



LAUK PUYU



MANAJEMEN OPERASIONAL KONSEP DAN PRAKTIK DALAM TEKNIK INDUSTRI

Penulis:
Khamaludin
Florida Butarbutar
Syarif Hadiwijaya
Loso Judijanto



MANAJEMEN OPERASIONAL KONSEP DAN PRAKTIK DALAM TEKNIK INDUSTRI

Penulis:

Khamaludin
Florida Butarbutar
Syarif Hadiwijaya
Loso Judijanto



CV LAUK PUYU PRESS

**MANAJEMEN OPERASIONAL KONSEP DAN PRAKTIK
DALAM TEKNIK INDUSTRI**

Penulis :

Khamaludin
Florida Butarbutar
Syarif Hadiwijaya
Loso Judijanto

ISBN : 978-623-10-6531-5

Editor : Desi Eriani,SE., M. Si

Desain Sampul dan Tata Letak : Mutia Febrina Sari, S.Akun

PENERBIT CV LAUK PUYU PRESS

Anggota IKAPI No.048/SBA/2024

Jln. Mansu Tayib, Jorong Pilubang, Kenagarian Biaro Gadang,
Kec. Ampek Angkek, Kab. Agam, Sumatea Barat

Website : laukpuyupress.id
Email : laukpuyupress@gmail.com

Cetakan pertama, Februari 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang mempebanyak karya tulis ini dalam bentuk dan
dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penebit

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku yang berjudul "Manajemen Operasional: Konsep dan Praktik dalam Teknik Industri" ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini hadir untuk menjawab kebutuhan akan literatur yang mendalam dan komprehensif mengenai manajemen operasional, mulai dari konsep dasar, sejarah perkembangan, hingga penerapan prinsip-prinsip manajemen dalam industri modern. Melalui buku ini, diharapkan para mahasiswa, akademisi, dan praktisi industri dapat memahami serta mengimplementasikan strategi-strategi operasional yang efektif dalam dunia kerja yang semakin kompleks dan kompetitif.

Isi buku ini mencakup berbagai topik penting seperti desain sistem produksi, pengukuran dan peningkatan kinerja, serta tantangan di era industri 4.0. Kami menyadari bahwa perkembangan teknologi dan inovasi terus mengubah lanskap industri, sehingga buku ini juga membahas penerapan teknologi canggih dan konsep keberlanjutan dalam operasional industri. Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi pembaca dalam memahami dan menerapkan manajemen operasional yang efektif dan efisien. Terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusinya dalam penyusunan buku ini.

Padang, Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB 1 PENGANTAR MANAJEMEN OPERASIONAL: KONSEP DASAR DAN PERAN DALAM INDUSTRI ...	1
1.1 Pendahuluan	1
1.1.1 Sejarah Perkembangan Manajemen Operasional.....	1
1.1.2 Revolusi Industri (1760–1840)	2
1.1.3 Scientific Management (Awal Abad ke-20)....	3
1.1.4 Manajemen Produksi Massal (1920–1940- an).....	3
1.1.5 Pendekatan Lean dan Just-in-Time (JIT) (1970–1980-an)	4
1.1.6 Era Digital dan Manajemen Operasional Modern (1990-sekarang)	5
1.2 Ruang Lingkup Kegiatan Manajemen Operasional.....	5
1.3 Prinsip-Prinsip Manajemen Operasional.....	7
1.4 Tujuan Manajemen Operasional	10
1.5 Teknologi dan Inovasi dalam Manajemen Operasional.....	12
DAFTAR PUSTAKA.....	16
BAB 2 ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI: MEMPERBAIKI PROSES DAN PENGURANGAN PEMBOROSAN.....	19

2.1 Konsep Dasar Produksi.....	19
2.2 Perancangan dan pengelolaan Sistem Produksi ..	24
2.3 Menghitung Efisiensi dan Efektifitas dalam Sistem Produksi.....	29
2.3.1 Menghitung Efisiensi.....	29
2.3.2 Menghitung Efektivitas dalam Sistem Produksi	31
2.4 <i>Lean Manufacturing</i>	33
2.4.1 Prinsip Utama Lean Manufacturing.....	33
2.4.2 Manfaat Lean Manufacturing.....	34
2.4.3 Pemborosan dalam Lean Manufacturing	34
2.4.4.Mengurangi Pemborosan dengan Lean Tools	37
DAFTAR PUSTAKA.....	53
BAB 3 PENGUKURAN DAN PENINGKATAN KINERJA: MEMANTAU DAN MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS.....	56
3.1 Pendahuluan	56
3.1.1 Pentingnya pengukuran kinerja dalam industri.....	56
3.1.2 Hubungan antara efisiensi, produktivitas, dan kinerja.....	58
3.2 Konsep Pengukuran Kinerja	60
3.2.1 Pengukuran Kinerja.....	60
3.2.2 Mengidentifikasi Metode Peningkatan Kinerja	61
3.3 Ruang Lingkup	62

3.3.1 Fokus pada industri dan sektor terkait	62
3.3.2 Metodologi yang Digunakan dalam Pengukuran dan Peningkatan Kinerja	63
3.4 Konsep Dasar Pengukuran Kinerja	64
3.4.1 Kinerja Dalam Konteks Industri	64
3.4.2 Indikator Kinerja Utama (KPI)	65
3.5 Jenis-jenis Pengukuran Kinerja	66
3.5.1 Kuantitatif Vs Kualitatif	66
3.5.2 Pengukuran Finansial dan Non-Finansial	67
3.6 Alat dan Teknik Pengukuran Kinerja	68
3.6.1 Balanced Scorecard	69
3.6.2 Six Sigma	70
3.6.3 Lean Manufacturing	70
3.7 Metodologi Pengukuran Kinerja	71
3.7.1 Proses Pengukuran Kinerja	71
3.7.1.1 Identifikasi Tujuan dan Sasaran	71
3.7.1.2 Pengumpulan Data dan Informasi	72
3.7.1.3 Analisis Data	73
3.8 Alat dan Teknologi dalam Pengukuran Kinerja ...	74
3.8.1 Sistem Informasi Manajemen	74
3.8.2 Software Analitik dan Dashboard Kinerja	75
3.9 Tantangan dalam Pengukuran Kinerja	75
3.9.1 Data Yang Tidak Akurat	75
3.9.2 Resistensi Terhadap Perubahan	76
3.10 Strategi Peningkatan Kinerja	77
3.10.1 <i>Continuous Improvement</i> (Kaizen)	77

3.10.2 <i>Total Quality Management (TQM)</i>	78
3.11 Implementasi Program Peningkatan Kinerja	79
3.11.1 Perencanaan dan Pelaksanaan.....	79
3.11.2 Pelatihan dan Pengembangan SDM.....	79
3.12 Evaluasi dan Umpan Balik	80
3.12.1 Metode Evaluasi Kinerja.....	80
3.12.2 Penggunaan Umpan Balik Untuk Perbaikan Berkelanjutan.....	81
3.13 Studi Kasus	81
3.14 Kesimpulan.....	83
DAFTAR PUSTAKA	87
BAB 4 MASA DEPAN MANAJEMEN OPERASIONAL: PELUANG DAN TANTANGAN DI ERA INDUSTRI	
4.0.....	92
4.1 Optimalisasi Proses Melalui Teknologi Canggih..	92
4.2 Transformasi Rantai Pasok dan Logistik.....	101
4.3 Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Digital.....	105
4.4 Keberlanjutan dan Inovasi dalam Manajemen Operasional.....	108
DAFTAR PUSTAKA	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Sistem Produksi Konsep Dasar Produksi.....	20
Gambar 2. 2. Contoh Papan Kanban	42
Gambar 2. 3. Contoh Kartu Kanban	43
Gambar 2. 4. Contoh Visual Kolom Dengan WIP Limit	43
Gambar 2. 5. Simbol-Simbol Yang Digunakan Dalam VSM ..	49
Gambar 2. 6. Pemetaan Alur Proses Saat Ini	50
Gambar 2. 7. Pemetaan Alur Proses Masa Depan.....	50

BAB 1

PENGANTAR MANAJEMEN

OPERASIONAL: KONSEP DASAR DAN PERAN DALAM INDUSTRI

Oleh Khamaludin

1.1 Pendahuluan

Manajemen operasional adalah suatu fungsi yang mengelola dan mengontrol proses produksi barang dan jasa dalam organisasi. Tujuan utamanya adalah menciptakan nilai tambah dengan cara meningkatkan efisiensi, kualitas, dan produktivitas proses tersebut. Menurut Heizer, Render dan Munson (2017) bahwa manajemen operasional adalah serangkaian kegiatan yang menghasilkan nilai dalam bentuk barang dan jasa dengan mengubah input menjadi output. Dengan kata lain, manajemen operasional melibatkan pengelolaan sumber daya manusia, teknologi, bahan baku, dan modal untuk mencapai tujuan organisasi secara efektif dan efisien.

1.1.1 Sejarah Perkembangan Manajemen Operasional

Manajemen operasional telah mengalami evolusi yang panjang dan signifikan dari masa ke masa. Sebagai suatu disiplin ilmu, ia berakar dari kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di berbagai

sektor, terutama dalam bidang manufaktur dan layanan. Perkembangan ini tidak dapat dilepaskan dari berbagai peristiwa historis yang telah membentuk pendekatan modern dalam manajemen operasional.

1.1.2 Revolusi Industri (1760–1840)

Perkembangan besar dalam manajemen operasional terjadi selama **Revolusi Industri** pada akhir abad ke-18. Pada masa ini, pengenalan teknologi baru seperti mesin uap dan tenaga air mengubah cara barang diproduksi (Sanusi *et al.*, 2023). Sebelum revolusi ini, produksi barang dilakukan secara manual dengan menggunakan keterampilan tangan manusia dalam sistem *cottage industry*. Namun, dengan hadirnya teknologi baru, proses produksi mulai dipindahkan ke pabrik-pabrik, yang memungkinkan produksi massal dan peningkatan efisiensi.

Selama periode ini, muncul pendekatan ***Division of Labor*** yang diperkenalkan oleh **Adam Smith** dalam bukunya *The Wealth of Nations* (1776). Smith mengusulkan bahwa pembagian kerja dapat meningkatkan produktivitas dengan membagi proses produksi menjadi beberapa tugas kecil yang lebih spesifik. Pendekatan ini menjadi salah satu dasar dalam pengembangan manajemen operasional, karena memperkenalkan konsep spesialisasi kerja yang pada akhirnya memengaruhi produktivitas dan efisiensi produksi.

1.1.3 Scientific Management (Awal Abad ke-20)

Tahap penting dalam sejarah manajemen operasional terjadi pada awal abad ke-20 dengan munculnya **Scientific Management**, yang dipelopori oleh **Frederick Winslow Taylor**. Taylor, yang dikenal sebagai "Bapak Manajemen Ilmiah", menerapkan pendekatan ilmiah untuk mengelola proses produksi. Dalam bukunya *The Principles of Scientific Management*, Taylor menekankan pentingnya analisis waktu dan gerak, standarisasi kerja, dan pemilihan serta pelatihan pekerja yang tepat (Taylor, 1919).

Pendekatan Taylor berfokus pada peningkatan efisiensi operasional melalui pemisahan antara perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan, serta menghilangkan pemborosan dalam proses produksi. Taylor mengembangkan metode **time-and-motion studies** yang digunakan untuk menentukan cara terbaik dalam melakukan suatu pekerjaan. Hal ini berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan produktivitas di banyak industri, terutama di manufaktur.

1.1.4 Manajemen Produksi Massal (1920–1940-an)

Pada era 1920-an, manajemen operasional berkembang lebih lanjut dengan diperkenalkannya produksi massal. Salah satu tokoh yang berperan penting dalam perkembangan ini adalah **Henry Ford**, yang memperkenalkan lini perakitan otomatis untuk produksi mobil di pabriknya. Pendekatan ini, yang dikenal sebagai **Fordism**, memungkinkan produksi barang dalam jumlah

besar dengan biaya yang lebih rendah dan waktu produksi yang lebih cepat. Dalam sistem ini, pekerja hanya bertanggung jawab atas tugas spesifik yang berulang, sehingga meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

Selain itu, pengenalan ***Statistical Quality Control (SQC)*** oleh **Walter A. Shewhart** pada tahun 1924 memberikan kontribusi besar dalam manajemen operasional. Menurut Hidayati *et al.* (2024) bahwa SQC merupakan pendekatan statistik untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi, yang menjadi dasar dari konsep ***Total Quality Management (TQM)*** di kemudian hari.

1.1.5 Pendekatan Lean dan Just-in-Time (JIT) (1970–1980-an)

Pada 1970-an dan 1980-an, manajemen operasional kembali mengalami transformasi besar dengan diperkenalkannya konsep ***Lean Manufacturing*** dan ***Just-in-Time (JIT)***. Ohno (1978) mengembangkan sistem produksi Toyota yang menekankan pada pengurangan pemborosan, peningkatan kualitas, dan efisiensi yang lebih tinggi. *Lean Manufacturing* berfokus pada eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*waste*), seperti persediaan yang berlebihan dan waktu tunggu yang lama.

Sementara itu, konsep ***Just-in-Time (JIT)*** mengajarkan bahwa produksi harus dilakukan hanya ketika diperlukan, sehingga meminimalkan inventaris dan mengoptimalkan aliran kerja. Kedua pendekatan ini

menjadi landasan bagi banyak perusahaan modern dalam mengelola proses produksi dengan lebih efisien dan responsif terhadap permintaan pelanggan.

