



USULAN PERBAIKAN PROSES PRODUKSI LAMPU LUSIDA BERBASIS LEAN MANUFACTURING UNTUK MENINGKATKAN LAMPU LED DI PT XYZ

Nazela Afaf¹, Hardiana Widyastuti², Suhendi Irawan³

^{1,3} Jurusan Manajemen Industri, Fakultas Sekolah Vokasi, Institut Pertanian Bogor,

² Departemen Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor,

Jl. Kumbang No. 14 RT.02/RW.06, Babakan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Indonesia 16128

Email: nazelaafaf@apps.ipb.ac.id, hardiana.widyastuti@apps.ipb.ac.id, sudendiirawan1@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

PT XYZ menghadapi tantangan dalam memenuhi target produksi harian lampu LED, dengan rata-rata pencapaian hanya sebesar 89% dari target 400 unit per hari. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pemborosan (*waste*) dan merancang usulan perbaikan menggunakan pendekatan lean manufacturing. Berdasarkan observasi dan pemetaan *Value Stream Mapping (VSM)*, ditemukan *bottleneck* signifikan pada stasiun 3 dengan *cycle time* sebesar 255 detik yang dipicu oleh aktivitas *rework* dan kendala ergonomi. Usulan perbaikan mencakup standarisasi metode kerja dan optimasi alat bantu untuk mengeliminasi aktivitas *Non-Value Added (NVA)*. Melalui perbaikan ini, diharapkan efisiensi lini perakitan meningkat sehingga target produksi total sebesar 10.000 unit dapat diselesaikan tepat waktu.

Kata kunci: *Lean Manufacturing, Line Balancing, Value Stream Mapping, Waste*

ABSTRACT

PT XYZ faces challenges in meeting the daily production target for LED lamps, with an average achievement of only 89% of the target of 400 units per day. This research aims to identify waste and design improvement proposals using a lean manufacturing approach. Based on observations and Value Stream Mapping (VSM), a significant bottleneck was identified at station 3 with a cycle time of 255 seconds, triggered by rework activities and ergonomic constraints. The proposed improvements include standardizing work methods and optimizing tools to eliminate Non-Value Added (NVA) activities. Through these improvements, it is expected that assembly line efficiency will increase, allowing the total production target of 10,000 units to be completed on time.

Keywords: *Lean Manufacturing, Line Balancing, Value Stream Mapping, Waste*





PENDAHULUAN

Persaingan di industri manufaktur yang semakin ketat menuntut setiap perusahaan untuk terus meningkatkan efisiensi proses produksinya agar tetap kompetitif di pasar global. Perusahaan dituntut mampu menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan waktu produksi yang singkat dan biaya operasional yang minimum. Salah satu hambatan utama dalam mencapai produktivitas optimal adalah adanya aktivitas pemborosan (*waste*) yang tidak memberikan nilai tambah pada produk. Pendekatan *lean manufacturing* hadir sebagai solusi sistematis untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan tersebut guna mempersingkat *lead time*.

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang energi dan kelistrikan yang memproduksi lampu LED Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan sistem *Make to Order* (MTO). Berdasarkan data aktual periode Agustus hingga September 2025, rata-rata pencapaian target produksi harian hanya sebesar 89% dari target 400 unit per hari. Ketidaktercapaian ini menimbulkan risiko keterlambatan pengiriman total pesanan sebanyak 10.000 unit. Identifikasi awal menunjukkan adanya *bottleneck* signifikan pada Stasiun 3 dengan *cycle time* mencapai 255 detik, terpaut jauh dibandingkan stasiun kerja lainnya seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Cycle Time dan Kategori Aktivitas Stasiun Kerja

Stasiun Kerja	MP	Kategori Aktivitas			CT
		VA	NNVA	NVA	
Stasiun 1	1	51	9		60
Stasiun 2	2	38	11	10	59
Stasiun 3	3	111	87	57	255
Stasiun 4	4	10	21		32
Total Lead Time 1 Finished Goods					406

Berdasarkan Tabel 1, aktivitas *Non-Value Added* (NVA) dan *Necessary Non-Value Added* (NNVA) pada Stasiun 3 berkontribusi besar terhadap tingginya *cycle time*. Untuk mengatasi hal tersebut, penelitian ini menerapkan pendekatan *lean manufacturing* dengan alat bantu *Value Stream Mapping* (VSM) dan identifikasi 7 *waste*.

Beberapa penelitian terdahulu yang telah menerapkan *lean manufacturing* untuk optimasi lini produksi. Sebagai perbandingan, (Sari et al. 2025) menerapkan metode *Value Stream Analysis Tools* untuk mengidentifikasi *waste* dominan pada proses produksi tiang lampu jalan umum, namun fokus penelitian tersebut belum mengintegrasikan pemetaan mendalam terhadap stasiun kerja spesifik yang mengalami struktural *bottleneck* akibat variasi penugasan *manpower*. Sementara itu, (Jk and Yonathan 2021) melakukan analisis minimalisasi pemborosan pada proses produksi komponen lighting dan tiang lampu menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk menghitung *Process Cycle Efficiency* (PCE), tetapi riset tersebut berfokus pada mitigasi *waste* transportasi dan belum menyentuh eliminasi aktivitas *Non-Value Added* (NVA) secara rinci pada lini perakitan yang dikendalikan oleh sistem permintaan dinamis.

Oleh karena itu, kontribusi utama dari penelitian ini bukan terletak pada pengembangan model teoritis baru, melainkan pada eksplorasi dan implementasi spesifik metode *Lean Manufacturing* dalam mengurai kompleksitas operasional lini perakitan lampu LED PJU dengan karakteristik sistem *Make to Order* (MTO). Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan VSM untuk merancang usulan perbaikan (*Future State Map*) guna memangkas NVA dan NNVA pada stasiun *bottleneck* tanpa memerlukan penambahan investasi modal atau sumber daya manusia baru.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi jenis *waste* dominan, menganalisis pemetaan aliran nilai aktual, serta merancang dan mengevaluasi hasil implementasi perbaikan secara berkelanjutan. Secara praktis, penelitian ini berkontribusi memberikan rekomendasi objektif bagi PT XYZ dalam mengurangi aktivitas *non-value added* dan meningkatkan kapasitas output produksi. Secara akademis, studi kasus ini memperkaya literatur manajemen industri mengenai aplikasi *lean* pada sistem MTO di industri komponen kelistrikan domestik.



TINJAUAN PUSTAKA

Lean Manufacturing

Lean manufacturing merupakan strategi optimasi produksi yang berfokus pada penghapusan berbagai bentuk pemborosan tersembunyi. Prinsip utamanya adalah menciptakan efisiensi menyeluruh dengan memangkas kelebihan stok, durasi tunggu, transportasi material yang tidak perlu, serta meminimalkan kesalahan kerja yang memicu perbaikan ulang (Nurwulan *et al.*, 2023). Penerapan teknik *lean manufacturing* memperkuat daya saing perusahaan melalui efisiensi operasional, terutama dengan mitigasi berbagai bentuk pemborosan dalam proses produksi (Ravizar A. dan Rosihin R., 2018).

Melalui penghapusan aktivitas yang tidak bernilai tambah (*waste*), *lean manufacturing* memungkinkan perusahaan untuk mempercepat proses produksi sekaligus meningkatkan produktivitas secara signifikan. Implementasi strategi *lean* bertujuan untuk mencapai tiga sasaran utama, yaitu:

1. Optimalisasi Proses: Fokus pada peningkatan nilai bagi pelanggan melalui efisiensi operasional, yang dicapai dengan menekan biaya, meminimalkan pemborosan, dan menyederhanakan aktivitas kerja.
2. Peningkatan Kualitas Lingkungan Kerja: Menciptakan alur kerja yang transparan, penyelarasan visi antar karyawan, serta pemberdayaan pekerja agar lebih kompeten dalam melakukan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*).
3. Pencapaian Target Strategis Organisasi: Memastikan perusahaan mampu meraih profitabilitas, pertumbuhan bisnis, serta memperkuat pengaruh dan nilai organisasi di pasar (Ristyowati *et al.*, 2017).

