

ANALISIS *LEAN MANUFACTURING* UNTUK MEMINIMASI PEMBOROSAN (*WASTE*) DI PT. SAT NUSAPERSADA TBK

Desi Irawati Lestari¹, Aprizal putra²

* Batam Polytechnics

Logistics Trade International Study Program

Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: desiirawatilestarii@gmail.com, aprizal@polibatam.ac.id

Abstrak

Industri manufaktur elektronik dituntut untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan biaya rendah dan waktu produksi yang efisien. Namun, dalam praktiknya masih sering ditemukan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*) sehingga menurunkan efisiensi proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi *smartphone* di PT. Sat Nusapersada Tbk serta mengidentifikasi faktor penyebab utama pemborosan tersebut dengan menggunakan pendekatan *lean manufacturing*. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan studi kasus pada satu lini produksi yang mencakup proses *Surface Mount Technology (SMT)*, *assembly*, *testing*, dan *packing*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, *time study*, serta penyebaran *Waste Assessment Questionnaire (WAQ)* kepada responden yang terlibat langsung dalam proses produksi. Analisis dilakukan menggunakan *Current State Value Stream Mapping (CSVSM)* untuk mengidentifikasi aktivitas *value added (VA)* dan *non-value added (NVA)*, perhitungan *Process Cycle Efficiency (PCE)*, serta *Waste Assessment Model (WAM)* untuk menentukan pemborosan dominan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total waktu aktivitas bernilai tambah (*VA*) sebesar 1.080 detik, sedangkan aktivitas tidak bernilai tambah (*NVA*) mencapai 2.100 detik, sehingga total *lead time* proses produksi sebesar 3.180 detik. Proses *testing* teridentifikasi sebagai *bottleneck* utama akibat ketidakseimbangan kapasitas antar proses. Analisis *WAQ* dan *WAM* menunjukkan bahwa pemborosan dominan adalah *waste waiting*, diikuti oleh *waste defect* dan *waste motion*. Nilai *PCE* sebesar 33,96% menunjukkan bahwa efisiensi proses produksi berada pada kategori sedang dan masih memiliki peluang perbaikan yang signifikan. Penelitian ini membuktikan bahwa penerapan *lean manufacturing* dengan *VSM*, *WAQ*, dan *WAM* efektif dalam mengidentifikasi pemborosan serta dapat dijadikan dasar dalam perumusan strategi perbaikan proses produksi di PT. Sat Nusapersada Tbk.

Kata kunci: *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping*, *Waste*, *Process Cycle Efficiency*, Industri Elektronik

1. Introduction

Industri manufaktur merupakan sektor strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan daya saing nasional. Di tengah persaingan global dan tekanan pasar yang semakin ketat, perusahaan manufaktur dituntut untuk menghasilkan produk berkualitas tinggi, dengan biaya rendah, dan waktu produksi yang efisien. Untuk mencapai tujuan tersebut, perusahaan harus

mampu mengelola proses produksinya secara optimal dan mengurangi segala bentuk pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*).

Permasalahan umum yang sering terjadi di perusahaan manufaktur adalah tingginya tingkat pemborosan (*waste*) dalam proses produksi. Menurut (Sutrisno et al., 2018), terdapat tujuh jenis pemborosan utama dalam sistem produksi yaitu: *overproduction*, *waiting*, *transport*, *overprocessing*, *inventory*, *motion*, dan

defect. Pemborosan-pemborosan ini dapat menyebabkan peningkatan waktu produksi (*lead time*), penurunan produktivitas, dan biaya operasional yang tinggi.

Salah satu strategi yang telah terbukti efektif dalam menangani masalah tersebut adalah lean manufacturing. Lean adalah pendekatan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan melalui peningkatan berkelanjutan, dengan penekanan pada penciptaan nilai bagi pelanggan (Palange & Dhatrik, 2021). Di antara berbagai alat dalam lean, *value stream mapping* (VSM) berfungsi untuk memetakan aliran proses dari awal hingga akhir serta mengidentifikasi aktivitas yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah.

Salah satu perusahaan manufaktur elektronik berskala besar di Indonesia, PT. Sat Nusapersada Tbk, diketahui memiliki sistem produksi dengan berbagai lini perakitan smartphone, mulai dari proses *Surface Mount Technology* (SMT), *Assembly*, *Testing*, hingga *Packing*. Berdasarkan pengamatan awal dan studi pustaka, proses ini masih mengandung aktivitas *non-value-added* yang signifikan, seperti waktu tunggu antar proses, kerusakan unit (*defect*), serta *overprocessing* yang menyebabkan rendahnya efisiensi dan tingginya biaya produksi (Moengin & Ayunda, 2021). Oleh karena itu, studi ini dilaksanakan untuk mengkaji pemborosan serta merancang perbaikan dalam proses produksi smartphone di PT Sat Nusapersada Tbk dengan menerapkan pendekatan lean manufacturing.