1.1.6 Era Digital dan Manajemen Operasional Modern (1990-sekarang)

Sejak 1990-an, teknologi informasi dan digitalisasi telah mengubah lanskap manajemen operasional secara drastis. **Enterprise Resource Planning (ERP)**, **Customer Relationship Management (CRM)**, serta penggunaan **Internet of Things (IoT)** dan **Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)** telah memungkinkan manajemen operasional untuk mengintegrasikan berbagai fungsi dalam rantai pasokan dan proses produksi. Manajemen operasional modern berfokus pada penggunaan teknologi untuk meningkatkan efisiensi, otomatisasi proses, serta menciptakan transparansi dan fleksibilitas dalam rantai pasokan.

1.2 Ruang Lingkup Kegiatan Manajemen Operasional

Ruang lingkup kegiatan manajemen operasional mencakup berbagai aktivitas yang berkaitan dengan pengelolaan proses produksi dalam organisasi. Berdasarkan pandangan dari Kagnicioglu (2019), terdapat beberapa fungsi utama dalam manajemen operasional yang berperan penting dalam mencapai tujuan organisasi.

1. **Desain Produk dan Jasa:** Manajemen operasional terlibat dalam pengembangan dan perancangan

produk atau jasa yang akan ditawarkan oleh perusahaan. Tahap ini meliputi identifikasi kebutuhan pelanggan, riset pasar, dan pengembangan spesifikasi teknis produk.

2. **Perencanaan Kapasitas dan Lokasi:** Perencanaan kapasitas berkaitan dengan penentuan jumlah produksi yang optimal berdasarkan permintaan pasar. Manajemen operasional harus mempertimbangkan sumber daya yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan produksi. Selain itu, pemilihan lokasi pabrik atau fasilitas produksi juga merupakan bagian penting dalam manajemen operasional, yang dapat mempengaruhi biaya distribusi, akses ke bahan baku, dan tenaga kerja (Sanusi *et al.*, 2023).
3. **Pengelolaan Rantai Pasok (*Supply Chain Management*):** Manajemen operasional bertanggung jawab untuk mengelola seluruh aliran barang dan jasa dari pemasok ke konsumen akhir. Rantai pasok mencakup berbagai kegiatan seperti pengadaan bahan baku, manajemen inventori, transportasi, dan distribusi.
4. **Manajemen Kualitas:** Mencakup pengembangan standar kualitas, penerapan metode pengujian, dan pengendalian mutu selama proses produksi. Menurut Hidayat, Khamaludin dan Amyranti (2023), Noviyanti, Khamaludin dan Firdaus (2023) bahwa metode seperti **Six Sigma** sering digunakan untuk meminimalkan cacat produk dan meningkatkan efisiensi operasional.
5. **Manajemen Persediaan (*Inventory Management*):** Pengelolaan persediaan yang baik akan memastikan

bahwa perusahaan memiliki bahan baku yang cukup untuk produksi, namun tidak memiliki terlalu banyak stok yang akan menambah biaya penyimpanan.

6. **Penjadwalan Produksi:** Penjadwalan produksi melibatkan perencanaan dan pengorganisasian aliran kerja untuk memastikan bahwa produksi berjalan lancar dan tepat waktu. Penjadwalan yang baik akan meminimalkan downtime dan memastikan penggunaan sumber daya secara optimal.

1.3 Prinsip-Prinsip Manajemen Operasional

Prinsip-prinsip manajemen operasional bertujuan untuk memberikan panduan yang jelas dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan kualitas dalam proses operasional suatu organisasi. Prinsip-prinsip ini tidak hanya membantu dalam perencanaan dan pengendalian operasional, tetapi juga penting dalam pengambilan keputusan yang akan berdampak pada kesuksesan organisasi secara keseluruhan. Berikut adalah identifikasi prinsip-prinsip utama yang membentuk dasar manajemen operasional dan pentingnya dalam memandu pengambilan keputusan.

1. Prinsip Efisiensi

Salah satu prinsip utama dalam manajemen operasional adalah **efisiensi**, yaitu memaksimalkan output dengan meminimalkan penggunaan sumber daya. Menurut Heizer, Render dan Munson (2017) bahwa efisiensi adalah melakukan sesuatu dengan cara yang hemat biaya dan menggunakan sumber daya

dengan optimal. Efisiensi dalam konteks manajemen operasional dapat diterapkan pada setiap aspek proses, mulai dari perencanaan produksi, pengendalian persediaan, termasuk dalam pengambilan keputusan operasional karena memungkinkan perusahaan untuk mengurangi biaya produksi, meningkatkan margin keuntungan, dan meningkatkan daya saing di pasar.

2. Prinsip Produktivitas

Menurut Kagnicioglu (2019) bahwa produktivitas dapat didefinisikan sebagai rasio antara output yang dihasilkan dengan sumber daya yang digunakan untuk memproduksinya. Meningkatkan produktivitas berarti mampu menghasilkan lebih banyak dengan sumber daya yang sama atau lebih sedikit. Dalam pengambilan keputusan operasional, produktivitas menjadi ukuran penting untuk menilai kinerja suatu proses atau sistem.

3. Prinsip Kualitas

Prinsip kualitas menekankan pada konsistensi dan keandalan produk atau jasa yang dihasilkan (Khamaludin, Respatiningsih dan Kustiawan, 2024). Menurut konsep ***Total Quality Management (TQM)***, yang dikembangkan oleh W. Edwards Deming, kualitas bukan hanya tanggung jawab bagian pengendalian kualitas, tetapi merupakan tanggung jawab seluruh organisasi (Aiddha Yuniawati *et al.*, 2023). Kualitas yang baik memastikan bahwa produk atau jasa yang diberikan memenuhi atau melampaui harapan pelanggan, yang sangat penting dalam membangun loyalitas dan reputasi perusahaan (Fauzan *et al.*, 2023).

4. Prinsip Fleksibilitas

Fleksibilitas dapat muncul dalam berbagai bentuk, seperti kemampuan untuk menyesuaikan volume produksi, memodifikasi produk, atau mengubah proses produksi dengan cepat. Prinsip fleksibilitas sangat penting dalam lingkungan bisnis yang dinamis dan berubah cepat yang menuntut organisasi untuk tetap tangkas dan responsif terhadap perubahan. Fleksibilitas juga membantu mengurangi risiko yang terkait dengan ketidakpastian pasar atau gangguan rantai pasok.

5. Prinsip Keberlanjutan (*Sustainability*)

Slack, Chambers dan Johnston (2010) mengatakan bahwa keberlanjutan dalam operasional berarti memastikan bahwa aktivitas produksi tidak hanya efisien dan produktif, tetapi juga ramah lingkungan dan mendukung kesejahteraan sosial. ***Sustainable Operations Management*** berfokus pada mengurangi dampak lingkungan dari proses operasional, seperti mengurangi limbah, konsumsi energi, dan emisi gas rumah kaca.

6. Prinsip Keandalan

Nahmias dan Olsen (2015) mengatakan bahwa keandalan mencakup segala sesuatu dari performa mesin hingga ketepatan waktu dalam pengiriman produk kepada konsumen. Keandalan sangat penting dalam memastikan bahwa proses operasional berjalan lancar tanpa gangguan yang berarti. Keandalan akan mampu meminimalkan downtime, kegagalan sistem, atau gangguan lain yang dapat merusak efisiensi dan produktivitas.

7. Prinsip Pengurangan Pemborosan

Pengurangan pemborosan, atau ***lean management***, adalah prinsip yang berfokus pada eliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi. Konsep ini pertama kali dipopulerkan oleh sistem produksi Toyota dengan pendekatan ***lean manufacturing***. Taiichi Ohno, salah satu pelopor *lean*, menekankan pentingnya mengidentifikasi dan menghilangkan segala bentuk pemborosan (*muda*), seperti *overproduction*, *waiting*, dan *excess inventory*.

1.4 Tujuan Manajemen Operasional

Tujuan utama dari manajemen operasional berfokus pada pencapaian efisiensi, kualitas, produktivitas, dan kepuasan pelanggan. Tujuan-tujuan ini saling berkaitan dan mendukung pencapaian tujuan strategis organisasi secara keseluruhan, seperti peningkatan profitabilitas, daya saing, serta pertumbuhan jangka panjang.

1. Meningkatkan Efisiensi Operasional

Salah satu tujuan utama manajemen operasional adalah meningkatkan efisiensi dalam penggunaan sumber daya, termasuk tenaga kerja, bahan baku, dan peralatan. Efisiensi yang tinggi berarti organisasi dapat memproduksi barang atau jasa dengan biaya yang lebih rendah tanpa mengorbankan kualitas. Heizer, Render dan Munson (2017) menyatakan bahwa efisiensi dalam manajemen operasional membantu organisasi

mengurangi biaya operasional, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan margin keuntungan.

2. Meningkatkan Kualitas Produk dan Layanan

Kualitas merupakan faktor kunci dalam menarik dan mempertahankan pelanggan (Sutrisno *et al.*, 2022). Oleh karena itu, manajemen operasional bertujuan untuk memastikan bahwa produk dan layanan yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang diharapkan oleh pelanggan. ***Total Quality Management (TQM)***, yang diperkenalkan oleh W. Edwards Deming, menekankan pentingnya menjaga kualitas di setiap tahap proses produksi (Slack, Chambers dan Johnston, 2010).

3. Meningkatkan Produktivitas

Manajemen operasional diharapkan mampu memaksimalkan produktivitas, yaitu menghasilkan lebih banyak barang atau jasa dengan menggunakan sumber daya yang sama atau lebih sedikit. Menurut Slack, Chambers dan Johnston (2010) bahwa peningkatan produktivitas berperan penting dalam meningkatkan daya saing organisasi, karena memungkinkan perusahaan untuk memanfaatkan sumber dayanya secara optimal.

4. Meningkatkan Kepuasan Pelanggan

Kepuasan pelanggan adalah salah satu tujuan akhir dari manajemen operasional. Manajemen operasional membantu mencapai kepuasan pelanggan dengan memastikan bahwa produk dan layanan dihasilkan tepat waktu, dengan kualitas yang konsisten, serta memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Ketika pelanggan merasa puas, organisasi akan lebih mudah mencapai tujuan bisnisnya, termasuk

peningkatan penjualan dan loyalitas pelanggan (Setiawan Jodi *et al.*, 2023).

5. Meningkatkan Fleksibilitas dan Inovasi

Fleksibilitas ini penting agar perusahaan dapat merespons perubahan permintaan pasar atau gangguan dalam rantai pasokan dengan cepat. Kagnicioglu (2019) menyebutkan bahwa fleksibilitas operasional memungkinkan organisasi untuk beradaptasi dengan kondisi pasar yang dinamis dan inovasi teknologi yang terus berkembang.

1.5 Teknologi dan Inovasi dalam Manajemen Operasional

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan dalam manajemen operasional, meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi. Menurut Judijanto *et al.* (2023) bahwa teknologi seperti **Internet of Things (IoT)**, **automasi**, dan **kecerdasan buatan (AI)** telah memungkinkan perusahaan untuk melakukan operasi yang lebih cerdas dan terintegrasi. Inovasi teknologi tidak hanya membantu perusahaan mengurangi biaya, tetapi juga mendorong keberlanjutan operasional dan menciptakan keunggulan kompetitif.

1. Pengaruh *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merujuk pada jaringan perangkat fisik yang terhubung ke internet dan dapat mengumpulkan serta bertukar data. Dalam konteks manajemen operasional, IoT memungkinkan

pengawasan dan pengendalian proses produksi secara *real-time* (Judijanto *et al.*, 2024). Misalnya, sensor yang dipasang pada mesin produksi dapat memantau kinerja dan kesehatan mesin secara berkelanjutan. Soldatos (2024) mengatakan bahwa penerapan IoT dalam proses produksi memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi masalah sebelum menjadi kritis, sehingga mengurangi waktu henti (*downtime*) dan meningkatkan produktivitas.

Dengan mengumpulkan data besar (*big data*) dari perangkat IoT, perusahaan dapat menganalisis pola penggunaan dan kinerja, yang membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga memungkinkan perencanaan pemeliharaan yang lebih baik, mengurangi biaya operasional (Mardiani *et al.*, 2024).

2. Automasi dalam Proses Produksi

Automasi merujuk pada penggunaan teknologi untuk mengontrol proses dan peralatan dalam industri, sehingga mengurangi kebutuhan akan intervensi manusia. Penggunaan robot dalam lini produksi adalah contoh jelas dari automasi. Menurut Choudhary *et al.* (2018) bahwa automasi dapat meningkatkan kecepatan dan konsistensi produksi, serta mengurangi kesalahan manusia yang dapat berdampak negatif pada kualitas produk.

Penerapan automasi tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mengurangi biaya tenaga kerja dalam jangka panjang. Meski investasi awal dalam teknologi automasi bisa tinggi, penghematan biaya yang dihasilkan melalui peningkatan efisiensi sering kali lebih besar daripada biaya awal tersebut. Selain itu, automasi dapat meningkatkan keselamatan kerja dengan mengurangi paparan karyawan terhadap kondisi kerja yang berbahaya.

3. Kecerdasan Buatan (AI)

Kecerdasan buatan (AI) memiliki potensi besar untuk mengubah manajemen operasional. AI dapat digunakan untuk menganalisis data besar, membuat prediksi, dan mengotomatiskan proses pengambilan keputusan (Judijanto *et al.*, 2024). Misalnya, algoritma pembelajaran mesin dapat digunakan untuk memprediksi permintaan produk, sehingga perusahaan dapat mengoptimalkan persediaan dan meminimalkan pemborosan (Soldatos, 2024).

AI juga dapat digunakan dalam pengembangan produk dan desain proses. Dengan menggunakan simulasi dan analisis data, perusahaan dapat merancang produk yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Inovasi ini tidak hanya membantu perusahaan mengurangi biaya produksi, tetapi juga mendorong keberlanjutan operasional dengan mengurangi penggunaan sumber daya dan limbah (Khamaludin *et al.*, 2024).