Value Stream Mapping

Value Stream Mapping (VSM) adalah metode pemetaan strategis yang mendeskripsikan rekayasa ulang proses menuju kondisi masa depan (*future state*) dengan menyederhanakan alur kerja dan informasi. Fokus utamanya terletak pada perampingan langkah kerja yang bernilai tambah serta penghapusan total terhadap segala bentuk

pemborosan dalam sistem (Setiawan *et al.*, 2011). *Value Stream Mapping* (VSM) memiliki keunggulan kompetitif dibandingkan metode lainnya karena kemampuannya dalam memvisualisasikan alur produksi sekaligus arus informasi secara menyeluruh. Selain mampu mengidentifikasi sumber pemborosan secara presisi, VSM juga berfungsi sebagai instrumen strategis dalam merancang sistem produksi yang efektif, efisien, dan bebas dari aktivitas yang tidak bernilai tambah (Nurdiansyah *et al.*, 2022).

Value Stream Mapping merupakan instrumen pemetaan dalam sistem *lean* yang berfungsi untuk mendokumentasikan seluruh rangkaian aktivitas dalam menghasilkan produk atau jasa. Implementasi metode ini terdiri dari dua tahapan krusial:

1. Penyusunan *Current State Mapping*: Bertujuan untuk memvisualisasikan kondisi operasional saat ini secara riil guna mendeteksi berbagai titik pemborosan (*waste*).
2. Penyusunan *Future State Mapping*: Digunakan sebagai dasar perancangan model perbaikan strategis berdasarkan hasil evaluasi dari peta kondisi saat ini (Ponda *et al.*, 2022).

Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) merupakan instrumen yang digunakan untuk memvisualisasikan alur produksi sekaligus menganalisis titik-titik pemborosan (*waste*). Selain itu, alat ini memegang peranan krusial dalam melakukan pemetaan mendalam pada prosedur pemesanan (Kasanah Y.U. dan Suryadhini P.P., 2021).

Dalam metodologi *lean*, aktivitas operasional diklasifikasikan ke dalam tiga kategori nilai sebagai berikut:

1. *Value-Added* (VA): Merupakan aktivitas yang secara langsung memberikan nilai tambah pada produk di mata konsumen. Contohnya adalah proses perakitan atau pemberian warna yang meningkatkan nilai estetika dan daya jual produk.
2. *Necessary Non-Value-Added* (NNVA): Merupakan aktivitas yang tidak menambah nilai jual bagi pelanggan, namun tetap wajib



dilaksanakan karena kendala teknis, regulasi, atau prosedur operasional saat ini.

3. *Non-Value-Added* (NVA): Merupakan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dan bersifat tidak esensial bagi perusahaan. Kategori ini dianggap sebagai pemborosan (*waste*) yang harus segera dieliminasi, seperti penumpukan barang dalam proses (*work in process*) dan antrean tunggu (*waiting line*) (Suwandi N.N. dan Suhada K., 2024).

Pemborosan (Waste)

Pemborosan (*waste*) dalam industri manufaktur didefinisikan sebagai segala bentuk penggunaan sumber daya yang tidak efisien yang dipicu oleh adanya aktivitas-aktivitas tanpa nilai tambah bagi produk (Fitri *et al.*, 2023). Istilah MUDA merujuk pada konsep dari Jepang yang berfokus pada identifikasi serta eliminasi berbagai bentuk pemborosan di lingkungan perusahaan. Dalam praktiknya, terdapat tujuh klasifikasi pemborosan utama yang dikenal dengan 7 Waste, yaitu:

- 1) *Overproduction* (*Produksi Berlebih*): Menghasilkan output dalam jumlah yang melampaui permintaan aktual pelanggan, sehingga menciptakan surplus yang tidak diperlukan.
- 2) *Waiting* (*Menunggu*): Terjadinya waktu menganggur pada operator atau mesin akibat ketidaksiapan proses sebelumnya, yang menghambat alur produksi.
- 3) *Transporting* (*Transportasi*): Perpindahan barang atau material yang tidak esensial. Mobilisasi yang berlebihan ini berisiko menurunkan kualitas produk dan meningkatkan potensi kerusakan fisik.
- 4) *Processing* (*Proses Berlebih*): Inefisiensi yang timbul akibat penggunaan metode kerja atau teknologi yang kurang tepat, serta desain produk yang kurang optimal sehingga memerlukan langkah kerja tambahan yang tidak perlu.
- 5) *Inventory* (*Persediaan*): Penumpukan bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi di

gudang akibat pengadaan yang tidak terkontrol, yang berdampak pada pengikatan modal kerja.

- 6) *Motion* (*Gerakan*): Gerakan fisik pekerja yang tidak efisien atau tidak memberikan nilai tambah langsung pada produk selama proses kerja berlangsung.
- 7) *Defects* (*Produk Cacat*): Pemborosan akibat kegagalan kualitas yang mengharuskan adanya pengerjaan ulang (*rework*) atau pembuangan produk yang tidak memenuhi standar (Walenna *et al.*, 2018).

Line Balancing

Keseimbangan lintasan merupakan upaya optimalisasi operasional pada stasiun kerja melalui distribusi beban kerja yang merata. Hal ini dilakukan dengan menyelaraskan pembagian tugas di setiap elemen kerja agar proses produksi berjalan secara harmonis dan efisien (Panudju *et al.*, 2018).

Keberhasilan dalam menyeimbangkan lintasan produksi sangat bergantung pada penentuan parameter waktu yang akurat sebagai acuan dasar. Dalam upaya menekan *lead time*, sangat penting untuk menetapkan *takt time* pada setiap tahapan proses produksi. *Takt time* berfungsi untuk menyelaraskan ritme produksi dengan tingkat permintaan pasar sebagai proses utama. Hal ini bertujuan agar durasi pengerjaan setiap unit produk dapat disesuaikan dengan kebutuhan konsumen secara tepat waktu (Nurwulan *et al.*, 2023). Besarnya *takt time* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Ravizar A. dan Rosihin R., 2018).

$$Takt\ Time = \frac{Time\ Available}{Demand}$$

Nilai *Time Available* yang tersedia dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Available\ Time = Total\ waktu\ 1\ shift\ kerja - Total\ waktu\ istirahat$$



METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain studi kasus kuantitatif deskriptif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur data numerik berupa waktu siklus (*cycle time*), waktu operasional, tingkat pemborosan (*waste*), dan volume output produksi. Pendekatan deskriptif diterapkan untuk menggambarkan, memetakan, dan menganalisis kondisi aktual aliran produksi secara sistematis guna merancang usulan perbaikan tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel di lapangan.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan secara terstruktur untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam proses analisis dan pengambilan keputusan. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder

1. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari sumber utama di lokasi penelitian melalui aktivitas berikut.

- a. Wawancara dan Diskusi Terstruktur: Dilakukan bersama pihak-pihak terkait di perusahaan, meliputi supervisor produksi, operator lini perakitan, serta PIC (*Person in Charge*) bagian gudang dan logistik untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai hambatan (*bottleneck*) serta kondisi operasional harian.
- b. Observasi Langsung dan Pengukuran Lapangan: Dilakukan di area lini perakitan Lampu LED PJU untuk mengamati secara riil urutan proses perakitan, aliran material, beban kerja operator, serta pemborosan yang terjadi di lantai pabrik.

Pengumpulan data primer, khususnya pengukuran waktu siklus (*cycle time*), dilakukan selama periode pengamatan intensif pada bulan Agustus hingga September 2025. Pengamatan dilakukan pada jam kerja reguler (08.00–17.00 WIB). Untuk menjamin validasi data, penelitian ini menerapkan metode pengukuran berulang. Pengukuran waktu siklus pada setiap stasiun kerja dilakukan masing-masing sebanyak 5 kali ulangan menggunakan *stopwatch*. Data hasil pengukuran tersebut kemudian dihitung nilai rata-ratanya

untuk memastikan data waktu yang digunakan bersifat representatif terhadap kapasitas aktual lini perakitan.