2. Research Method

LEAN MANUFACTURING

Lean manufacturing merupakan pendekatan sistematis dalam industri manufaktur yang berfokus pada eliminasi pemborosan (*waste*) guna mencapai efisiensi operasional maksimal dan pengurangan biaya produksi (Rosyidah et al., 2025). Konsep ini menjadi semakin kritis ketika dikaitkan dengan dinamika ekonomi global yang berubah cepat, dimana adaptasi terhadap efisiensi sumber daya menentukan daya saing perusahaan. Implementasi *lean manufacturing* dapat dilakukan melalui dua pendekatan (Deshkar et al., 2018).

PEMBOROSAN (WASTE) DALAM LEAN

Beragam bentuk pemborosan (*waste*) menurut istilah Jepang dalam sistem produksi Toyota: di luar produksi skala besar, yaitu muda (aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah). Pemborosan merupakan gejala, bukan akar dari sebuah permasalahan. Istilah pemborosan menurut *Toyota production system* dikenal

sebagai *seven waste* (Hendrawan et al., 2025). Antara lain sebagai berikut:

a. *Transportation*

Pemindahan material adalah aktivitas yang melibatkan transfer bahan dari satu proses ke proses lainnya dalam jarak tertentu.

b. *Inventory*

Persediaan mengacu pada pembelian bahan baku yang berlebihan, yang menyebabkan penumpukan stok di gudang.

c. *Motion*

Pemborosan gerakan mencakup tindakan oleh pekerja maupun mesin yang tidak menambah nilai pada produk. Penyebab utamanya adalah metode kerja yang tidak konsisten, pengorganisasian lingkungan kerja yang kurang baik, dan tata letak yang tidak efisien.

d. *Waiting*

Menunggu terjadi ketika operator, material, atau mesin terhenti dalam pekerjaan akibat ketidakseimbangan dalam proses. Pemborosan ini muncul karena distribusi beban kerja yang tidak merata.

e. *Overproduction*

Produksi barang melebihi permintaan atau kebutuhan dapat menyebabkan alokasi sumber daya tambahan kepada produk tersebut.

f. *Overprocessing*

Proses berlebih terjadi ketika langkah-langkah dipenuhi secara berulang tanpa memberikan nilai tambah pada produk. Kegagalan dalam menyinkronkan proses menjadi faktor utama terjadinya pemborosan ini.

g. *Defects*

Sebuah produk dianggap cacat jika ia gagal memenuhi spesifikasi yang diminta oleh konsumen, yang dapat mengakibatkan kebutuhan untuk perbaikan, pengembalian dari pelanggan, dan ketidakpuasan pelanggan.

Tabel Identifikasi Waste, Akar Masalah, dan Usulan Perbaikan
(Studi Kasus: Proses Produksi Smartphone di PT Sat Nusapersada Tbk)

Jenis Waste	Akar Masalah	Solusi / Rekomendasi Perbaikan
Waiting	- Ketidakseimbangan waktu siklus antar stasiun kerja	- Melakukan <i>line balancing</i>
	- Keterlambatan pasokan bahan baku	- Perbaikan sistem aliran material
	- Downtime mesin dan setup yang lama	- Penjadwalan ulang produksi
Defects	- Kesalahan pemasangan komponen	- Standarisasi metode kerja
	- Standar kerja belum seragam	- Peningkatan pengendalian kualitas proses
	- Ketidakstabilan kualitas material	- Pelatihan operator
		- Inspeksi kualitas di awal proses
Inventory	- Produksi tidak sesuai kebutuhan aktual	- Penyesuaian jumlah produksi dengan permintaan
	- Penumpukan WIP akibat waiting tinggi	- Pengendalian persediaan WIP
		- Penerapan prinsip <i>just in time</i>
Transportation	- Tata letak fasilitas belum optimal	- Perbaikan layout produksi
	- Jarak perpindahan material terlalu jauh	- Pengaturan ulang aliran proses agar lebih linear
Motion	- Tata letak workstation tidak ergonomis	- Penataan workstation
	- Penempatan alat dan material tidak teratur	- Penerapan prinsip 5S
		- Standarisasi gerakan kerja
Overproduction	- Produksi didorong target internal	- Penyesuaian rencana produksi
	- Kurangnya sinkronisasi dengan permintaan	- Produksi berbasis permintaan (<i>pull system</i>)
Overprocessing	- Proses inspeksi berulang	- Evaluasi ulang proses kerja
	- Aktivitas tambahan tanpa nilai tambah	- Eliminasi proses yang tidak bernilai tambah