4. Keberlanjutan Operasional dan Keunggulan Kompetitif

Inovasi teknologi seperti IoT, automasi, dan AI berkontribusi pada keberlanjutan operasional dengan mengurangi konsumsi energi, meminimalkan limbah, dan meningkatkan efisiensi. Perusahaan yang menerapkan teknologi ini dapat mengurangi jejak karbon mereka dan memenuhi tuntutan konsumen untuk produk yang lebih berkelanjutan. Porter dan Happelmann (2014) berpendapat bahwa perusahaan yang berhasil mengintegrasikan teknologi canggih dalam operasional mereka akan lebih siap untuk bersaing di pasar global yang semakin ketat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiddha Yuniawati, R. *et al.* (2023) 'Analisis Pengaruh Total Quality Management terhadap Motivasi Kerja dan Kinerja Karyawan: Literature Review', *Management Studies and Entrepreneurship Journal*, 4(3), pp. 3192–3197. Available at: <http://journal.yrpiuku.com/index.php/msej>.
- Choudhary, S.K. *et al.* (2018) 'Role of Automation in Manufacturing Industries', in *Conference on Recent Innovations in Emerging Technology & Science*. Institute of Technology, pp. 243–249.
- Fauzan, R. *et al.* (2023) *Manajemen Perubahan*. 1st edn, PT. Global Eksekutif Teknologi. 1st edn. Edited by A. Yanto. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Heizer, J., Render, B. and Munson, C. (2017) *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. 12th edn. Edited by S. Wall. Texas: Pearson.
- Hidayat, I., Khamaludin, K. and Amyranti, M. (2023) 'Implementasi Metode Six Sigma Untuk Menurunkan Cacat Produk Pada Ukm Onetixs', *JIMTEK - Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik*, 3(1), pp. 92–103. Available at: <https://doi.org/10.33592/jimtek.v3i1.3787>.
- Hidayati, N. *et al.* (2024) *Total Quality Control*. I. Edited by I.P. Kusuma. Batam: Penerbit Yayasan Cendekia Mulia Mandiri.

- Judijanto, L. *et al.* (2023) 'The Influence of Technology, Policy, and Environmental Awareness on Energy Efficiency and Conservation in Industrial Estates in Tangerang City', *West Science Nature and Technology*, 1(02), pp. 91–101. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.58812/wsnt.v1i02.490>.
- Judijanto, L. *et al.* (2024) 'The Effect of Artificial Intelligence Adoption, Demand Prediction, and Production Planning on Operational Efficiency in the Textile Industry in Jakarta', *West Science Interdisciplinary Studies*, 2(02), pp. 415–422. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.58812/wsis.v2i02.669>.
- Kagnicioglu, C.H. (2019) *Operations Management*. Edited by C.H. Kagnicioglu. Turki: Anadolu University.
- Khamaludin *et al.* (2024) *Smart City - Teori dan Penerapan*. I, *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. I. Edited by Efitra and Sepriono. Jambi: Sonpedia Publishing Indonesia.
- Khamaludin, K., Respatiningsih, I. and Kustiawan, B. (2024) *Manajemen Mutu*. I. Edited by S. Sepriano. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Mardiani, E. *et al.* (2024) 'Implementation of Internet of Things in the Production Process of MSMEs: Quality Improvement and Process Control', *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 6(1), pp. 310–316. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.60083/jidt.v6i1.52>.
- Nahmias, S. and Olsen, T.L. (2015) *Production and Operations Analysis*. VII. Auckland: Waveland Press, Inc.

- Noviyanti, A., Khamaludin, K. and Firdaus, M.Y. (2023) 'Menurunkan Cacat Shrink Plastik Pada Produk Botol Bedak Menggunakan Metode Six Sigma', *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(1), pp. 8–14. Available at: <https://doi.org/10.33884/jrsi.v9i1.7363>.
- Ohno, T. (1978) *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Tokyo: Productivity Press Portland.
- Porter, M.E. and Happelmann, J.E. (2014) 'How Smart, Connected Products Are Transforming Competition', *Harvard Business Review*, (November), pp. 1–23.
- Sanusi, S. *et al.* (2023) *Pengantar Teknik Industri*. 1st edn. Edited by Y. Novita and D. Ahsani. Padang: PT. Global Eksekutif Teknologi.
- Setiawan Jodi, I.W.G.A. *et al.* (2023) 'The Role of Customer Satisfaction and Service Quality on Customer Loyalty: Case Study of M-Banking Services', *JEMSI (Jurnal Ekonomi, Manajemen, dan Akuntansi)*, 9(2), pp. 285–289. Available at: <https://doi.org/10.35870/jemsi.v9i2.1018>.
- Slack, N., Chambers, S. and Johnston, R. (2010) *Operation Management*. VI, Pearson Education Limited. VI. England: Prentice Hall.
- Soldatos, J. (2024) *Artificial Intelligence in Manufacturing*. Edited by J. Soldatos. Luxemburg: Springer.
- Sutrisno, S. *et al.* (2022) 'Analisis Peran Kualitas Produk dan Penetapan Harga Terhadap Reputasi Merek Produk Kopi Cepat Saji Kopi Kenangan', *Management Studies and Entrepreneurship Journal (MSEJ)*, 3(5), pp. 3231–3237. Available at: <https://journal.yrpiipku.com/index.php/msej/article/view/1168>.
- Taylor, frederick W. (1919) *The Principles of Scientific Management*. I. New York: Harvard University.

BAB 2

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM PRODUKSI: MEMPERBAIKI PROSES DAN PENGURANGAN PEMBOROSAN

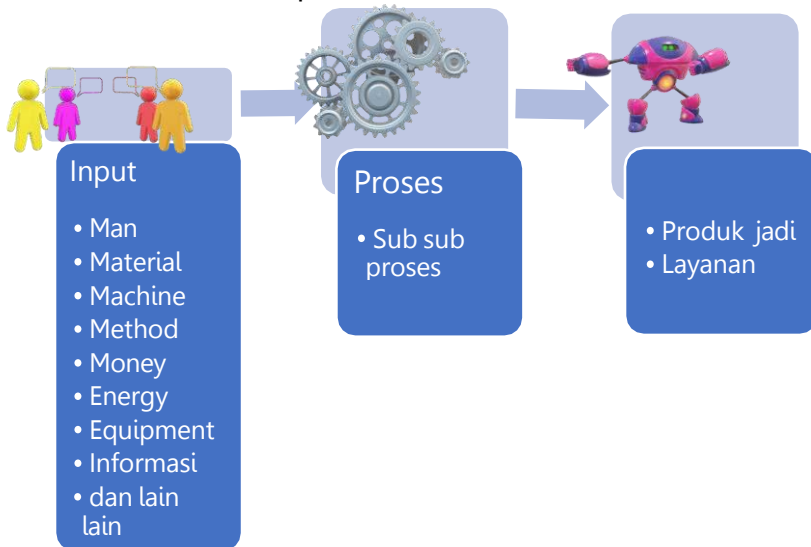
Oleh Florida Butarbutar

2.1 Konsep Dasar Produksi

Sistem produksi adalah rangkaian kegiatan yang terorganisir yang melibatkan konversi input menjadi output yang bernilai tambah bagi pelanggan. Input dalam sistem produksi bisa berupa bahan baku, tenaga kerja, energi, informasi, dan modal, sementara outputnya adalah produk jadi atau layanan. Sistem produksi dirancang untuk menghasilkan barang atau jasa dengan cara yang efisien dan efektif. Efisiensi dan efektivitas adalah dua konsep kunci dalam manajemen sistem produksi yang sangat penting bagi kesuksesan perusahaan. [1] Keduanya saling melengkapi dan berperan penting dalam mencapai tujuan operasional serta mempertahankan keunggulan kompetitif. Sistem produksi tidak hanya mencakup proses fisik transformasi bahan menjadi produk, tetapi juga melibatkan pengelolaan sumber daya, perencanaan, pengendalian, dan peningkatan berkelanjutan dari proses tersebut. Secara lebih rinci, sistem produksi melibatkan:

1. Input: Sumber daya yang digunakan dalam proses

- produksi, seperti bahan baku, tenaga kerja, mesin, teknologi, informasi, dan modal, energi dan peralatan pembantu
2. Proses Transformasi: Proses yang mengubah input menjadi output. Ini mencakup berbagai kegiatan seperti pemotongan, perakitan, pemesinan, pengecatan, inspeksi, dan pengemasan.
 3. Output: Produk atau layanan yang dihasilkan dari proses produksi. Output ini harus memenuhi spesifikasi yang diinginkan pelanggan dan memenuhi standar kualitas.
 4. Feedback dan Kontrol: Sistem produksi juga mencakup mekanisme untuk memantau dan mengendalikan proses untuk memastikan bahwa output memenuhi standar yang telah ditentukan. Feedback digunakan untuk melakukan perbaikan terus-menerus. [2]



Gambar 2. 1. Sistem Produksi Konsep Dasar Produksi

Konsep dasar produksi berkaitan dengan prinsip-prinsip dan praktik-praktik yang digunakan untuk merencanakan, mengendalikan, dan meningkatkan proses produksi. Beberapa konsep dasar produksi meliputi:[3]

1. Jenis-Jenis Sistem Produksi:

Sistem produksi adalah cara organisasi merancang dan menjalankan proses untuk menghasilkan barang atau jasa. Sistem produksi ini dapat dikategorikan berdasarkan berbagai aspek seperti skala produksi, tingkat variasi produk, serta aliran proses. Secara umum, terdapat beberapa jenis sistem produksi utama yang digunakan dalam industri, yaitu

- a. **Produksi Massal (*Mass Production*):** Sistem produksi yang menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan sedikit variasi. Contohnya adalah produksi mobil dan barang konsumsi.
- b. **Produksi Batch (*Batch Production*):** Produksi dilakukan dalam kelompok atau batch dengan jumlah produk yang ditentukan. Contohnya adalah pembuatan roti atau produk kimia.
- c. **Produksi Job Shop:** Produksi yang disesuaikan untuk pesanan spesifik pelanggan. Setiap pesanan mungkin memiliki desain, spesifikasi, atau kebutuhan yang berbeda. Contohnya adalah produksi mesin khusus atau pesanan furnitur.
- d. **Produksi Kontinu (*Continuous Production*):** Sistem produksi yang berjalan tanpa henti untuk menghasilkan produk dalam skala besar, seperti kilang minyak atau pembangkit listrik.
- e. **Produksi Seluler (*Cellular Manufacturing*):** Sistem yang

menggabungkan fleksibilitas dari job shop dengan efisiensi dari produksi massal, dengan mengelompokkan proses menjadi sel-sel kerja yang dapat menangani berbagai macam produk.

Dengan memahami berbagai tipe sistem produksi, perusahaan dapat memilih pendekatan yang tepat sesuai dengan kebutuhan produk, pasar, dan kapasitas mereka

2. Prinsip-Prinsip Produksi

Prinsip-prinsip produksi adalah panduan dasar yang digunakan dalam perancangan, pelaksanaan, dan pengelolaan sistem produksi untuk mencapai tujuan efisiensi, efektivitas, dan kualitas dalam menghasilkan barang atau jasa. Penerapan prinsip-prinsip ini bertujuan untuk mengoptimalkan proses produksi dengan mengurangi pemborosan, memaksimalkan produktivitas, dan menjaga kualitas. Berikut adalah beberapa prinsip utama dalam produksi:

- a. Efisiensi (Efficiency): Menyelesaikan tugas dengan penggunaan sumber daya yang sesuai dengan rencana, termasuk waktu, biaya, tenaga kerja, dan material.
- b. Efektivitas (Effectiveness): Kemampuan untuk mencapai hasil yang direncanakan atau memenuhi kebutuhan pelanggan.
- c. Produktivitas (*Productivity*): Ukuran output yang dihasilkan dibandingkan dengan input yang digunakan. Produktivitas adalah indikator kunci dalam menentukan efisiensi sistem produksi.
- d. Kualitas (*Quality*): Tingkat di mana produk atau

layanan memenuhi spesifikasi dan harapan pelanggan. Kualitas harus dikendalikan dan dipertahankan melalui standar yang ketat dan proses perbaikan terus-menerus.

- e. **Lean Manufacturing**: Pendekatan untuk mengurangi pemborosan (*waste*) dalam sistem produksi, seperti kelebihan produksi, waktu tunggu, transportasi berlebih, pemrosesan berlebih, persediaan berlebih, gerakan berlebih, dan cacat.
- f. ***Just-In-Time* (JIT)**: Sistem manajemen produksi yang meminimalkan inventaris dengan memproduksi hanya apa yang diperlukan, kapan diperlukan, dan dalam jumlah yang diperlukan.
- g. ***Total Quality Management* (TQM)**: Pendekatan manajemen yang berfokus pada perbaikan kualitas secara menyeluruh di seluruh aspek organisasi, dengan melibatkan semua karyawan.

Konsep dasar produksi melibatkan pemahaman tentang jenis-jenis sistem produksi, prinsip-prinsip seperti efisiensi, efektifitas, produktivitas, dan kualitas, serta metode manajemen seperti Lean Manufacturing dan Total Quality Management. Menerapkan konsep-konsep ini dengan benar memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan proses produksi, mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi, dan akhirnya meningkatkan profitabilitas serta kepuasan pelanggan.