2. Data Sekunder

Data sekunder berfungsi sebagai data pendukung yang diperoleh melalui dokumen internal perusahaan dan referensi eksternal.

- a. Dokumentasi Perusahaan: Meliputi data target produksi harian sebesar 400 unit dan data realisasi *output* harian periode Agustus-September 2025 yang menunjukkan rata-rata capaian sebesar 89%.
- b. Studi Literatur: Dilakukan dengan mengkaji jurnal ilmiah, buku teks, dan artikel penelitian terdahulu yang relevan mengenai *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan analisis *7 waste* sebagai landasan teoretis untuk memperkuat analisis.

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan *Lean Manufacturing tools* secara sistematis melalui tahapan-tahapan berikut.

1. Identifikasi Masalah dan *Bottleneck*

Tahap awal dilakukan dengan menganalisis data pencapaian produksi harian untuk mendefinisikan masalah ketidaktercapaian target. Fokus utama pada tahap ini adalah mengidentifikasi stasiun kerja yang mengalami kemacetan (*bottleneck*) berdasarkan nilai *cycle time* tertinggi yang melebihi stasiun kerja lainnya (Stasiun 3).

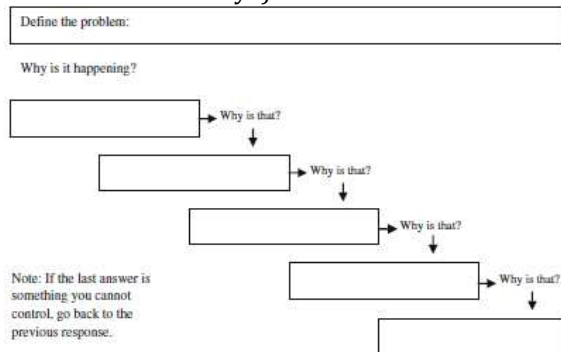
2. Pemetaan Kondisi Aktual (*Current State Mapping*)

Aliran proses produksi secara keseluruhan dipetakan menggunakan alat bantu *Current State Value Stream Mapping* (VSM). Melalui tahapan ini, dilakukan perhitungan total *lead time*, pemetaan aliran informasi dan material, serta pengelompokan aktivitas kerja ke dalam kategori *Value Added* (VA), *Necessary Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA) guna mengetahui persentase waktu tidak bernilai tambah secara aktual.

3. Identifikasi *7 Waste* dan *5 Whys Analysis*

Setelah kondisi aktual terpetakan, aktivitas yang tergolong dalam NVA dianalisis lebih lanjut menggunakan instrumen *7 Waste* untuk menentukan jenis pemborosan yang paling

dominan di stasiun *bottleneck*. Setelah waste dominan ditemukan, akar penyebab masalahnya diidentifikasi secara mendalam menggunakan teknik *5 Whys Analysis* (bertanya "mengapa" hingga 5 tingkat atau sampai ditemukan akar masalah strukturalnya).



Gambar 1. Ilustrasi diagram 5 why's analysis

4. Perancangan Usulan Proses Produksi dan Pemetaan Masa Depan (*Future State Mapping*)

Berdasarkan akar masalah yang ditemukan dari *5 Whys*, dirumuskan usulan perbaikan proses untuk mengeliminasi pemborosan. Usulan ini bisa berupa penataan ulang urutan kerja (*balancing*), eliminasi gerakan tidak perlu, atau penyesuaian penugasan operator. Hasil rancangan perbaikan ini kemudian divisualisasikan ke dalam *Future State Value Stream Mapping* (VSM) sebagai proyeksi lini produksi yang baru.

5. Evaluasi Implementasi

Tahap akhir adalah mengevaluasi efektivitas usulan secara kuantitatif. Komparasi dilakukan dengan membandingkan parameter performa antara kondisi aktual (*Current State*) dengan kondisi usulan (*Future State*). Indikator yang dievaluasi meliputi penurunan cycle time pada stasiun *bottleneck*, reduksi total *lead time*, dan potensi peningkatan kapasitas *output* produksi harian.

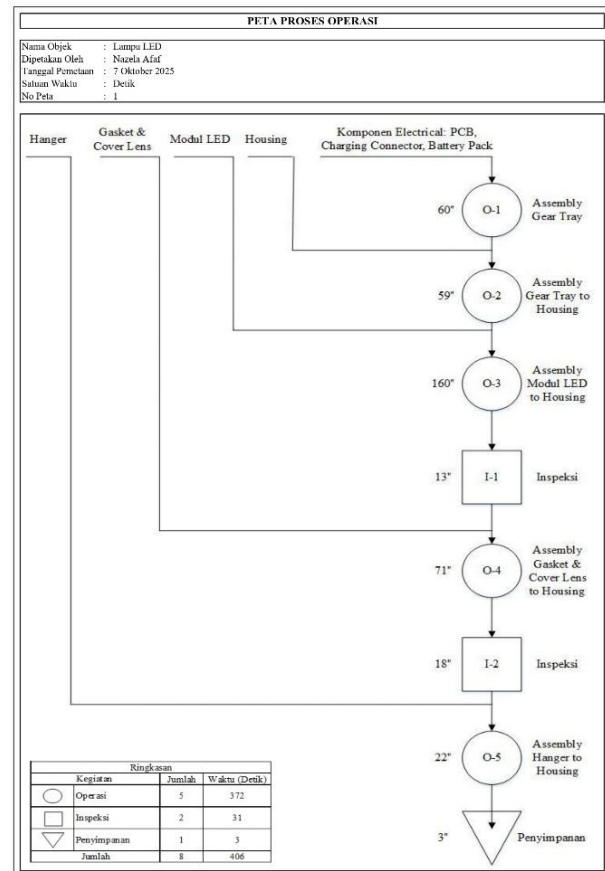
HASIL DAN PEMBAHASAN:

Gambaran Umum Proses Produksi

PT XYZ merupakan perusahaan manufaktur bidang energi dan kelistrikan dengan sistem *Make to Order* (MTO). Alur operasi dimulai dari penerimaan pesanan oleh Marketing, penyusunan

Bill of Material (BOM) oleh *Engineering*, pengadaan material oleh *Purchasing*, penjadwalan oleh PPC, eksekusi lini perakitan, hingga pengujian kualitas oleh QC.

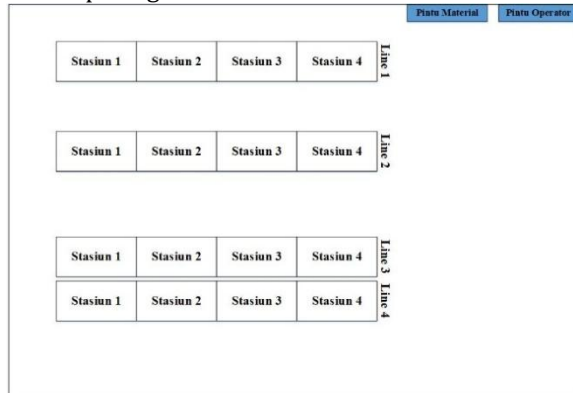
Untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai urutan kerja, penggunaan material, dan waktu operasi pada setiap tahapan, digunakan Peta Proses Operasi (PPO). PPO ini menyajikan integrasi antara komponen-komponen pendukung hingga menjadi produk jadi (*finished goods*), sebagaimana disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 2. Peta Proses Operasi (PPO) Lampu LED saat ini

Berdasarkan Peta Proses Operasi (PPO) awal, total waktu pembuatan satu unit lampu LED Penerangan Jalan Umum (PJU) adalah 406 detik melalui empat stasiun kerja yang disusun berdasarkan sistem aliran berkelanjutan

(*continuous flow*) product layout, yang dapat dilihat pada gambar berikut..



