP, yaitu faktor metode dimana permasalahan yang terjadi adalah adanya *backtracking* pada saat pemindahan WIP dari *framing* menuju *testing* yang disebabkan oleh akar penyebab yaitu *layout* lantai produksi belum memperhatikan keterkaitan hubungan antar proses satu dengan proses lainnya.

Usulan perbaikan dalam upaya meminimalkan *backtracking* pada proses produksi modul surya 260WP di PT. XYZ adalah melakukan perbaikan tata letak pabrik dengan memindahkan gudang penyimpanan PVT dan EVA menuju *testing*, memindahkan *workstation framing* menuju gudang penyimpanan PVT dan EVA, dan memindahkan *workstation testing* pada area *cleaning* dan *packing* untuk meminimalkan jarak perpindahan material dan menghilangkan *backtracking*.

Daftar Pustaka:

- [1] R. Charron, H. J. Harrington, F. Voehl and H. Wiggin, The Lean Management Systems Handbook, Boca Raton: CRC Press, 2015.
- [2] I. Z. Sitalaksana, R. Anggawisastra and J. H. Tjakraatmadja, Teknik Perancangan Sistem Kerja, Bandung: Penerbit ITB, 2006.
- [3] M. J. Franchetti, Lean Six Sigma for Engineers and Managers with Applied Case Studies, Boca Raton: CRC Press, 2015.
- [4] J. Antony, S. Vinodh and E. V. Gijo, Lean Six Sigma for Small And Medium Sized Enterprises : A Practical Guide, America: Taylor & Francis Group, 2016.
- [5] S. S. Heragu, Facility Design. 3rd ed, Boca Raton: CRC Press, 2008.
- [6] J. M. Apple, Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, Bandung: Penerbit ITB, 1990.