2.2 Perancangan dan pengelolaan Sistem Produksi

Perancangan dan pengelolaan sistem produksi adalah elemen penting dalam manajemen operasi yang berdampak langsung pada efisiensi, efektivitas, kualitas, dan profitabilitas suatu perusahaan. [4] Dalam lingkungan bisnis yang kompetitif dan dinamis saat ini, perancangan yang baik dan pengelolaan yang efektif dari sistem produksi sangat penting untuk mencapai keunggulan kompetitif. Berikut penjelasan mengenai pentingnya perancangan dan pengelolaan sistem produksi adalah untuk :

1. Mengoptimalkan Penggunaan Sumber Daya

Perancangan sistem produksi yang baik memastikan bahwa sumber daya seperti tenaga kerja, mesin, material, dan waktu digunakan secara optimal. Dengan merancang aliran produksi yang efisien, [5] perusahaan dapat:

- a. Mengurangi pemborosan (waste) dalam bentuk waktu tunggu, gerakan yang tidak perlu, dan inventaris berlebih.
- b. Meningkatkan produktivitas dengan memaksimalkan output yang dihasilkan dari input yang ada.
- c. Menurunkan biaya produksi melalui penggunaan sumber daya yang lebih efisien.

2. Meminimalkan Pemborosan (Waste Reduction)

Salah satu tujuan utama dari perancangan dan pengelolaan sistem produksi adalah mengurangi pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah bagi

pelanggan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Lean Manufacturing seperti Just-In-Time (JIT) dan Value Stream Mapping (VSM), [6] perusahaan dapat:

- a. Mengidentifikasi dan menghilangkan kegiatan-kegiatan yang tidak efisien.
- b. Mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi aliran produksi.
- c. Meningkatkan fokus pada aktivitas yang memberikan nilai tambah kepada pelanggan.

3. Meningkatkan Kualitas Produk

Perancangan sistem produksi yang baik memperhatikan kontrol kualitas dan standar kualitas yang ketat. Dengan mengelola kualitas secara efektif melalui teknik-teknik seperti Total Quality Management (TQM) dan Six Sigma, perusahaan dapat:

- a. Mengurangi cacat dan variasi dalam proses produksi.
- b. Meningkatkan kepuasan pelanggan dengan memastikan produk memenuhi atau melebihi harapan.
- c. Mengurangi biaya akibat produk cacat dan pengembalian barang, sehingga meningkatkan margin keuntungan.
- d. Meningkatkan Fleksibilitas dan Responsivitas

Perancangan sistem produksi yang fleksibel memungkinkan perusahaan untuk lebih cepat merespons perubahan permintaan pasar, teknologi, dan preferensi pelanggan. Pengelolaan sistem produksi yang responsif memungkinkan:

- a. Penyesuaian produksi sesuai dengan permintaan pasar, sehingga mengurangi risiko overproduction atau underproduction.
- b. Memfasilitasi adaptasi cepat terhadap perubahan desain produk atau inovasi teknologi.
- c. Mengurangi waktu tunggu dan lead time, yang membantu dalam mempercepat waktu pemasaran produk.
- d. Mendukung Keputusan Strategis

Perancangan sistem produksi yang efektif mendukung pengambilan keputusan strategis mengenai:

- a. Penentuan lokasi fasilitas: Menentukan lokasi pabrik atau fasilitas produksi yang optimal untuk mengurangi biaya distribusi dan memenuhi permintaan pelanggan dengan cepat.
- b. Perencanaan kapasitas: Mengelola kapasitas produksi untuk memenuhi fluktuasi permintaan tanpa menimbulkan biaya yang berlebihan.
- c. Pemilihan teknologi dan proses: Memilih teknologi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas serta mengurangi biaya

4. Mengurangi Biaya dan Meningkatkan Profitabilitas

Sistem produksi yang dirancang dengan baik dapat mengurangi biaya operasional melalui:

- a. Pengendalian persediaan yang lebih baik, seperti penerapan sistem Just-In-Time (JIT) yang mengurangi biaya penyimpanan dan kelebihan stok.
- b. Peningkatan efisiensi operasional dengan mengurangi waktu tunggu, gerakan yang tidak perlu, dan

pekerjaan ulang.

- c. Pengurangan biaya tenaga kerja dengan mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja dan mengurangi pekerjaan yang tidak perlu.

Semua ini pada akhirnya meningkatkan profitabilitas perusahaan dengan mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi.

5. Mendorong Perbaikan Berkelanjutan

Pengelolaan sistem produksi mendorong budaya perbaikan berkelanjutan (continuous improvement) di dalam organisasi. Dengan menggunakan pendekatan seperti Kaizen, 5S, dan PDCA (Plan-Do-Check-Act), perusahaan dapat:

- a. Terus mencari cara untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi.
- b. Melibatkan semua karyawan dalam proses perbaikan, yang dapat meningkatkan motivasi dan kepuasan kerja.
- c. Meningkatkan daya saing perusahaan melalui inovasi dan peningkatan berkelanjutan.

6. Meningkatkan Keselamatan dan Kepuasan Kerja Karyawan

Perancangan sistem produksi yang baik juga mempertimbangkan faktor keselamatan dan ergonomi kerja, yang penting untuk:

- a. Mengurangi kecelakaan kerja dan risiko cedera.
- b. Meningkatkan produktivitas karyawan dengan menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman dan

aman.

- c. Meningkatkan kepuasan kerja yang dapat berkontribusi pada retensi karyawan yang lebih baik.

7. Menciptakan Keunggulan Kompetitif

Dengan perancangan dan pengelolaan sistem produksi yang unggul, perusahaan dapat mencapai:

- a. Pengurangan lead time dan waktu siklus produksi yang lebih cepat, memberikan produk lebih cepat ke pasar dibandingkan pesaing.
- b. Penawaran produk berkualitas tinggi dengan biaya yang kompetitif, meningkatkan nilai proposisi kepada pelanggan.
- c. Kemampuan untuk berinovasi dan menyesuaikan produk atau proses sesuai permintaan pasar.

Perancangan dan pengelolaan sistem produksi adalah inti dari manajemen operasi yang efektif. Melalui perancangan yang cermat dan pengelolaan yang efisien, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan sumber daya, meningkatkan kualitas, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan profitabilitas. Dengan demikian, perancangan dan pengelolaan sistem produksi yang baik bukan hanya penting untuk efisiensi internal, tetapi juga untuk mencapai keunggulan kompetitif yang berkelanjutan di pasar.

2.3 Menghitung Efisiensi dan Efektifitas dalam Sistem Produksi

Menghitung efisiensi dan efektivitas dalam konteks sistem produksi melibatkan penggunaan berbagai metrik dan indikator kinerja (Key Performance Indicators, KPI) yang memungkinkan perusahaan mengukur seberapa baik proses produksi dijalankan dan seberapa baik tujuan tercapai. Berikut adalah cara umum untuk menghitung efisiensi dan efektivitas dalam sistem produksi:

2.3.1 Menghitung Efisiensi

Efisiensi dalam sistem produksi biasanya diukur dengan membandingkan output aktual dengan input yang digunakan. Berikut beberapa metode dan rumus untuk menghitung efisiensi

a. Efisiensi Operasional :

Efisiensi operasional mengukur seberapa baik input seperti tenaga kerja, mesin, dan material digunakan untuk menghasilkan output. Rumus umum untuk menghitung efisiensi operasional adalah:

$$\text{Efisiensi Operasional} = \left(\frac{\text{Output Aktual}}{\text{Output Teoritis atau Maksimum}} \right) \times 100\%$$

Output Aktual: Jumlah unit produk yang benar-benar dihasilkan dalam periode waktu tertentu.

Output Teoritis atau Maksimum: Jumlah unit produk yang dapat dihasilkan jika sistem bekerja pada kapasitas penuh tanpa adanya pemborosan.

b. Efisiensi Tenaga Kerja:

Efisiensi tenaga kerja mengukur produktivitas karyawan dalam sistem produksi. Rumusnya adalah:

$$\text{Efisiensi Tenaga Kerja} = \left(\frac{\text{Waktu standar untuk menghasilkan output}}{\text{Waktu aktual yang dihabiskan}} \right) \times 100\%$$

Waktu Standar untuk Menghasilkan Output: Waktu yang ditetapkan berdasarkan studi waktu atau standar industri untuk memproduksi satu unit.

Waktu Aktual yang Dihabiskan: Waktu nyata yang digunakan oleh tenaga kerja untuk memproduksi output tersebut.

c. Efisiensi Mesin:

Efisiensi mesin mengukur seberapa baik mesin atau peralatan digunakan dalam proses produksi:

$$\text{Efisiensi Mesin} = \left(\frac{\text{Waktu produksi efektif}}{\text{Total waktu mesin beroperasi}} \right) \times 100\%$$

Waktu Produksi Efektif: Waktu saat mesin benar-benar menghasilkan output.

Total Waktu Mesin Beroperasi: Waktu keseluruhan di mana mesin dinyalakan, termasuk waktu tunggu, perbaikan, atau pemeliharaan.

d. Efisiensi Penggunaan Material

Efisiensi penggunaan material mengukur seberapa baik bahan baku digunakan dalam produksi:

$$\text{Efisiensi Material} = \left(\frac{\text{Material yang digunakan untuk produksi jadi}}{\text{Total material yang digunakan}} \right) \times 100\%$$

Material yang Digunakan untuk Produk Jadi: Jumlah material yang benar-benar digunakan dalam produk akhir.

Total Material yang Dikeluarkan: Jumlah total material yang disiapkan untuk produksi, termasuk yang hilang atau terbuang.

2.3.2 Menghitung Efektivitas dalam Sistem Produksi

Efektivitas mengukur sejauh mana sistem produksi mencapai tujuan yang diinginkan, seperti kualitas, kepuasan pelanggan, dan waktu pengiriman. Beberapa rumus untuk menghitung efektivitas meliputi:

- a. Efektivitas Keseluruhan Peralatan (*Overall Equipment Effectiveness, OEE*)

OEE adalah metrik yang umum digunakan untuk mengukur efektivitas peralatan di pabrik dan menggambarkan tingkat kinerja sebenarnya dari peralatan produksi. OEE dihitung dengan mengalikan tiga komponen utama: Ketersediaan (*Availability*), Kinerja (*Performance*), dan Kualitas (*Quality*).

OEE = Ketersediaan × Kinerja × Kualitas

Ketersediaan: Mengukur persentase waktu mesin tersedia untuk beroperasi. Dihitung sebagai:

$$\text{Ketersediaan} = \left(\frac{\text{Waktu Operasi}}{\text{Waktu yang direncanakan}} \right) \times 100\%$$

Kinerja: Mengukur kecepatan produksi aktual dibandingkan dengan kecepatan standar:

$$\text{Kinerja} = \left(\frac{\text{Output Aktual}}{\text{Output Ideal Standar}} \right) \times 100\%$$

Kualitas: Mengukur persentase produk yang memenuhi standar kualitas dibandingkan dengan total produksi:

$$\text{Kualitas} = \left(\frac{\text{Produk yang baik}}{\text{Total Output}} \right) \times 100\%$$

b. Tingkat Pemenuhan Pesanan (Order Fulfillment Rate)

Mengukur seberapa efektif perusahaan dalam memenuhi pesanan pelanggan tepat waktu:

$$\text{Order Fulfillment Rate} = \left(\frac{\text{Jumlah pesanan yang dipenuhi tepat waktu}}{\text{Total pesanan yang diterima}} \right) \times 100\%$$

Tingkat pemenuhan yang tinggi menunjukkan efektivitas tinggi dalam mengelola rantai pasokan, produksi, dan distribusi.

e. First Pass Yield (FPY) atau Throughput Yield

$$\text{First Pass Yield (FPY)} = \left(\frac{\text{Jumlah pesanan yang lolos inspeksi pada percobaan pertama}}{\text{Total output}} \right) \times 100\%$$

Mengukur persentase produk yang berhasil melewati seluruh proses produksi tanpa memerlukan rework atau perbaikan:

FPY yang tinggi menunjukkan efektivitas tinggi dalam proses kontrol kualitas dan mengurangi biaya tambahan karena rework.

2.4 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah suatu filosofi manajemen dan pendekatan dalam produksi yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan (waste) dalam proses produksi. [7] Konsep ini berakar dari metode produksi Toyota (Toyota Production System) dan berfokus pada penciptaan nilai bagi pelanggan dengan meminimalkan semua bentuk pemborosan yang tidak memberikan nilai tambah.

2.4.1 Prinsip Utama Lean Manufacturing

1. Identifikasi Nilai: Menentukan apa yang dianggap bernilai oleh pelanggan dan berfokus pada kegiatan yang meningkatkan nilai tersebut.
2. Pemetaan Aliran Nilai (Value Stream Mapping-VSM): Menganalisis dan memetakan semua langkah dalam proses produksi untuk memahami alur kerja dan mengidentifikasi pemborosan.
3. Pengurangan Pemborosan: Mengeliminasi tujuh jenis pemborosan: overproduksi, waktu tunggu, transportasi, pemrosesan berlebih, inventori, gerakan yang tidak perlu, dan cacat.
4. Pengaliran Proses yang Lancar: Menyusun proses produksi agar mengalir secara kontinu, tanpa hambatan atau gangguan.
5. Permintaan Tarik (Pull System): Mengatur produksi berdasarkan permintaan pelanggan, sehingga produk dibuat hanya ketika ada kebutuhan.

6. Perbaikan Berkelanjutan (Kaizen): Melibatkan semua karyawan dalam proses perbaikan berkelanjutan untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas.

2.4.2 Manfaat Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah pendekatan yang sistematis untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam proses produksi. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Lean, perusahaan dapat menciptakan nilai yang lebih besar bagi pelanggan sambil menjaga biaya rendah dan meningkatkan kualitas produk

1. Pengurangan Biaya: Dengan menghilangkan pemborosan, biaya produksi dapat dikurangi.
2. Peningkatan Kualitas: Fokus pada kualitas membantu mengurangi cacat dan meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Waktu Respons yang Lebih Cepat: Proses yang lebih efisien memungkinkan perusahaan untuk merespons permintaan pelanggan dengan lebih cepat.
4. Peningkatan Keterlibatan Karyawan: Melibatkan karyawan dalam perbaikan meningkatkan motivasi dan kepuasan kerja.