VALUE STREAM MAPPING (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) merupakan sebuah alat yang menyajikan gambaran mengenai aliran informasi dan bahan yang diterapkan oleh perusahaan dalam proses produksi. VSM berperan dalam mengidentifikasi kegiatan yang memberikan nilai tambah dan yang tidak memberikan nilai tambah dalam sektor manufaktur. Dengan demikian, VSM mempermudah untuk menemukan sumber masalah yang terdapat dalam suatu proses produksi (Rosyidah et al., 2025).

Menurut Rother & Shook (2003) dalam jurnal penelitian dalam jurnal (Rahima Shabeen & Aravind Krishnan, 2022), VSM membantu memahami kondisi

proses saat ini (*Current State*) dan mendesain kondisi masa depan (*Future State*) untuk meningkatkan efisiensi. Manfaat utama VSM:

- Mengidentifikasi aktivitas bernilai tambah (VA) dan tidak bernilai tambah (NVA).
- Mengurangi *lead time* dan *bottleneck*.
- Memfasilitasi komunikasi lintas departemen.
- Menjadi alat perencanaan perbaikan proses yang berbasis data

Peran vsm dalam identifikasi VA dan NVA membedakan aktivitas yang memberikan nilai bagi pelanggan (VA) dari aktivitas yang tidak memberikan nilai (NVA), seperti menunggu, transportasi berlebih, atau rework. Analisis VA/NVA ini digunakan untuk menghitung *Process Cycle Efficiency (PCE)* dan menentukan prioritas perbaikan (Costa et al., 2024).

VALUE-ADDED (VA) & NON-VALUE-ADDED (NVA)

Menurut *lean manufacturing*, *Value-Added (VA)* adalah aktivitas yang secara langsung menambah nilai suatu produk atau jasa dari perspektif pelanggan, sehingga pelanggan bersedia membayar aktivitas tersebut. Sebaliknya, *Non-Value-Added (NVA)* adalah aktivitas yang tidak menambah nilai dan sering dianggap sebagai pemborosan (*waste*), walaupun dalam beberapa kasus masih diperlukan (misalnya inspeksi untuk memenuhi standar kualitas) (Costa et al., 2024).

PROCESS CYCLE EFFICIENCY (PCE)

Process Cycle Efficiency (PCE) adalah indikator *lean manufacturing* yang mengukur persentase waktu aktivitas bernilai tambah (*Value-Added Time*) dibandingkan dengan total waktu siklus produksi (*Total Lead Time*).

PCE digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi suatu proses produksi.

$$PCE = \frac{VA\ time}{VA\ time + NVA\ time} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

- a. *Value-Added Time* (VA): Waktu yang benar-benar memberikan nilai tambah pada produk.
- b. *Total Lead Time*: Waktu keseluruhan dari awal proses hingga produk selesai, termasuk waktu tunggu, transportasi, inspeksi, dll.

Interpretasi nilai PCE menurut standar lean:

- a. PCE Tinggi (> 25%) → Proses sangat efisien, sedikit aktivitas NVA.
- b. PCE Sedang (10–25%) → Masih ada *waste* yang dapat dihilangkan.
- c. PCE Rendah (< 10%) → Banyak aktivitas tidak bernilai tambah, proses perlu perbaikan signifikan.

WASTE ASSESSMENT QUESTIONNAIRE (WAQ) & WASTE ASSESSMENT MODEL (WAM)

Identifikasi pemborosan dilakukan dengan memanfaatkan metode WAM. Model WAM dirancang untuk mempermudah proses dalam mengidentifikasi pemborosan, dengan tujuan akhir mengeliminasi pemborosan tersebut. Metode WAM dapat menunjukkan hubungan antara berbagai jenis pemborosan serta memberikan peringkat untuk masing-masing pemborosan tersebut. Model ini menggambarkan hubungan antara tujuh jenis pemborosan, yaitu *Overproduction* diwakili oleh huruf "O", *Processing* oleh huruf "P", *Inventory* oleh huruf "I", *Transportation* oleh huruf "T", *Defects* oleh huruf "D", *Waiting* oleh huruf "W", dan *Motion* oleh huruf "M". (Rawabdeh, 2005).