Gambar 3. Tata letak stasiun kerja *line assembly* lampu LED

Identifikasi *Bottleneck* Proses Produksi

Lini produksi aktual mengalami kendala serius dalam memenuhi target harian 400 unit. Data pengamatan selama 31 hari kerja (Agustus–September 2025) menunjukkan rata-rata pencapaian hanya 89%. Berikut adalah tabel identifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (NVA) dan direncanakan untuk dieliminasi pada usulan perbaikan.

Tabel 2. Aktivitas Non-Value Added

No	Desk Aktivitas NVA	Alasan Bottleneck	Waktu Terbuang
1	Pengambilan baut yang terjatuh di <i>housing</i>	Hambatan ergonomi akibat bentuk <i>housing</i> kerucut.	17 Detik
2	Pembongkaran ulang (<i>Rework</i>) LED	Koneksi kabel tidak sempurna akibat bentuk <i>housing</i> kerucut.	50 Detik
TOTAL WAKTU TERBUANG			67 Detik

1. Analisis Statistik Deskriptif Variasi Output (Sebelum Perbaikan)

Berdasarkan observasi lapangan dan data internal PT XYZ, ditemukan bahwa lini produksi belum mampu memenuhi target yang ditetapkan oleh perusahaan. Permasalahan utama yang didefinisikan dalam penelitian ini adalah rendahnya *output* produksi harian yang disebabkan oleh adanya hambatan (*bottleneck*) dan aktivitas tidak bernilai tambah (*waste*) pada proses perakitan. Data perbandingan antara target harian yang ditetapkan untuk mengejar jadwal pengiriman dengan realisasi *output* lapangan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Laporan Harian Hasil Produksi Lampu LED Saat ini

Tanggal	Target (Unit)	Aktual (Unit)	Persentase Pencapaian Target
04 Aug 2025	400	360	90%
05 Aug 2025	400	355	89%
06 Aug 2025	400	370	93%
07 Aug 2025	400	340	85%
08 Aug 2025	400	350	88%
11 Aug 2025	400	365	91%
12 Aug 2025	400	345	86%
13 Aug 2025	400	386	97%
14 Aug 2025	400	358	90%
15 Aug 2025	400	336	84%
18 Aug 2025	400	372	93%
19 Aug 2025	400	349	87%
20 Aug 2025	400	358	90%
21 Aug 2025	400	358	90%



22 Aug 2025	400	357	89%
25 Aug 2025	400	366	92%
26 Aug 2025	400	365	91%
27 Aug 2025	400	358	90%
28 Aug 2025	400	355	89%
29 Aug 2025	400	354	89%
01 Sept 2025	400	369	92%
02 Sept 2025	400	338	85%
03 Sept 2025	400	364	91%
04 Sept 2025	400	352	88%
08 Sept 2025	400	342	86%
09 Sept 2025	400	357	89%
10 Sept 2025	400	370	93%
11 Sept 2025	400	343	86%
12 Sept 2025	400	359	90%
15 Sept 2025	400	364	91%
16 Sept 2025	400	370	93%
Rata-Rata Pencapaian Target (%)		358	89%

Berdasarkan data harian pada Tabel 3, dilakukan analisis variasi output aktual untuk melihat sebaran performa lini sebelum perbaikan: Nilai Minimum x_{min} = 336 unit (15 Agustus 2025) Nilai Maksimum x_{max} = 386 unit (13 Agustus 2025) Rata-rata (Mean): 358 unit per hari Variasi ini mengonfirmasi adanya ketidakstabilan proses yang ekstrem akibat gangguan operasional berulang di rantai produksi.

2. Perhitungan Batas Kecepatan Lini (Takt Time)

Berdasarkan total waktu tersedia (*available time*) yang didapatkan dari data berikut.

Total Jam Kerja : 9 jam (32.400 detik)
Briefing Pagi : 15 menit (900 detik)
ISHOMA : 45 menit (2.700 detik)
Coffee Break : 15 menit (900 detik)
Maka, total waktu tersedia (*available time*) bersih Adalah

$Available Time = Total waktu 1 shift kerja - Total waktu istirahat$

$Available Time = 32.400 - (900 + 2.700 + 900)$

$Available Time = 27.900/hari$

Berdasarkan waktu tersedia tersebut, dilakukan perhitungan *takt time* dengan target permintaan (*demand*) sebanyak 400 unit per hari.

$$Takt Time = \frac{Available Time}{Demand}$$

$$Takt Time = \frac{27.900}{400}$$

$$Takt Time = 69,75$$

Artinya, satu unit lampu LED PJU harus selesai dirakit setiap 69,75 detik agar target perusahaan terpenuhi.

3. Evaluasi Penyeimbangan Lini (Current State Mapping)

Berdasarkan data waktu actual hasil pengamatan, kemudian dibedah secara mendalam menggunakan metode *Process Activity Mapping* (PAM) guna mengidentifikasi dan mengelompokkan kategori aktivitas menjadi *Value Added* (VA), *Necessary Non-Value Added* (NNVA), dan *Non-Value Added* (NVA). Hasil *Proses Activity Mapping* (PAM) dapat dilihat pada tabel berikut.



PROSES	AKTIVITAS PRODUKSI	WAKTU					KATEGORI	TOTAL WAKTU		
		[DETIK]						VA	NNVA	NVA
		O	T	I	S	D				
Stasiun 1										
	Menjangkau dan mengambil charging connector	1					NNVA	51	9	
	Menjangkau dan mengambil PCB LED	3					NNVA			
	Memasang PCB LED ke charging connector	17					VA			
	Menjangkau dan mengambil battery pack	2					NNVA			
	Memasang battery pack ke charging connector	7					VA			
	Menjangkau dan mengambil battery cup bottom	2					NNVA			
	Memasang battery cup bottom ke battery pack	8					VA			
	Merakit komponen electrical	19					VA			
	Menaruh WIP	1					NNVA			
Stasiun 2										
	Menjangkau dan mengambil housing	1					NNVA	38	11	10
	Menaruh housing ke atas jig	1					VA			
	Menjangkau dan mengambil WIP dari stasiun 1	3					NNVA			
	Memasukkan dan memasang WIP dari stasiun 1 ke dalam housing	18					VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 1 dan alat Electric Screwdriver	3					NNVA			
	Melakukan Penykrupan Baut Pertama	8					VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 2	2					NNVA			
	Melakukan Penykrupan Baut Kedua	11					VA			
	Pengambilan baut yang terjatuh di housing dan rework	10					NNVA			
	Menaruh kembali alat Electric Screwdriver ke gantungan	2					NNVA			
Stasiun 3										
	Menjangkau dan mengambil LED board	3					NNVA	111	87	57
	Merakit komponen electrical	42					VA			
	Inspeksi sambungan electrical	4					NNVA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 1 dan alat Electric Screwdriver	5					NNVA			
	Melakukan Penykrupan Baut Pertama	7					VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 2	4					NNVA			
	Melakukan Penykrupan Baut Kedua	10					VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 3	4					NNVA			
	Melakukan Penykrupan Baut Ketiga	5					VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 4	4					NNVA			
	Melakukan Penykrupan Baut Keempat dan mengencangkan semua baut	15					VA			
	Pengambilan baut yang terjatuh di housing	7					NNVA			
	Inspeksi sambungan electrical	13					NNVA			
	Pembongkaran ulang (Rework) LED	50					NNVA			
	Menjangkau dan mengambil gasket	4					NNVA			
	Memasang gasket ke housing	14					VA			
	Menjangkau dan mengambil cover lens	3					NNVA			
	Memasang cover lens ke housing	4					VA			
	Menjangkau dan meletakkan 4 baut	28					NNVA			
	Menjangkau dan mengambil alat Electric Screwdriver	2					NNVA			
	Melakukan Penykrupan 4 baut	14					VA			
	Menaruh kembali alat Electric Screwdriver ke gantungan	2					NNVA			
	Inspeksi sambungan electrical	11					NNVA			
Stasiun 4										
	Menjangkau dan mengambil WIP dari stasiun 3	3					NNVA	10	22	
	Inspeksi sambungan electrical	7					NNVA			
	Menjangkau dan mengambil hanger	9					NNVA			
	Memasang hanger ke housing	10					VA			
	Meletakkan finished goods ke dalam box penyimpanan	3					NNVA			