2.4.3 Pemborosan dalam Lean Manufacturing

Dalam Lean Manufacturing, ada konsep yang dikenal sebagai 7 Pemborosan atau 7 Wastes (disebut juga Muda dalam bahasa Jepang), yang merupakan aktivitas-aktivitas yang tidak menambah nilai pada produk atau layanan dari perspektif pelanggan. Mengidentifikasi dan mengurangi

pemborosan ini adalah inti dari filosofi Lean, yang bertujuan untuk menciptakan nilai maksimal dengan sumber daya seminimal mungkin. 7 Pemborosan dalam Lean Manufacturing adalah sebagai berikut :

1. *Overproduction* (Kelebihan Produksi):

- Memproduksi lebih banyak dari yang dibutuhkan atau lebih cepat dari permintaan pelanggan. Overproduction menyebabkan penumpukan inventaris, meningkatkan biaya penyimpanan, dan risiko produk kadaluarsa atau menjadi usang.
- Contoh: Memproduksi 1000 unit ketika hanya 500 unit yang dibutuhkan.

2. *Waiting* (Menunggu):

- Waktu terbuang ketika operator, mesin, atau material menunggu untuk diproses atau dilanjutkan. Hal ini sering terjadi karena ketidakseimbangan beban kerja, waktu pengaturan yang lama, atau masalah koordinasi.
- Contoh: Operator menunggu bahan baku tiba atau menunggu mesin yang sedang dalam proses perbaikan.

3. *Transport* (Transportasi):

- Gerakan material atau produk yang tidak diperlukan antara lokasi atau stasiun kerja. Transportasi yang berlebihan meningkatkan risiko kerusakan, kehilangan, atau pemborosan waktu.
- Contoh: Memindahkan barang dari satu area gudang ke area *lain yang jauh tanpa alasan yang jelas*.

4. *Extra Processing* (Pemrosesan Berlebih):

- Aktivitas tambahan yang tidak diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Ini termasuk

pekerjaan tambahan, inspeksi yang berlebihan, atau langkah pemrosesan yang tidak menambah nilai.

- Contoh: Melakukan pengecatan ganda pada produk yang hanya membutuhkan satu lapisan cat.
5. *Inventory* (Persediaan Berlebih):
- Penyimpanan barang, bahan baku, atau komponen dalam jumlah yang lebih besar dari yang diperlukan. Persediaan berlebih mengikat modal, membutuhkan ruang penyimpanan, dan menimbulkan risiko kerusakan atau obsolesi.
 - Contoh: Menyimpan suku cadang dalam jumlah besar yang jarang digunakan.
6. *Motion* (Gerakan Berlebih):
- Gerakan yang tidak diperlukan oleh operator atau peralatan yang tidak menambah nilai bagi proses. Gerakan yang tidak efisien ini bisa menyebabkan kelelahan, cedera, dan pemborosan waktu.
 - Contoh: Operator harus berjalan jauh untuk mengambil alat atau material karena penataan tempat kerja yang buruk.
7. *Defects* (Cacat):
- Produk atau komponen yang rusak atau tidak memenuhi spesifikasi, yang memerlukan pengerjaan ulang, penggantian, atau bahkan pembuangan. Hal ini tidak hanya membuang sumber daya tetapi juga bisa merusak reputasi perusahaan.
 - Contoh: Produk elektronik dengan sirkuit yang salah yang harus diperbaiki atau dibuang.

2.4.4 Mengurangi Pemborosan dengan Lean Tools

Lean Manufacturing menggunakan berbagai alat dan teknik untuk mengurangi atau menghilangkan ketujuh jenis pemborosan tersebut yaitu dengan menerapkan hal tersebut dibawah :

1. 5S (*Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain*):

5S adalah metode yang digunakan dalam Lean Manufacturing untuk menciptakan dan menjaga lingkungan kerja yang efisien, terorganisir, dan bersih. Dengan menerapkan prinsip-prinsip 5S, perusahaan dapat mengurangi pemborosan (waste) secara signifikan, meningkatkan produktivitas, [8] dan menciptakan budaya kerja yang disiplin. Metode 5S berasal dari Jepang dan terdiri dari lima langkah yang berfokus pada pengaturan tempat kerja dan pemeliharaan sistematis. Berikut adalah penjelasan tentang 5S dan bagaimana metode ini membantu mengurangi pemborosan: [9]

a. *Sort* (Seiri) – Menyortir

Definisi: Menyortir dan memisahkan barang-barang yang tidak diperlukan dari area kerja.

Tujuan: Mengurangi pemborosan dari penggunaan ruang dan alat yang tidak dibutuhkan, serta meningkatkan efisiensi kerja.

Pengurangan Pemborosan:

- Menghilangkan inventaris berlebih dan material yang tidak diperlukan, sehingga mengurangi pemborosan ruang dan waktu

yang terbang untuk mencari barang yang diperlukan.

- Membantu fokus pada alat dan material yang penting bagi produksi.

b. *Set in Order* (Seiton) – Menata

Definisi: Mengatur dan menata semua barang agar mudah ditemukan dan diakses.

Tujuan: Mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencari alat atau bahan dengan menempatkan segala sesuatu di tempat yang tepat.

Pengurangan Pemborosan:

- Mengurangi waktu tunggu dan gerakan yang tidak perlu (pemborosan yang diakibatkan oleh pekerja harus mencari alat atau material).
- Membantu menciptakan alur kerja yang lebih efisien dengan memastikan bahwa barang-barang penting berada di tempat yang logis dan mudah diakses.

c. *Shine* (Seiso) – Membersihkan

Definisi: Menjaga kebersihan tempat kerja untuk mencegah masalah yang dapat mempengaruhi produksi.

Tujuan: Menciptakan lingkungan kerja yang bersih, rapi, dan aman, serta mempermudah identifikasi masalah.

Pengurangan Pemborosan:

- Mengurangi cacat dan kerusakan alat dengan menjaga kebersihan mesin dan area kerja, sehingga mengurangi downtime dan

kebutuhan pemeliharaan yang tidak terencana.

- Membantu mengidentifikasi masalah atau kerusakan pada peralatan sejak dini.

d. *Standardize* (Seiketsu) – Menstandarkan

Definisi: Membuat prosedur standar untuk menjaga keteraturan dari langkah-langkah 5S sebelumnya.

Tujuan: Memastikan bahwa praktik 5S diikuti secara konsisten oleh semua karyawan melalui prosedur dan aturan standar.

Pengurangan Pemborosan:

- Mengurangi variasi dalam cara pekerjaan dilakukan, yang dapat menyebabkan pemborosan dalam bentuk proses yang tidak efisien atau tidak konsisten.
- Membantu mempertahankan hasil yang konsisten dan menghindari penurunan disiplin yang bisa menimbulkan masalah pemborosan jangka panjang.

e. *Sustain* (Shitsuke) – Memelihara Disiplin

Definisi: Menjaga dan meningkatkan standar yang telah ditetapkan dalam 5S melalui pelatihan, komunikasi, dan audit rutin.

Tujuan: Membentuk kebiasaan positif dan disiplin dalam mempertahankan praktik 5S di tempat kerja.

Pengurangan Pemborosan:

- Menghindari pemborosan jangka panjang

yang muncul dari ketidakkonsistenan penerapan 5S dengan memastikan budaya disiplin dan perbaikan berkelanjutan.

- Menyediakan pengawasan dan umpan balik secara berkala untuk memastikan bahwa lingkungan kerja tetap terorganisir dan efisien.

Manfaat Pengurangan Pemborosan dengan 5S:

- Mengurangi Waktu yang Terbuang: Karyawan menghabiskan lebih sedikit waktu untuk mencari alat dan material, sehingga meningkatkan produktivitas.
- Mengurangi Kesalahan dan Cacat: Dengan lingkungan kerja yang bersih dan tertata, kesalahan produksi dan kerusakan alat dapat dikurangi.
- Meningkatkan Pemanfaatan Ruang: Menghilangkan barang-barang yang tidak diperlukan membantu memanfaatkan ruang produksi dengan lebih efisien.
- Meningkatkan Keselamatan: Tempat kerja yang bersih dan teratur mengurangi risiko kecelakaan, seperti tergelincir atau terjatuh.
- Mempercepat Pendeteksian Masalah: Dengan menjaga kebersihan dan keteraturan, masalah dapat diidentifikasi lebih awal sebelum menjadi kerusakan serius.

Dengan menerapkan 5S, perusahaan dapat mengurangi berbagai jenis pemborosan seperti waktu yang terbuang, inventaris berlebih, gerakan yang tidak perlu, dan bahkan cacat produk. 5S tidak hanya

meningkatkan efisiensi produksi, tetapi juga menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman, nyaman, dan terorganisir.

2. Kanban

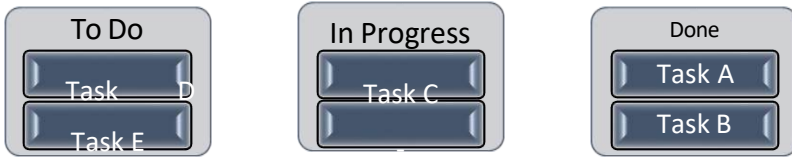
Kanban adalah sistem manajemen visual yang biasanya menggunakan papan (physical board atau digital board) untuk memvisualisasikan alur kerja dan memastikan bahwa produksi berjalan sesuai permintaan tanpa adanya pemborosan. [8] Visualisasi dari Kanban bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas tentang status pekerjaan, aliran material, serta sumber daya yang digunakan. Berikut adalah elemen visual utama dari sistem Kanban:

a. Papan Kanban (Kanban Board)

Papan Kanban adalah alat visual utama yang memuat seluruh alur kerja. Biasanya papan ini terbagi menjadi kolom-kolom yang mewakili tahapan produksi atau alur proses dari awal hingga selesai. Ini memungkinkan tim untuk melacak status pekerjaan secara real-time.

Kolom-Kolom Utama:

- To Do (Pekerjaan yang harus dilakukan): Berisi pekerjaan yang harus dimulai.
- Progress (Sedang Dikerjakan): Berisi pekerjaan yang sedang berjalan di setiap tahap proses.
- Done (Selesai): Berisi pekerjaan yang telah selesai.



Gambar 2. 2. Contoh Papan Kanban

Setiap kartu yang dipasang di papan mewakili satu tugas, proses, atau pekerjaan. Tugas bergerak dari kiri ke kanan, menunjukkan progres pekerjaan dari tahap To Do ke Done. Pada versi fisik, papan ini mungkin menggunakan kartu fisik yang bergerak antar kolom, sementara pada versi digital, tugas diwakili oleh kartu digital yang mudah dipindahkan antara kolom.

b. Kartu Kanban (Kanban Cards)

Kartu Kanban adalah komponen inti dari sistem Kanban yang digunakan untuk mewakili pekerjaan atau permintaan tertentu. Setiap kartu biasanya berisi informasi penting tentang pekerjaan tersebut, seperti:

- Nama pekerjaan atau item yang sedang diproses,
- Tanggal mulai atau tenggat waktu,
- Prioritas atau urutan pengerjaan,
- Siapa yang bertanggung jawab mengerjakan,
- Catatan tambahan jika diperlukan (misalnya, instruksi khusus).

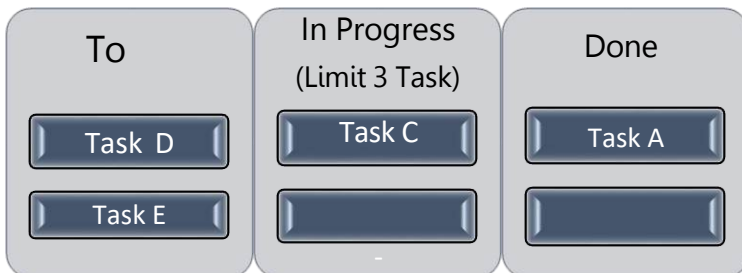
Kanban Cards
Task : Order Raw Material
Responsible : Florida
Start Date : 24 Sept 2024
Due Date : 30 Sept 2024
Priority : High

Gambar 2. 3. Contoh Kartu Kanban

Kartu ini akan bergerak dari satu kolom ke kolom lainnya di papan Kanban sesuai dengan status pekerjaannya.

c. Kolom Pembatas WIP (Work In Progress)

Dalam Kanban, terdapat prinsip WIP Limit yang membatasi jumlah tugas yang bisa berada di kolom "In Progress" atau sedang dikerjakan pada satu waktu. Ini membantu mencegah kelebihan beban kerja dan memastikan bahwa pekerjaan diselesaikan sebelum memulai pekerjaan baru. Visual Kolom dengan WIP Limit:



Gambar 2. 4. Contoh Visual Kolom Dengan WIP Limit

Pada contoh ini, kolom In Progress hanya bisa memuat tiga tugas, dan tidak ada tugas baru yang bisa masuk ke dalamnya hingga salah satu tugas selesai.

d. Visual Penggunaan Warna dan Simbol

Untuk meningkatkan kejelasan, papan dan kartu Kanban sering kali menggunakan warna dan simbol untuk menandai prioritas atau kategori pekerjaan. Misalnya:

- Warna merah untuk menunjukkan tugas yang memiliki prioritas tinggi atau tenggat waktu yang mendesak.
- Warna hijau untuk menunjukkan pekerjaan yang lancar atau tanpa kendala.
- Tanda panah untuk menunjukkan pekerjaan yang dipindahkan dari satu kolom ke kolom berikutnya.
- Simbol bintang untuk menandai pekerjaan kritis atau penting.

e. Visual Sinyal Kanban (Material Kanban)

Dalam konteks produksi, sinyal Kanban sering kali berupa kartu fisik atau elektronik yang menginformasikan kapan material atau komponen perlu dipesan atau diproduksi lagi. Kartu ini biasanya ditempatkan di wadah atau rak tempat material disimpan. Misalnya, ketika sebuah kotak material kosong, kartu Kanban diambil dari kotak tersebut dan dikirimkan ke

departemen pembelian atau produksi untuk memberi sinyal bahwa bahan tersebut harus dipesan kembali.