TIME STUDY

Time study merupakan salah satu teknik *work measurement* yang berasal dari *Scientific Management*. Teknik ini mencakup pengamatan langsung terhadap pekerjaan berulang menggunakan alat pengukur waktu biasanya *stopwatch* untuk memperkirakan waktu yang diperlukan menyelesaikan suatu tugas pada kondisi kinerja standar (Damacharla et al., 2022). Fungsinya antara lain:

- a. Menetapkan waktu kerja standar (*standard time*).
- b. Mengidentifikasi elemen aktivitas dalam suatu siklus proses.

- c. Menentukan aktivitas bernilai tambah (VA) dan aktivitas tidak bernilai tambah (NVA).
- d. Memberi dasar kuantitatif untuk menghitung efisiensi proses.

Teknik pengukuran waktu proses dapat menggunakan, *stopwatch* atau *chronometer* digunakan untuk merekam secara tepat durasi dari setiap elemen aktivitas dalam satu siklus kerja. Lembar observasi atau *time sheet* untuk catatan sistematis mengenai aktivitas, mulai dan selesai setiap elemen, termasuk data jumlah operator dan kondisi lingkungan kerja dan, *breakdown* elemen kerja proses dibagi ke dalam bagian-bagian kecil yang spesifik sehingga pengukuran menjadi lebih akurat dan konsisten.

Penggunaan *time study* untuk Menentukan VA dan NVA, Seluruh aktivitas di dalam proses diobservasi dan dicatat. Tiap elemen kerja dianalisis apakah memenuhi kriteria *value-added* (VA) atau *non-value-added* (NVA). VA adalah aktivitas yang langsung menyediakan nilai kepada pelanggan (misal perakitan komponen), sedangkan NVA adalah aktivitas seperti menunggu, bergerak tanpa kontribusi nilai, atau *rework*. Dengan mencatat waktu untuk masing-masing elemen, *researcher* dapat menghitung rasio VA terhadap total *lead time*, yang kemudian digunakan untuk menghitung *process cycle efficiency* (PCE).

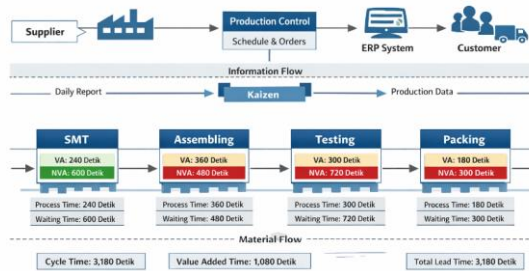
3. Research Result

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kuantitatif dengan fokus pada studi kasus di jalur produksi smartphone di PT Sat Nusapersada Tbk. Data yang digunakan mencakup baik data primer maupun sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, pengukuran waktu proses (*time study*), serta pengisian Kuesioner Penilaian Limbah (Waste Assessment Questionnaire/WAQ) oleh para operator dan supervisor produksi. Data sekunder diperoleh dari dokumen produksi perusahaan dan literatur terkait lean manufacturing.

Tahapan penelitian meliputi penyusunan Current State Value Stream Mapping untuk menggambarkan kondisi aktual proses produksi, identifikasi aktivitas *value-added* dan *non-value-added*, perhitungan

Process Cycle Efficiency (PCE), serta analisis pemborosan menggunakan Waste Assessment Model (WAM). Berdasarkan hasil analisis tersebut, dirancang Future State Value Stream Mapping sebagai usulan perbaikan proses untuk meminimasi pemborosan dan meningkatkan efisiensi produksi.

1. Current State Value Stream Mapping (CSVSM)



Gambar *Current State Value Stream Mapping*

Gambar diatas menunjukkan hasil pemetaan *current state value stream mapping* (CSVSM) pada proses produksi smartphone di PT. Sat Nusapersada Tbk. Pemetaan ini menggambarkan aliran material dan informasi dari proses SMT hingga Packing serta menunjukkan waktu proses dan waktu tunggu pada setiap tahapan produksi.

Hasil pemetaan *current state value stream mapping* (CSVSM) pada proses produksi smartphone di PT. Sat Nusapersada Tbk menunjukkan bahwa total waktu *non-value-added* (NVA) masih lebih dominan dibandingkan waktu *value-added* (VA). Berdasarkan hasil pengukuran waktu proses, total waktu VA sebesar 1.080 detik, sedangkan total waktu NVA mencapai 2.100 detik, sehingga total *lead time* proses produksi adalah 3.180 detik.

Dominasi aktivitas NVA terutama terjadi dalam bentuk waiting antar proses, antrean produk, serta waktu tunggu akibat ketidakseimbangan kapasitas kerja antar stasiun kerja. Kondisi ini menunjukkan bahwa aliran proses produksi belum berjalan secara optimal dan masih mengandung potensi pemborosan yang signifikan.