Gambar 4. Process Activity Mapping (PAM)
Lampu LED Saat ini

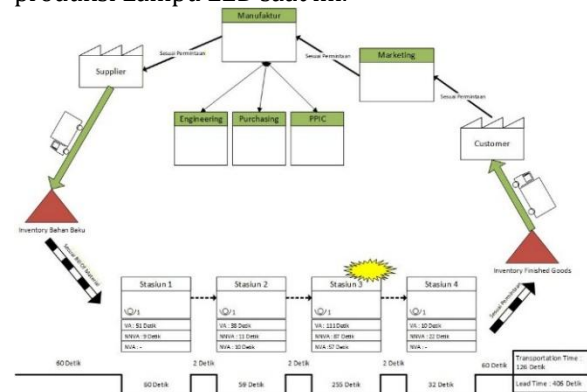
Adapun ringkasan total *cycle time* dari masing-masing kategori aktivitas tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan *Cycle Time* Proses Produksi Saat ini

Stasiun Kerja	MP	Kategori Aktivitas			Cycle Time
		VA	NNVA	NVA	
Stasiun 1	1	51	9		60
Stasiun 2	2	38	11	10	59
Stasiun 3	3	111	87	57	255
Stasiun 4	4	10	21		32

Stasiun 3 menjadi *bottleneck* tunggal yang ekstrem karena memiliki *cycle time* (255 detik) yang jauh melampaui batas *takt time* (69,75 detik). Hal ini memicu penumpukan *Work in Process* (WIP) masif di depan Stasiun 3.

Setelah melakukan pengukuran *cycle time* dan klasifikasi aktivitas secara mendetail, langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan seluruh aliran proses produksi ke dalam *Current State Mapping* (CSM). Penyusunan CSM ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai aliran material dan informasi, serta untuk mengidentifikasi titik penumpukan inventori (*bottleneck*) yang terjadi di sepanjang lini produksi Lampu LED saat ini.



Gambar 5. Current State Mapping Lampu LED

Berdasarkan visualisasi *Current State Mapping* pada Gambar di atas, berikut adalah rincian aliran informasi dan material yang terjadi di *lini produksi*. Proses manajerial dimulai ketika bagian *Marketing* menerima pesanan dari *customer*. Informasi permintaan ini kemudian diolah dan diteruskan ke divisi *Manufaktur* untuk dilakukan perencanaan produksi serta pengadaan material kepada *supplier*. Aliran informasi ini menjadi pemicu utama dimulainya aktivitas di *lantai produksi*. Aliran material bergerak secara linear dari gudang bahan baku hingga menjadi produk jadi dengan rincian sebagai berikut.

- Tahap Awal: Material dikirim dari *inventory* bahan baku menuju *line assembly* dengan waktu transportasi selama 60 detik.
- Stasiun 1: Proses dimulai dengan total *cycle time* 60 detik (VA: 51 detik, NNVA: 9 detik).
- Stasiun 2: Material berpindah dalam waktu 2 detik dengan total *cycle time* 59 detik (VA: 38 detik, NNVA: 11 detik, dan NVA: 10 detik).
- Stasiun 3 (*Bottleneck*): Setelah berpindah selama 2 detik, material masuk ke Stasiun 3. Stasiun ini merupakan titik hambatan utama



(*bottleneck*) dengan *cycle time* yang membengkak hingga 255 detik (VA: 111 detik, NNVA: 87 detik, dan NVA: 57 detik). Lonjakan waktu ini disebabkan oleh tingginya aktivitas non-nilai tambah, sehingga pada peta VSM ditandai dengan simbol *Kaizen Burst* sebagai area prioritas perbaikan.

- e. Stasiun 4: Produk berpindah dalam 2 detik menuju tahap akhir dengan *cycle time* 32 detik (VA: 10 detik, NNVA: 22 detik).
- f. Tahap Akhir: Produk yang telah selesai dirakit dipindahkan ke *inventory finished goods* dengan waktu transportasi selama 60 detik.

Identifikasi pada *current state mapping* menunjukkan adanya ketidakseimbangan aliran yang sangat signifikan. Dengan *cycle time* Stasiun 3 (255 detik) yang jauh melampaui *takt time* (69,75 detik), terjadi penumpukan *Work in Process* (WIP) dalam jumlah besar di area sebelumnya. Hal ini disebabkan oleh kemampuan Stasiun 1 dan 2 dalam memasok komponen yang jauh lebih cepat dibandingkan kapasitas proses Stasiun 3. Secara keseluruhan, total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit produk (*lead time*) adalah 406 detik, dengan total waktu transportasi (*non-processing time*) sebesar 126 detik. Gambaran kondisi aktual ini mengkonfirmasi adanya inefisiensi akibat aktivitas *rework* dan inspeksi ulang yang tidak menambah nilai, yang selanjutnya akan menjadi dasar dalam analisis akar masalah.

Analisis Pemborosan dan Akar Penyebab Masalah

Setelah melakukan pemetaan dan pengukuran pada untuk mendapatkan gambaran kondisi aktual di lini produksi, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis pemborosan dan akar penyebab masalah. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah (*root cause*) serta menentukan sumber pemborosan (*waste*) yang paling signifikan yang mengakibatkan ketidaktercapaian target produksi Lampu LED.

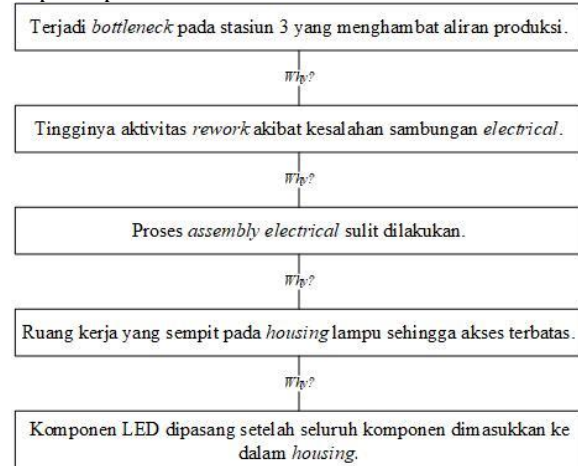
Melalui instrumen 7 Waste, ditemukan bahwa lonjakan waktu di Stasiun 3 didominasi oleh tiga pemborosan kritis, yaitu Defect (50 detik), Motion (17 detik), dan Overprocessing (13 detik).

Tabel 5. Klasifikasi 7 Pemborosan pada Proses Produksi Saat ini

No	Jenis Waste	Kondisi Aktual	Dampak Terhadap Proses	Waktu Terbuang (Detik)
1	Defect	Adanya lampu yang tidak menyala saat tes fungsi sehingga memerlukan <i>rework</i> pada konektor LED.	Menambah beban kerja.	50
2	Over processing	Aktivitas inspeksi ulang yang dilakukan berkali-kali setelah proses <i>rework</i> selesai.	Terjadi proses tambahan yang tidak menambah nilai jual produk.	13
3	Motion	Operator harus membungkuk dan merogoh bagian dalam <i>housing</i> kerucut untuk mengambil baut yang terjatuh.	Gerakan tidak ergonomis yang memperlam a waktu siklus.	17
4	Waiting	Operator stasiun 4 menunggu kiriman komponen dari stasiun 3 karena proses di stasiun 3 sangat lambat.	Terganggun 4 ya keseimbangan stasiun kerja dan adanya waktu mengganggu.	-
5	Inventory	Terjadi penumpukan barang setengah jadi (WIP) di depan stasiun	Penumpukan material di area kerja.	-

	3 akibat <i>bottleneck</i> .		
6 <i>Transportation</i>	Perpindahan material antar stasiun kerja yang belum optimal.	-	-
7 <i>Over production</i>	Produksi dilakukan berdasarkan pesanan (MTO).	-	-

Untuk mendapatkan akar penyebab yang paling mendasar dari pemborosan waktu di stasiun 3, dilakukan analisis *5 why's analysis*. Analisis ini dilakukan dengan menanyakan "Mengapa" secara berulang hingga ditemukan akar masalah yang dapat diperbaiki.