Contoh Alur Sinyal Material Kanban:

Wadah 1 (Penuh) --> Kartu Kanban diambil ketika bahan habis --> Sinyal pesanan dibuat --> Produksi/penyediaan material

Visualisasi Kanban sangat sederhana namun kuat dalam mengelola aliran kerja. Dengan menggunakan papan Kanban, kartu Kanban, dan kolom visual, sistem ini membuat alur kerja menjadi lebih transparan, mengidentifikasi hambatan (bottleneck), dan membantu pengurangan pemborosan dengan memastikan bahwa pekerjaan dilakukan berdasarkan kebutuhan nyata dan dikelola secara efisien.

3. *Value Stream Mapping* (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) [10] adalah alat visual yang digunakan dalam Lean Manufacturing untuk menganalisis dan mendokumentasikan aliran informasi dan material yang diperlukan untuk menghasilkan produk atau layanan. VSM membantu dalam mengidentifikasi pemborosan di setiap tahap proses dan merancang alur kerja yang lebih efisien. Tujuan dari VSM adalah memetakan kondisi saat ini, mengidentifikasi pemborosan di dalamnya, dan merancang peta kondisi masa depan yang lebih optimal.

Value Stream Mapping memetakan semua langkah dalam proses, mulai dari pengadaan bahan baku hingga pengiriman produk jadi ke pelanggan. Dengan melihat aliran nilai (value stream), organisasi dapat melihat :

- a. Proses yang Bernilai Tambah (*Value-Added Processes*): Langkah-langkah dalam proses yang secara langsung memberikan nilai tambah pada produk atau layanan.
- b. Proses yang Tidak Bernilai Tambah (*Non-Value-Added Processes*): Langkah-langkah yang tidak memberikan nilai langsung pada produk atau layanan, tetapi mungkin diperlukan, seperti inspeksi atau transportasi.
- c. Pemborosan (*Waste*): Kegiatan atau proses yang tidak diperlukan dan tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan, seperti kelebihan produksi, waktu tunggu, dan persediaan berlebih.

Langkah-Langkah Menggunakan Value Stream Mapping untuk Mengurangi Pemborosan adalah sebagai berikut :

- a. Pilih Produk atau Layanan yang Akan Dipetakan: Tentukan produk atau layanan spesifik untuk memfokuskan pemetaan.
- b. Bentuk Tim VSM: Libatkan orang-orang dari berbagai bagian proses, seperti produksi, penjualan, pengadaan, dan manajemen kualitas.
- c. Pemetaan Alur Proses Saat Ini (*Current State Map*): Gambarkan semua aktivitas yang terjadi dalam proses produksi, termasuk waktu siklus, waktu

tunggu, dan aliran informasi.

d. Identifikasi Pemborosan:

Gunakan peta untuk mengidentifikasi pemborosan yang ada di setiap tahap, seperti waktu tunggu yang lama, inventaris berlebih, atau gerakan yang tidak perlu.

e. Analisis Penyebab Pemborosan:

Lakukan analisis mendalam tentang mengapa pemborosan tersebut terjadi, apakah karena sistem kerja yang tidak efisien, jarak transportasi yang panjang, atau tidak adanya koordinasi antara departemen.

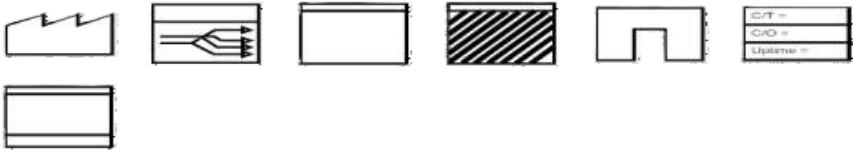
f. Rancang Peta Kondisi Masa Depan (*Future State Map*): Berdasarkan hasil identifikasi, rancang alur kerja yang lebih efisien dengan mengurangi atau menghilangkan pemborosan. Pastikan untuk menerapkan alur produksi yang lebih seimbang dan menyesuaikan kapasitas dengan permintaan.

g. Implementasi dan Pemantauan. Setelah desain masa depan diterapkan, lakukan pemantauan berkelanjutan untuk memastikan bahwa pemborosan tetap terkendali dan ada perbaikan berkelanjutan.

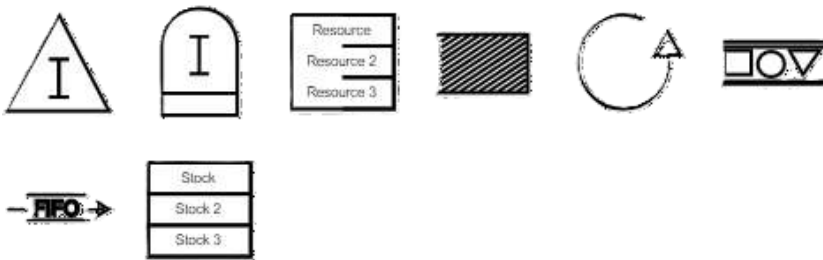
Simbol-Simbol Utama dalam VSM:

Untuk menggambarkan VSM, terdapat beberapa simbol standar yang digunakan. Beberapa di antaranya adalah simbol :

Process (dari kiri ke kanan): Kustomer/pemasok, lintas dokumen, proses khusus, proses bersama, sel kerja, kotak data, proses dengan data



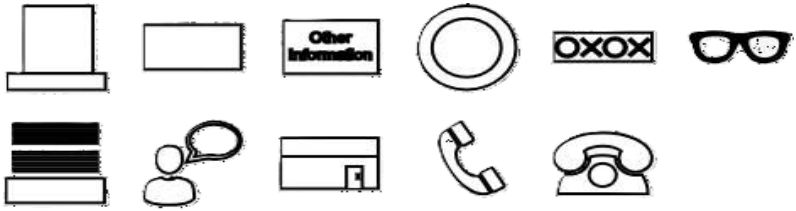
Materials (dari kiri ke kanan): Kotak Inventory, kotak Inventory 2, supermarket sumberdaya, supermarket suku cadang, pengambilan material, jalur FIFO, urutan FIFO, stok pengaman.



Shipments (dari kiri ke kanan): Angkutan udara, fork lift, pengiriman truk, pengiriman kereta api, kapal



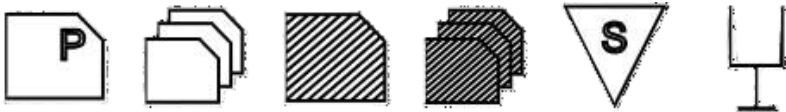
Information (dari kiri ke kanan) : Pusat kendali, kendali produksi, informasi lainnya, urutan bola tarik, pemerataan beban, lihat produksi, pesanan, informasi verbal, gudang, telepon.



Value Stream Map (dari kiri ke kanan) : Kaizen, operator, garis waktu, total garis waktu, masalah kualitas



Kanban (dari kiri ke kanan): Kanban produksi, kanban batch, kanban yang ditarik, kanban penarikan batch, kanban sinyal, pos kanban

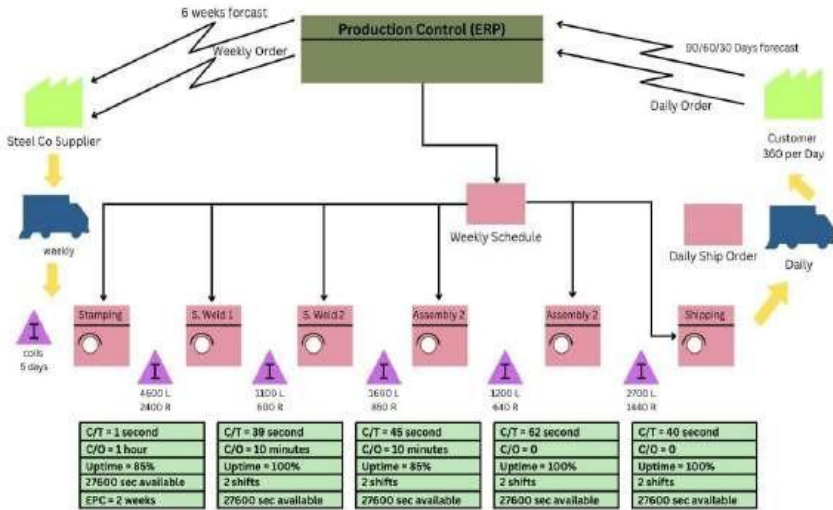


Arrows (dari kiri ke kanan): Barang jadi, panah dorong, panah tarik, pengiriman, informasi elektronik, informasi manual,

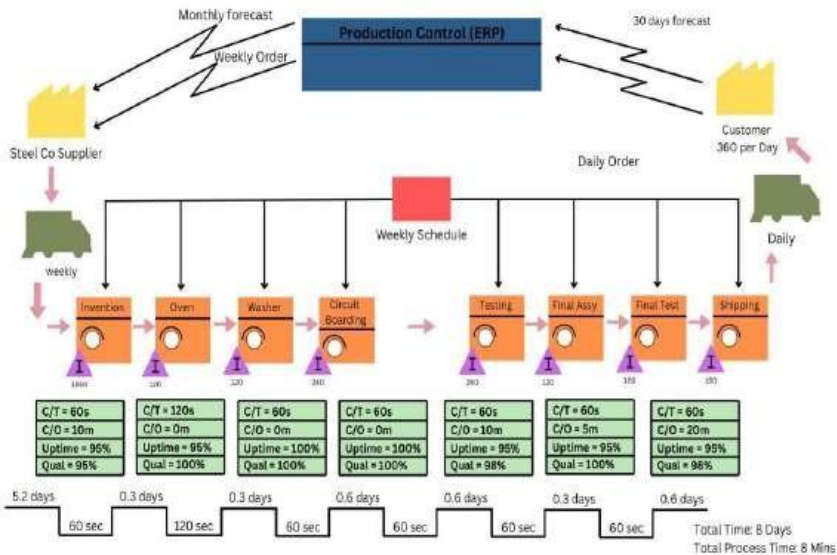


Gambar 2. 5. Simbol-Simbol Yang Digunakan Dalam VSM

Contoh visualisasi Value Stream Mapping



Gambar 2. 6. Pemetaan Alur Proses Saat Ini



Gambar 2. 7. Pemetaan Alur Proses Masa Depan

4. Kaizen (*Continuous Improvement*):

Kaizen adalah pendekatan perbaikan berkelanjutan yang berasal dari Jepang dan diterapkan secara luas dalam Lean Manufacturing dan manajemen operasi. [11] Dalam konteks pengurangan pemborosan, Kaizen bertujuan untuk memperbaiki proses kerja dengan mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, atau yang dikenal sebagai pemborosan (*muda*) dalam produksi. Pemborosan ini termasuk overproduksi, waktu tunggu, gerakan yang tidak perlu, cacat, transportasi, pemrosesan berlebih, dan inventaris berlebih.

Kaizen membantu perusahaan mengurangi pemborosan melalui pendekatan perbaikan berkelanjutan yang melibatkan semua anggota organisasi. Dengan mengidentifikasi masalah seperti overproduksi, waktu tunggu, cacat, transportasi, gerakan yang tidak perlu, pemrosesan berlebih, dan inventaris berlebih, [12] Kaizen memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan menghasilkan produk yang lebih baik sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Penerapan metode Kaizen secara konsisten membantu menciptakan budaya perbaikan berkelanjutan dan pemanfaatan sumber daya secara optimal.

5. *Total Productive Maintenance* (TPM):

Total Productive Maintenance (TPM) adalah pendekatan manajemen pemeliharaan yang dirancang untuk memaksimalkan efisiensi mesin dan peralatan serta mengurangi pemborosan di dalam proses produksi. [13] TPM tidak hanya berfokus pada

perbaikan mesin, tetapi juga melibatkan semua karyawan, dari operator hingga manajemen, untuk merawat dan memperbaiki peralatan secara proaktif.

TPM memiliki peran penting dalam mengurangi pemborosan yang diakibatkan oleh masalah mesin seperti waktu henti (downtime), kerusakan (breakdowns), dan penurunan kinerja mesin.

Waktu henti mesin adalah salah satu penyebab utama pemborosan dalam produksi. Ketika mesin rusak atau membutuhkan perbaikan, produksi harus dihentikan, yang mengakibatkan hilangnya waktu dan sumber daya.

Solusi yang dapat diberikan oleh TPM untuk mengurangi pemborosan tersebut adalah dengan melakukan :

- Pemeliharaan preventif adalah salah satu pilar TPM, di mana peralatan secara rutin diperiksa dan dirawat sebelum mengalami kerusakan.
- Dengan melakukan perawatan berkala dan mengganti suku cadang yang sudah aus sebelum rusak, perusahaan dapat mengurangi waktu henti yang tidak direncanakan.