Jika dilihat per tahapan proses, proses Testing memiliki waktu tunggu tertinggi dibandingkan proses lainnya, sehingga menjadi bottleneck utama dalam sistem produksi. Bottleneck ini menyebabkan penumpukan

produk dari proses sebelumnya dan memperpanjang lead time keseluruhan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Noviyana (2024) yang menemukan bahwa aktivitas waiting dan idle time mendominasi aliran produksi pada kondisi current state. Demikian pula, Moengin & Ayunda (2021) melaporkan bahwa sebelum perbaikan lean, lead time produksi didominasi oleh aktivitas non-value added akibat layout yang belum optimal dan ketidakseimbangan proses.

Perbedaannya, pada penelitian ini konteks industri smartphone menunjukkan tingkat kompleksitas yang lebih tinggi dibandingkan industri tekstil atau manufaktur umum, sehingga potensi waiting dan antrean produk menjadi lebih besar, terutama pada proses yang memerlukan inspeksi kualitas ketat seperti Testing.

2. Analisis Time Study dan Bottleneck Proses

Tabel data *value added* dan *non value added*

Proses	Waktu VA (detik)	Waktu NVA (detik)	Total Waktu (detik)
SMT	240	600	840
Assembling	360	480	840
Testing	300	720	1.020
Packing	180	300	480
Total	1.080	2.100	3.180

Berdasarkan Tabel diatas terlihat bahwa waktu non-value added (NVA) lebih dominan dibandingkan waktu value added (VA) pada seluruh tahapan proses produksi. Proses Testing memiliki waktu NVA tertinggi, yang mengindikasikan adanya bottleneck pada tahapan tersebut.

Berdasarkan hasil time study, diketahui bahwa proses SMT, Assembling dan Testing memiliki waktu proses dan waktu tunggu yang relatif tinggi. Proses Testing secara khusus menunjukkan ketidakseimbangan antara waktu proses dan waktu tunggu, yaitu waktu proses sebesar 300 detik dan waktu tunggu mencapai 720 detik.

Kondisi ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan lini produksi (line imbalance), di mana kapasitas proses Testing tidak sebanding dengan laju kedatangan produk dari proses sebelumnya. Akibatnya, terjadi antrean produk yang berdampak pada meningkatnya waiting time dan risiko penanganan ulang produk.

Temuan ini konsisten dengan penelitian Khunaifi et al. (2022) dan Yadrifil et al. (2020) yang menyatakan bahwa bottleneck sering terjadi pada proses inspeksi atau pengujian kualitas karena keterbatasan sumber daya dan waktu siklus yang lebih panjang. Namun, pada penelitian ini bottleneck tidak hanya berdampak pada waiting, tetapi juga berkontribusi terhadap meningkatnya defect dan motion.

3. Pembahasan Identifikasi Waste Menggunakan WAQ dan WAM

Tabel jumlah data kuesioner

Jenis Jawaban	Jumlah
Ya (Y)	205
Sedang (S)	193
Tidak (T)	282
Total Jawaban	680

(68 pertanyaan \times 10 responden = 680 jawaban)

Total kuesioner = $(205 * 1) + (193 * 0.5) + (282 * 0)$

Total kuesioner = $205 + 96,5 = 301,5$

Sebanyak 301,5 poin kondisi pemborosan teridentifikasi dari keseluruhan proses produksi.

A) Makna Data terhadap Faktor Penyebab Pemborosan

1) Jawaban “Ya” (205) Menunjukkan kondisi yang sering terjadi dan merupakan indikasi kuat faktor penyebab pemborosan.

2) Jawaban “Sedang” (193) Menunjukkan kondisi kadang terjadi, tetap berkontribusi terhadap pemborosan.

3) Jawaban “Tidak” (282) Menunjukkan kondisi yang relatif jarang terjadi atau sudah terkendali.

Dominasi jawaban Ya + Sedang (398 jawaban atau $\pm 58,5\%$) membuktikan bahwa pemborosan memang nyata terjadi dan bukan asumsi.

Tabel hasil perhitungan

Jenis Waste	Nilai WAM	Peringkat
Waiting	24	1
Defect	16,6	2
Motion	7,37	3
Transportation	4,12	4
Inventory	3,85	5
Overprocessing	2,9	6
Overproduction	2,15	7

Berdasarkan Tabel diatas, waste waiting merupakan pemborosan paling dominan dengan nilai WAM tertinggi, diikuti oleh waste defect dan motion. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan utama proses produksi terletak pada waktu tunggu dan kualitas produk.