Gambar 6. Five why's analysis

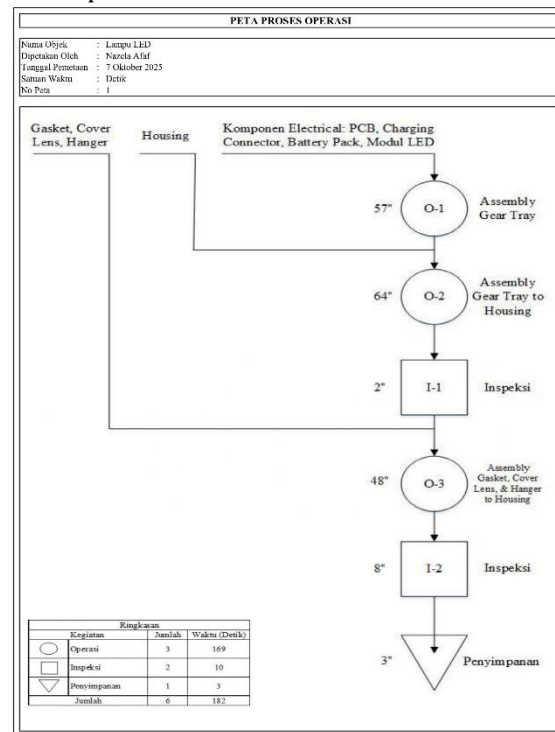
Berdasarkan pelacakan menggunakan 5 Whys Analysis, akar penyebab (root cause) dari pemborosan ini adalah metode kerja/urutan perakitan aktual yang tidak efektif. Komponen LED baru dipasang setelah seluruh komponen internal (gear tray) dimasukkan ke dalam housing. Karena bentuk housing lampu PJU cenderung kerucut dan sempit, ruang gerak tangan operator menjadi sangat terbatas. Akibatnya, penyekrupan sering meleset (baut jatuh) yang memicu waste motion, serta koneksi kabel kelistrikan sering longgar yang memicu defect lampu tidak menyala dan

mengharuskan proses rework bongkar-pasang yang lama.

Perancangan dan Pemetaan Usulan Proses Produksi

1. Mekanisme Perbaikan Lini Kerja (Line Balancing)

Melalui redistribusi elemen kerja ini, alur proses perakitan yang semula terdiri dari 4 stasiun kerja eksisting dirancang ulang menjadi 3 stasiun kerja usulan. Seluruh urutan perakitan komponen yang baru tersebut dipetakan secara sistematis ke dalam Peta Proses Operasi (PPO). Gambaran visual mengenai urutan proses perakitan usulan ini dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 7. Peta Proses Operasi (PPO) Usulan Proses Produksi Lampu LED

Berdasarkan Peta Proses Operasi di atas, detail pembagian tugas dan tujuan perbaikan pada setiap stasiun kerja usulan dijelaskan sebagai berikut:

- Stasiun 1: Fokus pada Perakitan Komponen Internal Utama



- 1) Perubahan: Seluruh komponen *electrical* (termasuk LED *board*) kini dirakit menjadi satu kesatuan (*Gear Tray*) di luar *housing*.
 - 2) Tujuan: Menghilangkan kesulitan akses kabel di ruang sempit (seperti yang terjadi pada stasiun 3 lama), sehingga aktivitas *rework* LED dapat dieliminasi sepenuhnya.
- b. Stasiun 2: Integrasi Unit ke *Housing* dan Penyekrupan Presisi
- 1) Perubahan: Operator merakit rangkaian *gear tray* lengkap di dalam *housing* dan melakukan seluruh proses penyekrupan menggunakan alat bantu *screwdriver* bermagnet.
 - 2) Tujuan: Mengeliminasi *waste motion* yaitu baut terjatuh ke dalam *housing*, yang sebelumnya membuang waktu secara signifikan serta mempercepat durasi perakitan mekanis.
- c. Stasiun 3: Finalisasi, *Sealing*, dan *Quality Control* Akhir
- 1) Perubahan: Stasiun ini difokuskan pada pemasangan gasket, *cover lens*, dan inspeksi fungsi secara menyeluruh.
 - 2) Tujuan: Menyeimbangkan beban kerja sehingga aliran produksi menjadi lancar tanpa ada penumpukan barang (WIP) di tengah jalur.

2. Hasil Pengukuran Kondisi Usulan (Future State Mapping)

Berdasarkan hasil uji coba implementasi metode kerja baru di lapangan, dilakukan pengukuran kembali untuk memvalidasi efektivitas usulan perbaikan. *Proses Activity Mapping* (PAM) untuk metode kerja usulan ini dapat dilihat pada Tabel berikut.

PROSES	AKTIVITAS PRODUKSI	WAKTU (DETIK)	AKTIVITAS					KATEGORI	TOTAL WAKTU (DETIK)		
			O	T	I	S	D		VA	NNVA	NVA
Stasiun 1											
	Menaruh housing ke atas jig	9						NNVA	35	22	
	Menjangkau dan mengambil Assy Battery Pack	3						NNVA			
	Menjangkau dan mengambil PCB LED	3						NNVA			
	Memasang dan merakit komponen elektrik PCB LED ke Assy Battery Pack	14						VA			
	Menjangkau dan mengambil LED board	3						NNVA			
	Memasang dan merakit komponen elektrik LED Board ke Assy Battery Pack	6						VA			
	Inspeksi sambungan electrical	4						NNVA			
	Menaruh gear tray ke dalam housing	15						VA			
Stasiun 2											
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 1 dan alat Electric Screwdriver	3						NNVA	45	21	
	Melakukan Penyekrupan Baut Pertama	4						VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 2	2						NNVA			
	Melakukan Penyekrupan Baut Kedua	3						VA			
	Inspeksi sambungan electrical	4						NNVA			
	Meletakkan LED Board ke atas housing dengan presisi	13						VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 1 dan alat Electric Screwdriver	3						NNVA			
	Melakukan Penyekrupan Baut Pertama	3						VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 2	2						NNVA			
	Melakukan Penyekrupan Baut Kedua	2						VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 3	2						NNVA			
	Melakukan Penyekrupan Baut Ketiga	3						VA			
	Menjangkau dan mengambil material baut ke 4	3						NNVA			
	Melakukan Penyekrupan Baut Keempat dan mengencangkan semua baut	15						VA			
	Inspeksi sambungan electrical	2						NNVA			
Stasiun 3											
	Menjangkau dan mengambil gasket	2						NNVA	34	25	
	Memasang gasket ke housing	5						VA			
	Menjangkau dan mengambil cover lens	1						NNVA			
	Memasang cover lens ke housing	2						VA			
	Menjangkau dan mengambil baut	1						NNVA			
	Menjangkau dan mengambil screw driver	1						NNVA			
	Melakukan Penyekrupan Baut	17						VA			
	Menjangkau dan mengambil hanger	9						NNVA			
	Memasang hanger ke housing	10						VA			
	Inspeksi sambungan electrical dan fisik finished goods	8						NNVA			
	Meletakkan finished goods ke dalam box	3						NNVA			

Gambar 8. *Process Activity Mapping* Usulan Proses Produksi Lampu LED

Adapun ringkasan performa *lini produksi* setelah perbaikan dirangkum pada tabel berikut.