Dengan memahami dan mengurangi 7 Pemborosan, perusahaan dapat mengoptimalkan proses produksi, mengurangi biaya, meningkatkan kualitas, dan memenuhi permintaan pelanggan secara lebih efisien dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Afolalu *et al.*, "The Role of Production Planning in Enhancing an Efficient Manufacturing System - An Overview," *E3S Web Conf.*, vol. 309, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202130901002.
- [2] T.-C. Chang, "Fuzzy process capability analysis for machined product with multiple characteristics of symmetric tolerance," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf.*, vol. 237, no. 5, pp. 691–702, Jul. 2022, doi: 10.1177/09544054221110950.
- [3] R. Kümmel and D. Lindenberger, "Energy in Growth Accounting and the Aggregation of Capital and Output," *Biophys. Econ. Sustain.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1007/s41247-020-00068-1.
- [4] R. Lee, "The effects of smart factory operational strategies and system management on the innovative performance of small-and medium-sized manufacturing firms," *Sustain.*, vol. 13, no. 6, 2021, doi: 10.3390/su13063087.
- [5] K. Khanal, K. B. Adhikari, S. C. Dhakal, and S. Marahatta, "Resource use efficiency of maize production with and without irrigation system in Kaski, Nepal," *J. Agric. Nat. Resour.*, vol. 3, no. 2, pp. 287–295, 2020, doi: 10.3126/janr.v3i2.32524.
- [6] T. Kiatcharoenpol, W. Rattanapakdee, and S. Klongboonjit, "Lean Production for Reducing Wastes in Convex Lens Production Process," *Int. J. Membr. Sci. Technol.*, vol. 10, no. 2, pp. 1023–1032, 2023, doi:10.15379/ijmst.v10i2.1408.
- [7] S. M. Zahraee, "A survey on lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry

- in Iran," *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 7, no. 2, pp. 136–148, Jan. 2016, doi: 10.1108/IJLSS-03-2015-0010.
- [8] S. Gupta, "Design and Implementation of 3D Virtual Mall - TheMall," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 3, pp. 924–928, 2021, doi: 10.22214/ijraset.2021.33424.
- [9] J. H. Ablanedo-Rosas, B. Alidaee, J. C. Moreno, and J. Urbina, "Quality improvement supported by the 5S, an empirical case study of Mexican organisations," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 48, no. 23, pp. 7063–7087, Dec. 2010, doi: 10.1080/00207540903382865.
- [10] S. Eriksson, L. Bengtsson, L. Samen, and R. Von Haartman, "Visual management in the era of industry 4.0: Perceived advantages and disadvantages of digital boards," *Int. J. Adv. Oper. Manag.*, vol. 15, no. 1, p. 1, 2023, doi: 10.1504/ijaom.2023.10052710.
- [11] J. P. P. Vieira, B. M. B. da Silva Etges, R. A. Pellegrino, M. A. Lins, and L. L. Costa, "Kaizen As an Improvement Method for Concrete Walls Construction in Social Housing Project," *30th Annu. Conf. Int. Gr. Lean Constr. IGLC 2022*, no. July, pp. 354–365, 2022, doi: 10.24928/2022/0136.
- [12] N. Minh and N. Quyen, "Human resources quality improvement from the perspective of Kaizen practices," *Management*, vol. 26, no. 1, pp. 144–163, 2022, doi: 10.2478/manment-2019-0088.
- [13] A. Wasnik, "a Review on Total Productive Maintenance (Tpm)," *Interantional J. Sci. Res. Eng. Manag.*, vol. 08, no. 05, pp. 1–5, 2024, doi: 10.55041/ijsrem33856.

BAB 3

PENGUKURAN DAN PENINGKATAN KINERJA: MEMANTAU DAN MENINGKATKAN EFISIENSI DAN PRODUKTIVITAS

Oleh Syarif Hadiwijaya

3.1 Pendahuluan

3.1.1 Pentingnya pengukuran kinerja dalam industri

Dalam era globalisasi dan persaingan yang semakin ketat, pengukuran dan peningkatan kinerja menjadi aspek yang sangat penting dalam dunia industri. Kinerja organisasi tidak hanya diukur dari hasil akhir, tetapi juga dari efisiensi dan produktivitas yang dicapai selama proses operasional. Pengukuran kinerja yang tepat memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam operasional mereka, serta memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan strategis. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai konsep pengukuran kinerja dan metode peningkatan yang efektif sangat diperlukan bagi para profesional di bidang teknik industri.

Pengukuran kinerja dapat didefinisikan sebagai proses sistematis untuk mengevaluasi sejauh mana suatu organisasi mencapai tujuan dan sasaran yang telah

ditetapkan. Dalam konteks ini, indikator kinerja utama (KPI) berfungsi sebagai alat ukur yang membantu organisasi dalam memantau dan menganalisis kinerja mereka. KPI dapat bervariasi tergantung pada tujuan spesifik yang ingin dicapai, dan dapat mencakup aspek-aspek finansial maupun non-finansial (Widiyawati, Soeparman and Soenoko, 2013; Djalil and Anwar, 2022). Misalnya, penggunaan metode Performance Prism dan Balanced Scorecard telah terbukti efektif dalam mengukur kinerja organisasi dengan menggabungkan berbagai perspektif yang relevan (Widiyawati, Soeparman and Soenoko, 2013).

Penggunaan alat dan teknik seperti Balanced Scorecard, Six Sigma, dan Lean Manufacturing memberikan organisasi kemampuan untuk mengoptimalkan proses mereka dan meningkatkan hasil yang diperoleh. Balanced Scorecard, khususnya, memungkinkan organisasi untuk mengintegrasikan ukuran kinerja finansial dan non-finansial, yang sangat penting dalam mencapai tujuan strategis (Stelter, 2016; Zhang, 2023). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa KPI yang terstruktur dengan baik dapat membantu organisasi dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam operasional mereka, serta memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan strategis (Soubjaki and Choughri, 2019).

Namun, pengukuran kinerja bukanlah tujuan akhir. Setelah kinerja diukur, langkah selanjutnya adalah melakukan peningkatan. Peningkatan kinerja dapat dilakukan melalui berbagai strategi, seperti Continuous Improvement (Kaizen) dan Total Quality Management (TQM). Implementasi program peningkatan kinerja

memerlukan perencanaan yang matang, pelatihan sumber daya manusia, serta evaluasi yang berkelanjutan untuk memastikan bahwa perubahan yang diterapkan memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan produktivitas (Murni, Abdillah and Tambunan, 2021). Implementasi program peningkatan kinerja memerlukan perencanaan yang matang, pelatihan sumber daya manusia, serta evaluasi yang berkelanjutan. Penting bagi organisasi untuk memiliki sistem yang dapat memantau dan mengevaluasi efektivitas dari strategi yang diterapkan.

Dalam chapter ini membahas secara komprehensif mengenai pengukuran dan peningkatan kinerja dalam konteks teknik industri. Menguraikan konsep dasar pengukuran kinerja, metodologi yang digunakan, serta strategi peningkatan kinerja yang dapat diterapkan. Selain itu juga akan menyajikan studi kasus yang relevan untuk memberikan gambaran nyata tentang penerapan konsep-konsep ini dalam industri. Dengan demikian, diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi para mahasiswa, akademisi, dan praktisi yang ingin memahami lebih dalam mengenai pentingnya pengukuran dan peningkatan kinerja dalam mencapai keunggulan kompetitif di dunia industri.

3.1.2 Hubungan antara efisiensi, produktivitas, dan kinerja

Efisiensi, produktivitas, dan kinerja adalah tiga konsep yang saling terkait dan sangat penting dalam konteks manajemen industri. Efisiensi merujuk pada kemampuan suatu organisasi untuk menggunakan sumber

daya secara optimal dalam proses produksi, sehingga dapat meminimalkan pemborosan dan biaya. Sementara itu, produktivitas mengacu pada rasio output yang dihasilkan dibandingkan dengan input yang digunakan, yang mencerminkan seberapa baik suatu organisasi dalam mengubah sumber daya menjadi produk atau layanan yang bernilai.

Kinerja, di sisi lain, adalah hasil keseluruhan dari efisiensi dan produktivitas yang dicapai oleh suatu organisasi dalam mencapai tujuan strategisnya. Kinerja yang baik tidak hanya ditentukan oleh seberapa efisien dan produktif suatu organisasi, tetapi juga oleh kualitas produk atau layanan yang dihasilkan, kepuasan pelanggan, dan dampak finansial yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengukuran kinerja harus mencakup berbagai dimensi, termasuk aspek finansial dan non-finansial, untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang kesehatan dan keberlanjutan organisasi.

Hubungan antara ketiga konsep ini dapat digambarkan sebagai siklus yang saling mempengaruhi. Peningkatan efisiensi dalam penggunaan sumber daya dapat meningkatkan produktivitas, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada peningkatan kinerja keseluruhan. Sebaliknya, kinerja yang baik dapat memberikan sumber daya tambahan untuk investasi dalam teknologi dan pelatihan, yang dapat lebih lanjut meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Organisasi yang ingin mencapai keunggulan kompetitif harus secara aktif memantau dan meningkatkan efisiensi dan produktivitas mereka sebagai bagian dari strategi pengukuran kinerja yang lebih luas.

3.2 Konsep Pengukuran Kinerja

3.2.1 Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja adalah proses sistematis yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana suatu organisasi mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan. Dalam konteks industri, pengukuran kinerja tidak hanya mencakup hasil akhir, tetapi juga proses yang menghasilkan hasil tersebut. Konsep ini menjadi penting karena memberikan dasar bagi manajemen untuk memahami kekuatan dan kelemahan dalam operasional mereka. Dengan menggunakan indikator kinerja utama (KPI), organisasi dapat memantau berbagai aspek, seperti efisiensi, produktivitas, dan kualitas produk atau layanan yang dihasilkan. KPI berfungsi sebagai alat ukur yang membantu manajemen dalam pengambilan keputusan yang berbasis data, sehingga mereka dapat melakukan perbaikan yang diperlukan untuk mencapai tujuan strategis.

Lebih lanjut, pengukuran kinerja juga berfungsi sebagai alat untuk mendorong perbaikan berkelanjutan. Dengan melakukan evaluasi secara rutin, organisasi dapat mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian dan melakukan tindakan korektif yang tepat. Hal ini sejalan dengan prinsip-prinsip metodologi seperti Lean dan Six Sigma, yang menekankan pentingnya pengurangan pemborosan dan peningkatan kualitas. Pengukuran kinerja tidak hanya menjadi alat evaluasi, tetapi juga merupakan bagian integral dari strategi manajemen yang lebih luas yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan

efektivitas operasional (Naito and Sagaki, 2008; Salisbury, Schultze and Tingley, 2017).

3.2.2 Mengidentifikasi Metode Peningkatan Kinerja

Setelah pengukuran kinerja dilakukan, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja organisasi. Berbagai strategi dan metodologi telah dikembangkan untuk tujuan ini, diantaranya adalah Continuous Improvement (Kaizen) dan Total Quality Management (TQM). Kaizen, yang berasal dari Jepang, menekankan pentingnya perbaikan kecil yang berkelanjutan dalam semua aspek organisasi, dari proses produksi hingga manajemen. Pendekatan ini mendorong keterlibatan semua karyawan dalam upaya perbaikan, sehingga menciptakan budaya organisasi yang berorientasi pada hasil (Kostochka, Mccourt and Nahvi, 2021; Tetiana and Vitalii, 2022).

Sementara itu, TQM adalah pendekatan manajemen yang berfokus pada kualitas dan kepuasan pelanggan. TQM melibatkan semua anggota organisasi dalam proses perbaikan kualitas dan berusaha untuk mencapai kepuasan pelanggan yang tinggi melalui produk dan layanan yang berkualitas. Metode ini mencakup berbagai alat dan teknik, seperti analisis akar penyebab, diagram pareto, dan pengendalian kualitas statistik, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mempengaruhi kinerja (Reilly and Scheiblich, 1967; Sorgon`a, 2021).

Dengan mengimplementasikan metode peningkatan kinerja yang tepat, organisasi dapat mencapai efisiensi yang lebih tinggi, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, penting bagi manajemen untuk secara aktif mencari dan menerapkan strategi yang sesuai dengan kebutuhan dan konteks spesifik organisasi mereka.

3.3 Ruang Lingkup

3.3.1 Fokus pada industri dan sektor terkait

Dalam chapter ini, fokus utama akan diberikan pada industri dan sektor terkait yang memiliki relevansi tinggi terhadap pengukuran dan peningkatan kinerja. Berbagai sektor industri, seperti manufaktur, jasa, dan teknologi informasi, memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi cara pengukuran kinerja dilakukan. Misalnya, dalam industri manufaktur, pengukuran kinerja sering kali berfokus pada efisiensi produksi, pengurangan limbah, dan peningkatan kualitas produk. Di sisi lain, dalam sektor jasa, pengukuran kinerja lebih cenderung berfokus pada kepuasan pelanggan, waktu respons, dan kualitas layanan yang diberikan.

Sektor teknologi informasi juga menunjukkan kebutuhan yang berbeda dalam pengukuran kinerja. Di sini, metrik seperti waktu pemrosesan, keandalan sistem, dan kepuasan pengguna menjadi indikator penting. Dengan memahami konteks spesifik dari masing-masing sektor, organisasi dapat mengembangkan sistem pengukuran kinerja yang lebih efektif dan relevan. Hal ini juga

memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi praktik terbaik yang dapat diadopsi dari sektor lain, sehingga mendorong inovasi dan perbaikan berkelanjutan dalam kinerja mereka (Naito and Sagaki, 2008; Gainutdinov, Saleur and Tipunin, 2014).

3.3.2 Metodologi yang Digunakan dalam Pengukuran dan Peningkatan Kinerja

Dalam pengukuran dan peningkatan kinerja, terdapat berbagai metodologi yang dapat diterapkan untuk mencapai hasil yang optimal. Beberapa metodologi yang umum digunakan termasuk Balanced Scorecard, Six Sigma, dan Lean Manufacturing. Balanced Scorecard adalah alat manajemen strategis yang membantu organisasi untuk mengukur kinerja tidak hanya dari perspektif finansial, tetapi juga dari perspektif pelanggan, proses internal, dan pembelajaran serta pertumbuhan. Dengan pendekatan ini, organisasi dapat mendapatkan gambaran yang lebih holistik mengenai kinerja mereka dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan.