Hasil analisis waste assessment questionnaire (WAQ) dan waste assessment model (WAM) menunjukkan bahwa waste dominan pada proses produksi smartphone adalah, Waiting (nilai WAM = 24), Defect (nilai WAM = 16,6), dan Motion (nilai WAM = 7,37). Waste waiting menjadi pemborosan paling dominan yang disebabkan oleh antrean produk, waktu tunggu antar proses, serta keterbatasan kapasitas pada proses Testing. Waste defect terutama disebabkan oleh rework, inspeksi berulang, dan variasi metode kerja operator. Sementara itu, waste motion terjadi akibat tata letak stasiun kerja dan penempatan material yang belum optimal, sehingga menyebabkan gerakan operator yang berlebihan.

Analisis hubungan antar waste menggunakan *waste relationship model* (WRM) menunjukkan bahwa waste waiting memiliki hubungan yang kuat dengan waste defect, yang ditunjukkan oleh nilai hubungan tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pemborosan dalam sistem produksi bersifat saling berkaitan dan tidak berdiri sendiri.

B) Aktivitas karyawan saat menunggu bahan baku

Pada kondisi menunggu bahan baku atau *work in process* dari proses sebelumnya, sebagian karyawan berada dalam kondisi idle atau melakukan aktivitas yang tidak terencana. Situasi ini menunjukkan adanya pemborosan waiting yang berdampak langsung terhadap rendahnya efisiensi waktu kerja.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah penerapan double job process atau penugasan ganda, di mana karyawan dapat dialihkan sementara untuk melakukan pekerjaan lain yang masih berkaitan dengan proses produksi, seperti:

- 1) Persiapan material dan alat kerja,
- 2) Pengecekan kualitas awal (visual inspection),
- 3) Penataan area kerja sesuai prinsip 5S.

Namun demikian, penerapan double job process tidak selalu efektif apabila tidak disertai dengan perencanaan yang matang. Risiko yang dapat muncul antara lain kelelahan operator, penurunan fokus kerja, serta meningkatnya potensi kesalahan yang justru dapat menambah pemborosan defects. Oleh karena itu, penerapan double job perlu dikombinasikan dengan mitigasi risiko, seperti pembagian tugas yang jelas dan pelatihan keterampilan operator.

C) Akar masalah dari pemborosan yang terjadi

Pemborosan yang terjadi pada proses produksi di PT Sat Nusapersada Tbk tidak berdiri sendiri, melainkan disebabkan oleh beberapa akar permasalahan utama, antara lain:

- 1) Perencanaan produksi yang belum sinkron dengan ketersediaan material,
 - 2) Ketidakseimbangan waktu siklus antar stasiun kerja,
 - 3) Standar kerja yang belum sepenuhnya seragam,
 - 4) Pengendalian kualitas proses yang belum optimal.
- Akar permasalahan tersebut menyebabkan terjadinya waiting yang tinggi serta meningkatnya defects, yang pada akhirnya berdampak pada panjangnya lead time dan rendahnya efisiensi proses produksi.

D) Rekomendasi perbaikan

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis akar masalah, rekomendasi perbaikan yang dapat dilakukan antara lain:

- 1) Penyeimbangan lini produksi (line balancing) untuk mengurangi waktu menunggu antar proses.
- 2) Perbaikan sistem aliran material, agar pasokan bahan baku sesuai dengan kebutuhan proses.
- 3) Penerapan double job process secara selektif, disertai pengaturan beban kerja dan pelatihan operator.
- 4) Peningkatan pengendalian kualitas proses, guna menekan terjadinya defects dan rework.

5) Standarisasi metode kerja dan penerapan 5S, untuk mengurangi pemborosan motion dan waiting.

Hasil ini sangat sejalan dengan penelitian Suhardi et al. (2020) dan Aisyah (2020) yang menyatakan bahwa waste waiting dan motion merupakan pemborosan paling dominan pada sistem produksi yang belum menerapkan lean secara menyeluruh. Penelitian Adeodu et al. (2021) juga menemukan bahwa waste waiting memiliki hubungan erat dengan defect dan lead time yang panjang. Keunikan penelitian ini terletak pada keterkaitan kuat antara waiting dan defect, yang ditunjukkan oleh nilai WRM tertinggi (9) antara kedua waste tersebut. Hal ini memperkuat teori bahwa pemborosan bersifat saling terkait dan tidak berdiri sendiri.