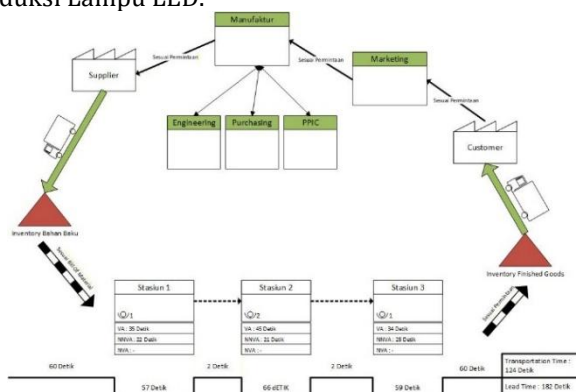
Tabel 6. Hasil Cycle Time Usulan Perbaikan Proses Produksi Lampu LED

Stasiun Kerja	MP	Kategori Aktivitas			Cycle Time
		VA	NNVA	NVA	
Stasiun 1	1	35	22	-	57
Stasiun 2	2	45	21	-	66
Stasiun 3	1	34	25	-	59
Total Lead Time 1 Finished Goods					182

Uji coba implementasi metode baru menunjukkan perubahan signifikan pada cycle time tiap stasiun: Stasiun 1 (57 detik), Stasiun 2 (66 detik), dan Stasiun 3 (59 detik). Total lead time pembuatan terpengkas dari 406 detik menjadi 182 detik (Efisiensi 55%), dan komponen waste NVA berhasil ditekan hingga 0% (Tabel 7). Seluruh stasiun kini beroperasi aman di bawah garis takt time (69,75 detik).

Setelah melakukan pengukuran *cycle time* dan klasifikasi aktivitas secara mendetail, langkah selanjutnya adalah memvisualisasikan seluruh aliran proses produksi ke dalam *Future State Mapping* (FSM). Penyusunan FSM ini bertujuan

untuk memberikan gambaran secara menyeluruh mengenai aliran material dan informasi usulan proses produksi yang terjadi di sepanjang lini produksi Lampu LED.



Gambar 9. Future State Mapping Lampu LED

Berdasarkan visualisasi *Future State Mapping* pada Gambar di atas, berikut adalah rincian aliran informasi dan material yang telah dioptimalkan. Sistem informasi tetap dimulai dari pesanan *customer* yang diterima oleh bagian *Marketing*, kemudian diteruskan ke divisi Manufaktur. Namun, pada kondisi usulan ini, koordinasi pengadaan material ke *supplier* dan penjadwalan produksi menjadi lebih stabil karena fluktuasi output pada lini produksi telah diminimalisir melalui penyeimbangan line yang lebih baik. Setelah dilakukan perbaikan metode kerja dan perombakan stasiun kerja, aliran material kini bergerak lebih lancar dengan rincian sebagai berikut.

- Tahap Awal: Material dari *inventory* dikirim menuju line *assembly* dengan waktu transportasi tetap selama 60 detik.
- Stasiun 1: Proses perakitan komponen internal memiliki total *cycle time* 57 detik (VA: 35 detik, NNVA: 22 detik).
- Stasiun 2: Material berpindah dalam waktu 2 detik menuju stasiun berikutnya dengan total *cycle time* 66 detik (VA: 45 detik, NNVA: 21 detik).
- Stasiun 3: Setelah berpindah selama 2 detik, material masuk ke stasiun terakhir dengan *cycle time* yang jauh lebih efisien yaitu 59 detik (VA: 34 detik, NNVA: 25 detik). Reduksi waktu yang signifikan di stasiun ini membuktikan

bahwa bottleneck telah berhasil dieliminasi sepenuhnya.

- Tahap Akhir: Produk jadi (*finished goods*) dibawa menuju gudang penyimpanan dengan waktu transportasi selama 60 detik.

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan bahwa *lini produksi* kini telah mencapai keseimbangan (*line balancing*) yang optimal. Seluruh stasiun kerja memiliki *cycle time* yang berada di bawah batas *takt time* sebesar 69,75 detik, sehingga target produksi harian sebanyak 400 unit dapat terpenuhi secara konsisten tanpa adanya penumpukan barang (*Work in Process*) di tengah jalur. Secara keseluruhan, total waktu proses (*Processing Time*) untuk satu unit produk terpankas menjadi 182 detik (sebelumnya 406 detik) dan total waktu transportasi menjadi 124 detik. Gambaran *Future State Mapping* ini menunjukkan peningkatan produktivitas yang signifikan serta aliran proses yang lebih efisien.

Evaluasi Hasil Implementasi Usulan Perbaikan Proses Produksi Lampu LED

Berdasarkan tahapan yang telah dirancang sebelumnya, PT XYZ telah mengimplementasikan usulan perbaikan berbasis *lean manufacturing* pada *lini produksi* Lampu LED. Untuk mengukur tingkat keberhasilan dan efektivitas dari implementasi tersebut, dilakukan analisis perbandingan data aktual sebelum dan sesudah perbaikan, yang ditinjau dari efisiensi waktu proses (*lead time*) serta capaian *output* produksi harian.

1. Analisis Kestabilan Proses dan Kontrol Kualitas (Control Chart)

Setelah perbaikan diterapkan pada bulan Februari 2026, yang dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 7. Laporan Harian Hasil Produksi Lampu LED Setelah Perbaikan

Tanggal	Target (Unit)	Aktual (Unit)	Persentase Pencapaian Target
02 February 2026	400	410	103%
03 February 2026	400	410	103%



04 February 2026	400	400	100%
05 February 2026	400	410	103%
06 February 2026	400	410	103%
09 February 2026	400	410	103%
10 February 2026	400	420	105%
11 February 2026	400	420	105%
12 February 2026	400	420	105%
13 February 2026	400	400	100%
Rata-Rata Pencapaian Target (%)		411	103%

Kestabilan kinerja lini dipantau menggunakan pendekatan Control Chart (Peta Kendali) sederhana berdasarkan performa output harian.

Batas Kendali Atas (BKA / UCL): 420 unit

Batas Kendali Bawah (BKB / LCL): 400 unit

Rata-rata (Mean): 411 unit per hari

Variasi Output Baru: Minimum 400 unit, Maksimum 420 unit.

Fluktuasi output yang sangat sempit dan konsisten berada di dalam batas kendali ini membuktikan bahwa proses produksi baru telah stabil, dapat diprediksi, dan terbebas dari variabilitas gangguan mekanis.

2. Validasi Ilmiah Batas Kapasitas Maksimal Lini (Pencapaian 103%)

Berdasarkan perhitungan kapasitas maksimum lini, stasiun dengan cycle time tertinggi (stasiun pembatas/bottleneck baru) adalah Stasiun 2 dengan $CT_{max} = 66 \text{ Unit}$. Waktu kerja bersih tersedia dalam 1 shift adalah 27.900. Maka, kapasitas maksimum aktual Adalah

$$\text{Kapasitas Maksimum Aktual} = \frac{\text{Available time}}{CT_{max}}$$

$$\text{Kapasitas Maksimum Aktual} = \frac{27.900}{66}$$

$$\text{Kapasitas Maksimum Aktual} = 422 \text{ Unit}$$

Karena kapasitas batas atas lini produksi baru mampu menampung hingga 422 unit per hari, maka pencapaian aktual sebesar 411 unit (103%)

berada dalam koridor kapasitas yang aman, rasional, dan tidak memicu beban kerja berlebih pada operator.

3. Analisis Efisiensi Waktu Proses

Perbaikan *line* difokuskan pada eliminasi pemborosan (*waste*) menggunakan pendekatan *Value Stream Mapping*. Perbandingan detail mengenai klasifikasi waktu proses sebelum dan setelah implementasi perbaikan disajikan pada Tabel berikut.