4. Pembahasan *Process Cycle Efficiency* (PCE)

Keterangan	Waktu
Total VA	1.080 detik
Total NVA	2.100 detik
Lead Time	3.180 detik
PCE	33,96%

$$PCE = \frac{1.080}{1.080 + 2.100} \times 100\% = 33,96\%$$

Nilai PCE sebesar 33,96% menunjukkan bahwa hanya sekitar sepertiga dari total waktu produksi yang digunakan untuk aktivitas bernilai tambah. Berdasarkan klasifikasi *lean manufacturing*, nilai ini tergolong efisiensi tinggi, namun masih menunjukkan peluang perbaikan yang cukup besar melalui pengurangan aktivitas *non-value-added*.

Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi telah memiliki tingkat efisiensi yang relatif baik, di mana proporsi aktivitas bernilai tambah lebih besar dibandingkan standar minimum *lean*. Namun demikian, masih terdapat aktivitas *non-value-added* yang cukup signifikan, terutama yang disebabkan oleh pemborosan *waiting* dan *defects*, sehingga peluang perbaikan tetap

diperlukan untuk meningkatkan efisiensi proses secara berkelanjutan.

Meskipun nilai PCE berada pada kategori tinggi, hasil analisis WAQ dan WAM menunjukkan bahwa pemborosan waiting dan defects masih menjadi permasalahan utama. Oleh karena itu, perbaikan difokuskan pada:

- a. Pengurangan waktu menunggu antar proses,
- b. Peningkatan keseimbangan lini produksi,
- c. Pengendalian kualitas untuk menekan terjadinya cacat dan rework.

Dengan mengurangi aktivitas *non-value-added* tersebut, diharapkan nilai PCE dapat meningkat lebih optimal dan proses produksi menjadi semakin *lean*.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu:

Moengin & Ayunda (2021) melaporkan PCE awal sebesar 64,09%, Adeodu et al. (2021) mencatat PCE awal sekitar 23%, dan Yanti et al. (2022) menemukan efisiensi awal sebesar 69,4%.

Nilai PCE pada penelitian ini relatif lebih rendah dibandingkan beberapa studi, yang dapat dijelaskan oleh kompleksitas proses smartphone, tingginya standar kualitas, serta banyaknya tahapan inspeksi dan pengujian. Namun demikian, pola permasalahannya tetap sama, yaitu dominasi aktivitas *non-value added*.

4. Conclusions

Berdasarkan analisis dan diskusi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses produksi smartphone di PT. Sat Nusapersada Tbk masih lebih banyak dipengaruhi oleh aktivitas *non-value-added* (NVA) dibandingkan dengan aktivitas *value-added* (VA). Pemetaan *Current State Value Stream Mapping* (CSVSM) menunjukkan bahwa waktu untuk aktivitas *value-added* adalah 1.080 detik, sedangkan waktu untuk aktivitas *non-value-added* mencapai 2.100 detik, sehingga total lead time tercatat sebesar 3.180 detik. Hal ini mengindikasikan bahwa jalur proses produksi belum berfungsi secara optimal dan masih terdapat kemungkinan besar terjadinya pemborosan, terutama dalam bentuk waktu tunggu antara setiap proses.

Hasil analisis pemborosan menggunakan *waste assessment questionnaire* (WAQ) dan *waste*

assessment model (WAM) menunjukkan bahwa pemborosan dominan pada proses produksi smartphone adalah waste waiting dengan nilai WAM sebesar 24, diikuti oleh waste defect sebesar 16,6 dan waste motion sebesar 7,37. Waste waiting terutama disebabkan oleh ketidakseimbangan kapasitas antar stasiun kerja, khususnya pada proses Testing yang menjadi bottleneck utama dalam sistem produksi. Sementara itu, waste defect berkaitan dengan aktivitas rework dan inspeksi berulang, sedangkan waste motion dipicu oleh tata letak stasiun kerja dan penempatan material yang belum optimal.

Berdasarkan perhitungan Process Cycle Efficiency (PCE), diperoleh nilai sebesar 33,96%, yang menunjukkan bahwa proses produksi berada pada kategori efisiensi tinggi menurut konsep lean manufacturing. Namun demikian, masih terdapat peluang perbaikan yang cukup besar melalui pengurangan aktivitas *non-value-added*, khususnya pemborosan waiting dan defect. Dengan demikian, penerapan lean manufacturing melalui pendekatan Value Stream Mapping, WAQ, dan WAM terbukti efektif dalam mengidentifikasi sumber pemborosan serta memberikan dasar yang kuat untuk perumusan usulan perbaikan proses produksi secara sistematis dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar PT. Sat Nusapersada Tbk melakukan penyeimbangan lini produksi (*line balancing*), khususnya pada proses Testing, guna mengurangi waktu tunggu dan antrean produk antar proses. Selain itu, perusahaan perlu meningkatkan sistem pengendalian kualitas melalui standarisasi metode kerja, pelatihan operator, serta pengawasan proses yang lebih ketat untuk menekan terjadinya defect dan rework. Perbaikan tata letak stasiun kerja dan penerapan prinsip 5S juga disarankan untuk mengurangi pemborosan motion dan meningkatkan efisiensi pergerakan operator. Penerapan konsep lean manufacturing secara berkelanjutan diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menurunkan lead time, meningkatkan produktivitas, serta memperkuat daya saing perusahaan di industri manufaktur elektronik.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis dengan menyusun Future State Value Stream Mapping (FVSM) guna mengevaluasi potensi peningkatan efisiensi setelah implementasi usulan perbaikan. Selain itu, penelitian dapat dikombinasikan dengan metode lain seperti Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Root Cause Analysis (RCA), atau Lean Six Sigma untuk memperoleh analisis yang lebih mendalam terhadap risiko kegagalan proses dan kualitas produk. Ruang lingkup penelitian juga dapat diperluas pada lebih dari satu lini produksi atau pada industri manufaktur lain, sehingga hasil penelitian dapat memberikan kontribusi yang lebih luas bagi pengembangan kajian lean manufacturing di Indonesia.

Acknowledgment

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, selama proses penelitian ini, yang memungkinkan penulis untuk menyelesaikan penelitian dengan sukses. Pihak-pihak tersebut :

1. Keluarga yang memberikan dukungan moril dan materil.
2. Dosen yang telah membimbing selama penelitian.
3. PT Sat Nusapersada Tbk yang memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian di perusahaan.
4. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan agar penulis tetap semangat menyelesaikan penelitian ini.

References

- Adeodu, A., Kanakana-Katumba, M. G., & Rendani, M. (2021). Implementation of Lean Six Sigma for Production Process Optimization in a Paper Production Company. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 661–680. <https://doi.org/10.3926/jiem.3479>
- Ahmad Arya Petta Paki Wipajung, A., Priyasmanu, T., & Studi Teknik Industri S-, P. (2023). Meminimasi Waste Menggunakan Metode Value Stream Mapping dan Failure Mode And Effect Analysis Pada Lini Produksi Usaha Shuttlecock Prospek. *Jurnal Mahasiswa Teknik Industri*, 6(2).
- Aisyah S. (2020). *Perencanaan Lean Manufacturing Untuk Mengurangi Pemborosan Menggunakan Metode Value Stream Mapping Pada PT Y Indonesia*.
- Khunaifi, A., Primadasa, R., Sutono, S. B., & Teknik, F. (2022). Implementasi Lean Manufacturing untuk Meminimasi Pemborosan (Waste) Menggunakan Metode Value Stream Mapping di PT. Pura Barutama. *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, 4(2).
- Moengin, P., & Ayunda, N. (2021). *Lean Manufacturing untuk Meminimasi Lead Time dan Waste agar Tercapainya Target Produksi (Studi kasus: PT. Rollflex Manufacturing Indonesia)*.
- Noviyana. (2024). *Penerapan Lean Manufacturing dengan Metode value stream Mapping (VSM) untuk Meningkatkan produktifitas (Studi Kasus: PT. XYZ)*.
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46,729–736. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Sugiyono. (2022). *Metode penelitian kualitatif*.
- Suhardi, B., Hermas Putri K.S, M., & Jauhari, W. A. (2020). Implementation of value stream mapping to reduce waste in a textile products industry. *Cogent Engineering*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1842148>
- Suparno, A., Kholil, M., Sa'diyah, F., & H Hasan, S. Bin. (2021). Implementation of Lean Manufacturing and Waste Minimization to Overcome Delay in Metering Regulating System Fabrication Process using Value Stream Mapping and VALSAT Method Approach (Case Study: Company YS). *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials*, 2(1), 22–34. <https://doi.org/10.37869/ijatec.v2i1.41>
- Sutrisno, A., Vanany, I., Gunawan, I., & Asjad, M. (2018). Lean waste classification model to support the sustainable operational practice. *IOP*

Conference Series: Materials Science and Engineering,337(1).

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/01206>

[7](#)

Yadrifil, Pratama, R. A., & Rus, A. M. M. (2020).

Improvement recommendation to eliminate waste on the production process of line laminating door component with value stream mapping and waste assessment model method.

AIP Conference Proceedings,2227.

<https://doi.org/10.1063/5.0004213>

Yanti, M., Surayya Lubis, F., & Rizki, M. (2022).

Production Line Improvement Analysis With Lean Manufacturing Approach To Reduce Waste At CV. TMJ uses Value Stream Mapping (VSM) and Root Cause Analysis (RCA) methods