Tabel 8. Perbandingan Efisiensi Waktu Proses Produksi Lampu LED

Parameter	Sebelum Perbaikan (Detik)	Setelah Perbaikan (Detik)	Efisiensi (%)
<i>Value Added</i> (VA)	210	114	46%
<i>Necessary Non-Value Added</i> (NNVA)	129	68	47%
<i>Non-Value Added</i> (NVA)	67	0	100%
Total <i>Lead Time</i>	406	182	55%

Berdasarkan Tabel di atas, terlihat adanya efisiensi yang sangat signifikan pada total waktu proses (*Total Lead Time*), yaitu menurun sebesar 55% dari 406 detik menjadi 182 detik. Keberhasilan utama dari implementasi ini adalah eliminasi total pada kategori *Non-Value Added* (NVA) sebesar 100% (dari 67 detik menjadi 0 detik) serta pemangkasan waktu *Necessary Non-Value Added* (NNVA) sebesar 47%. Pengurangan ini membuktikan bahwa aliran proses produksi Lampu LED kini menjadi jauh lebih efektif dan responsive.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi perbaikan pada lini perakitan lampu LED Penerangan Jalan Umum (PJU) di PT XYZ, dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Jenis Pemborosan (*Waste*) Dominan



Masalah hambatan (bottleneck) dan ketidaktercapaian target produksi disebabkan oleh akumulasi tiga pemborosan kritis, yaitu defect (koneksi kelistrikan longgar), motion (gerakan tidak ergonomis akibat bodi komponen yang sempit), dan overprocessing (aktivitas inspeksi berulang). Ketiga pemborosan ini memicu penumpukan persediaan setengah jadi (Work in Process) di lantai bursa kerja.

2. Kondisi Aliran Nilai Aktual

Pemetaan aliran nilai awal menunjukkan adanya ketidakseimbangan lintasan yang sangat ekstrem. Stasiun perakitan utama bertindak sebagai pembuat hambatan tunggal karena waktu siklusnya melampaui batas kecepatan aman (takt time) yang dibutuhkan untuk mengejar permintaan pelanggan. Kondisi ini dipicu oleh besarnya kontribusi aktivitas tidak bernilai tambah (non-value added), terutama untuk pengerjaan ulang (rework) produk dan penanganan material manual yang tidak efektif.

3. Dampak Implementasi Usulan

Rekonfigurasi metode kerja melalui perakitan komponen internal di luar bodi lampu serta penerapan alat bantu mekanis bermagnet terbukti berhasil menyeimbangkan lini produksi menjadi tiga stasiun kerja yang efisien. Evaluasi pasca-implementasi menunjukkan eliminasi total aktivitas *non-value added* dan pemangkasan *lead time* secara masif. Lini produksi kini beroperasi dengan lancar di bawah batas *takt time*, sehingga mampu memenuhi dan melampaui target kapasitas harian perusahaan secara konsisten guna mengamankan jadwal pengiriman pesanan *Make to Order* (MTO) kepada pelanggan.

4. Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada pemantauan dan pengambilan data operasional yang dilakukan dalam jangka pendek (periode pengamatan dua bulan). Selain itu, analisis data perbandingan performa lini sesudah perbaikan masih terbatas pada analisis kuantitatif deskriptif rata-rata kapasitas, serta belum mengintegrasikan uji statistik inferensial formal (seperti uji kecukupan, uji keseragaman data, atau uji hipotesis

komparatif) untuk memvalidasi signifikansi perubahan varians proses secara statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitri, Adelino, Putri, Farid. 2023. "Penerapan Lean Manufacturing untuk Meminimalkan Pemborosan." *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang*. 6(2):94-104. doi: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v6i1.3917>. Ai dil kamal, seppanur bandri. 2023. "Vol. 6 No.2 Juni 2023 Rang Teknik Journal." *Rang Teknik Journal* 6(2):94-104.
- Jk, Helena, and Andrean Yonathan. 2021. "MEMINIMASI PEMBOROSAN DENGAN LEAN MANUFACTURING PADA PROSES PRODUKSI DI PT . IE Dengan Menghilangkan Segala Bentuk Pemborosan Serta Meningkatkan Nilai Tambah Produk Berdasarkan Latar Belakang Yang Sudah Dijelaskan . Perusahaan Masih Mengalami Permasalahan." 1451-60.
- Kasanah, Yulinda Uswatun, and Pratya Poeri Suryadhini. 2021. "Identifikasi Pemborosan Aktivitas Di Lantai Produksi PSR Menggunakan Process Activity Mapping Dan Waste Assessment Model." *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya* 7(2):95-102. doi: 10.30656/intech.v7i2.3880.
- Nurdiansyah, Dandi, Sarah Nur Fatimah, Hani Nurwiyanti, and Muchammad Fauzi. 2022. "Usulan Efisiensi Waste Proses Produksi Bed Sheet Di Pt. Abc Menggunakan Metode Value Stream Mapping." *Jurnal Bayesian: Jurnal Ilmiah Statistika Dan Ekonometrika* 2(1):93-106. doi: 10.46306/bay.v2i1.32.
- Nurwulan, Taghsya, Astuti, Fitri, Nisa. 2023. "Pengurangan Lead Time dengan Lean Manufacturing: Kajian Literatur." *JIME (Journal of Industrial Manufacture Engineering* 5(1):30-40. doi: 10.31289/jime.v5i1.3851.
- Panudju, Andreas Tri, Bambang Setyo Panulisan, and Euis Fajriati. 2018. "Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) Dengan Metode Ranked Position Weight (Rpw) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit Di Pt. Tong Hong Tannery Indonesia



- Serang Banten." *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri* 5(2):69–80. doi: 10.24853/jisi.5.2.69-80.
- Ponda, Henri, Nur Fadilah Fatma, and Itok Siswantoro. 2022. "Usulan Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping (Vsm) Dalam Meminimalkan Waste Pada Proses Produksi Ban Motor Pada Industri Pembuat Ban." *Heuristic* 23–42. doi: 10.30996/heuristic.v19i1.6568.
- Ravizar, Agung, and Rosihin Rosihin. 2018. "Penerapan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Waste Pada Produksi Absorbent." *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya* 4(1):23. doi: 10.30656/intech.v4i1.854.
- Ristyowati, Trismi, Ahmad Muhsin, and Putri Puji Nurani. 2017. "MINIMASI WASTE PADA AKTIVITAS PROSES PRODUKSI DENGAN KONSEP LEAN MANUFACTURING (Studi Kasus Di PT. Sport Glove Indonesia)." *Opsi* 10(1):85. doi: 10.31315/opsi.v10i1.2191.
- Sari, Rahmi M., Syafiq Alhadi Yuman, Aulia Ishak, and Indah Rizky Tarigan. 2025. "Perbaikan Proses Produksi Tiang Lampu Menggunakan Metode Value Stream Analysis Tools (Valsat)." *Journal of Science and Social Research* 8(3):5354–59.
- Setiawan, Tumanggor, Purba. 2011. "value stream mapping: literature review and implications for indian industry." *Jurnal Sistem Teknik Industri (JSTI)* 53(5–8):799–809. doi:10.1007/s00170-010-2860-7.
- Suwandi, Nadia Natalia, Kartika Suhada, Program Sarjana, Teknik Industri, Fakultas Teknologi, and Universitas Kristen. 2024. "Penerapan Lean Manufacturing Dengan Metode Value Stream Mapping Untuk Mengurangi Cycle Time Pada Bagian Perakitan Spring Mattress Di PT X Application of Lean Manufacturing with Value Stream Mapping Method to Reduce Cycle Time in Spring Mattress Assembly A." 7(2):111–33.
- Walenna, A. M. Adhitya A., Nuri Wulantari, Erdin Dwi S, and Hafizhta Aryunda T. 2018. "Studi Komparatif Hukum Tabdzir Dan 7 Waste Dalam Proses Manufaktur Untuk Meminimalkan Biaya (Cost)." *Prosiding Konferensi Integrasi Interkoneksi Islam Dan Sains* 1(September):2–6.