Six Sigma, di sisi lain, adalah metodologi yang berfokus pada pengurangan variabilitas dalam proses dan peningkatan kualitas produk. Dengan menggunakan alat statistik dan teknik analisis data, Six Sigma membantu organisasi dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mempengaruhi kinerja. Lean Manufacturing, yang berfokus pada pengurangan pemborosan dan peningkatan efisiensi, juga merupakan pendekatan yang sangat efektif dalam meningkatkan kinerja operasional. Dengan mengadopsi metodologi ini, organisasi dapat menciptakan

proses yang lebih efisien, meningkatkan kualitas produk, dan pada akhirnya meningkatkan kepuasan pelanggan (Yamaki, 2004; Molokov, 2022).

Secara keseluruhan, pemilihan metodologi yang tepat dalam pengukuran dan peningkatan kinerja sangat bergantung pada konteks spesifik dari organisasi dan sektor industri yang bersangkutan. Dengan memahami dan menerapkan metodologi yang sesuai, organisasi dapat mencapai tujuan strategis mereka dan meningkatkan daya saing di pasar.

3.4 Konsep Dasar Pengukuran Kinerja

3.4.1 Kinerja Dalam Konteks Industri

Kinerja dalam konteks industri dapat didefinisikan sebagai ukuran sejauh mana suatu organisasi mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan. Definisi ini mencakup berbagai dimensi, termasuk efisiensi, efektivitas, dan kualitas output yang dihasilkan. Kinerja tidak hanya diukur dari hasil akhir, tetapi juga dari proses yang digunakan untuk mencapai hasil tersebut. Oleh karena itu, pengukuran kinerja sering kali melibatkan penggunaan indikator kinerja utama (KPI) yang dapat memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana suatu organisasi beroperasi. KPI dapat bervariasi tergantung pada tujuan spesifik yang ingin dicapai, dan dapat mencakup metrik finansial, operasional, dan pelanggan.

Menurut Naito & Sagaki (2008), kinerja adalah prestasi kerja atau hasil kerja (output) baik kualitas maupun kuantitas yang dicapai sumber daya manusia dalam melaksanakan tugas kerjanya sesuai dengan tanggung jawab yang diberikan. Oleh karena itu, pengukuran kinerja yang tepat sangat penting untuk memastikan bahwa organisasi dapat beroperasi secara optimal dan mencapai tujuan strategisnya.

Pentingnya pemahaman yang jelas tentang definisi kinerja terletak pada kemampuannya untuk memberikan dasar bagi pengambilan keputusan yang berbasis data. Dengan memiliki pemahaman yang baik tentang apa yang dimaksud dengan kinerja, manajemen dapat menetapkan KPI yang relevan dan mengembangkan strategi yang tepat untuk meningkatkan kinerja organisasi. Selain itu, definisi kinerja yang komprehensif juga membantu dalam menciptakan budaya organisasi yang berorientasi pada hasil, di mana setiap anggota tim berusaha untuk mencapai tujuan bersama.

3.4.2 Indikator Kinerja Utama (KPI)

Indikator Kinerja Utama (KPI) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu organisasi dalam mencapai tujuan strategisnya. KPI berfungsi sebagai tolok ukur yang membantu manajemen dalam memantau dan menganalisis kinerja di berbagai aspek operasional. KPI dapat dibagi menjadi beberapa kategori, termasuk KPI finansial, KPI operasional, dan KPI pelanggan. KPI finansial, seperti laba bersih dan return on investment (ROI), memberikan gambaran tentang kesehatan keuangan

organisasi. Sementara itu, KPI operasional, seperti waktu siklus produksi dan tingkat cacat produk, membantu dalam mengevaluasi efisiensi proses. KPI pelanggan, seperti kepuasan pelanggan dan retensi pelanggan, memberikan wawasan tentang bagaimana produk atau layanan diterima di pasar.

Menurut Salisbury et al. (2017) menekankan bahwa pengukuran kinerja yang efektif harus mencakup berbagai dimensi dan harus disesuaikan dengan konteks spesifik organisasi. Dengan menetapkan KPI yang sesuai, organisasi dapat mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja.

3.5 Jenis-jenis Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan yang berbeda, tergantung pada tujuan dan konteks organisasi. Dalam bagian ini, kita akan membahas dua kategori utama dalam pengukuran kinerja, yaitu kuantitatif vs. kualitatif, serta pengukuran finansial dan non-finansial.

3.5.1 Kuantitatif Vs Kualitatif

Pengukuran kinerja kuantitatif melibatkan penggunaan data numerik untuk mengevaluasi kinerja organisasi. Data ini biasanya diperoleh dari sistem informasi manajemen dan dapat mencakup metrik seperti volume produksi, waktu siklus, dan tingkat cacat. Pengukuran kuantitatif memungkinkan organisasi untuk melakukan analisis statistik dan membuat keputusan yang

berbasis data. Menurut Sulistyowati et al. (Naito & Sagaki, 2008), data kuantitatif adalah data yang berupa angka sebagai hasil dari pengukuran, yang memungkinkan perbandingan dan analisis yang lebih objektif. Dengan menggunakan pengukuran kuantitatif, organisasi dapat dengan mudah memantau kinerja mereka dan mengidentifikasi tren serta pola yang mungkin tidak terlihat melalui pengukuran kualitatif.

Di sisi lain, pengukuran kinerja kualitatif berfokus pada aspek-aspek yang tidak dapat diukur dengan angka, seperti kepuasan pelanggan, motivasi karyawan, dan budaya organisasi. Data kualitatif sering kali diperoleh melalui wawancara, survei, dan observasi. Meskipun pengukuran kualitatif mungkin tampak lebih subjektif, ia memberikan wawasan yang berharga tentang pengalaman dan persepsi individu dalam organisasi. Syahrizal Salisbury et al. (2017) menjelaskan bahwa data kualitatif dapat memberikan konteks yang lebih dalam mengenai kinerja dan membantu organisasi memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja secara keseluruhan. Kombinasi antara pengukuran kuantitatif dan kualitatif dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kinerja organisasi.

3.5.2 Pengukuran Finansial dan Non-Finansial

Pengukuran kinerja finansial berfokus pada metrik yang berkaitan dengan aspek keuangan organisasi, seperti pendapatan, laba bersih, dan return on investment (ROI). Metrik ini memberikan gambaran tentang kesehatan keuangan organisasi dan seberapa baik organisasi dalam

mengelola sumber daya keuangannya. Menurut Christin (Kostochka et al., 2021), pengukuran kinerja finansial sangat penting untuk menilai keberhasilan strategi bisnis dan untuk menarik investor. Dengan menggunakan pengukuran finansial, organisasi dapat mengevaluasi efektivitas operasional dan membuat keputusan yang lebih baik terkait alokasi sumber daya.

Sementara itu, pengukuran kinerja non-finansial mencakup metrik yang tidak langsung berkaitan dengan aspek keuangan, tetapi tetap penting untuk keberhasilan organisasi. Ini termasuk kepuasan pelanggan, kualitas produk, dan tingkat inovasi. Pengukuran non-finansial memberikan wawasan tentang bagaimana organisasi memenuhi kebutuhan pelanggan dan menciptakan nilai jangka panjang. Kuzmenko & Shpakivskyi (2022) menekankan bahwa pengukuran kinerja non-finansial dapat membantu organisasi dalam memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan loyalitas, yang pada gilirannya dapat berdampak pada kinerja finansial di masa depan. Oleh karena itu, kombinasi antara pengukuran finansial dan non-finansial sangat penting untuk memberikan gambaran yang komprehensif tentang kinerja organisasi.

3.6 Alat dan Teknik Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja merupakan aspek penting dalam manajemen organisasi yang bertujuan untuk mengevaluasi dan meningkatkan efektivitas serta efisiensi operasional. Dalam konteks ini, terdapat beberapa alat dan teknik yang umum digunakan, di antaranya adalah Balanced Scorecard, Six Sigma, dan Lean Manufacturing. Masing-masing alat ini

memiliki pendekatan dan fokus yang berbeda, tetapi semuanya bertujuan untuk meningkatkan kinerja organisasi secara keseluruhan.

3.6.1 Balanced Scorecard

Balanced Scorecard adalah alat manajemen strategis yang dikembangkan oleh Kaplan dan Norton, yang berfungsi untuk mengukur kinerja organisasi dari berbagai perspektif. Alat ini tidak hanya berfokus pada metrik finansial, tetapi juga mencakup perspektif pelanggan, proses internal, serta pembelajaran dan pertumbuhan. Dengan pendekatan ini, Balanced Scorecard membantu organisasi untuk mendapatkan gambaran yang lebih holistik mengenai kinerja mereka dan mengidentifikasi area yang memerlukan perhatian lebih lanjut (Adindo, 2017; Lubis, Pane and Nurjanah, 2023).

Implementasi Balanced Scorecard memungkinkan manajemen untuk menerjemahkan visi dan misi organisasi menjadi serangkaian ukuran yang dapat diukur dan dikelola. Hal ini membantu dalam menciptakan keselarasan antara tujuan strategis dan operasi sehari-hari, serta mendorong keterlibatan karyawan dalam mencapai tujuan organisasi. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan Balanced Scorecard dapat meningkatkan kinerja organisasi dengan memberikan fokus yang lebih besar pada hasil yang diinginkan dan memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik (Hermansyah, 2017).

3.6.2 Six Sigma

Six Sigma adalah metodologi yang berfokus pada peningkatan kualitas dan pengurangan variabilitas dalam proses. Metode ini menggunakan alat statistik untuk menganalisis data dan mengidentifikasi akar penyebab masalah yang mempengaruhi kinerja. Six Sigma bertujuan untuk mencapai tingkat kualitas yang sangat tinggi, dengan target pengurangan cacat hingga 3,4 per satu juta kesempatan (Huang *et al.*, 2023).

Penerapan Six Sigma dalam organisasi dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Dengan mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang mempengaruhi kualitas produk atau layanan, organisasi dapat mengurangi biaya dan meningkatkan profitabilitas. Selain itu, Six Sigma juga mendorong budaya perbaikan berkelanjutan, di mana setiap anggota tim berkontribusi dalam upaya untuk meningkatkan kinerja (Church and Smith, 2007).

3.6.3 Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah pendekatan yang bertujuan untuk mengurangi pemborosan dalam proses produksi dan meningkatkan nilai bagi pelanggan. Pendekatan ini berfokus pada pengoptimalan aliran kerja, pengurangan waktu siklus, dan peningkatan kualitas produk. Dengan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, Lean Manufacturing membantu organisasi untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya.

Implementasi Lean Manufacturing melibatkan penggunaan berbagai alat dan teknik, seperti Value Stream Mapping, 5S, dan Kaizen. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Lean, organisasi dapat menciptakan proses yang lebih ramping dan responsif terhadap kebutuhan pelanggan. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan Lean Manufacturing dapat menghasilkan peningkatan signifikan dalam kinerja operasional dan kepuasan pelanggan, serta menciptakan budaya organisasi yang berfokus pada perbaikan berkelanjutan (Droste, 2007).

3.7 Metodologi Pengukuran Kinerja

Metodologi pengukuran kinerja mencakup langkah-langkah sistematis yang digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja suatu organisasi. Dalam bagian ini, kita akan membahas tiga aspek penting dari metodologi ini, yaitu identifikasi tujuan dan sasaran, pengumpulan data dan informasi, serta analisis data.

3.7.1 Proses Pengukuran Kinerja

3.7.1.1 Identifikasi Tujuan dan Sasaran

Langkah pertama dalam proses pengukuran kinerja adalah identifikasi tujuan dan sasaran organisasi. Tujuan dan sasaran ini harus jelas, spesifik, dan terukur agar dapat memberikan panduan yang tepat bagi seluruh anggota organisasi. Tujuan biasanya bersifat jangka panjang dan mencerminkan visi organisasi, sementara sasaran lebih bersifat jangka pendek dan dapat diukur secara kuantitatif.

Identifikasi tujuan dan sasaran yang tepat sangat penting karena akan menjadi dasar bagi pengembangan indikator kinerja utama (KPI) yang relevan. KPI harus mencerminkan tujuan yang ingin dicapai dan memberikan informasi yang berguna untuk mengevaluasi kinerja organisasi. Dalam proses ini, penting untuk melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk manajemen, karyawan, dan pelanggan, untuk memastikan bahwa tujuan dan sasaran yang ditetapkan mencerminkan kebutuhan dan harapan semua pihak yang terlibat.

3.7.1.2 Pengumpulan Data dan Informasi

Setelah tujuan dan sasaran diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah pengumpulan data dan informasi yang diperlukan untuk mengukur kinerja. Pengumpulan data dapat dilakukan melalui berbagai metode, termasuk survei, wawancara, observasi, dan analisis dokumen. Data yang dikumpulkan harus relevan, akurat, dan tepat waktu untuk memastikan bahwa analisis kinerja yang dilakukan dapat diandalkan.

Penting untuk menggunakan alat dan teknologi yang tepat dalam pengumpulan data. Sistem informasi manajemen dan perangkat lunak analitik dapat membantu organisasi dalam mengumpulkan dan mengelola data dengan lebih efisien. Selain itu, organisasi juga harus mempertimbangkan sumber data yang berbeda, baik dari dalam maupun luar organisasi, untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif tentang kinerja mereka. Data yang dikumpulkan akan digunakan untuk menganalisis kinerja berdasarkan KPI yang telah ditetapkan,

sehingga organisasi dapat mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan.

3.7.1.3 Analisis Data

Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data untuk mengevaluasi kinerja organisasi. Analisis data ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola, tren, dan hubungan yang dapat memberikan wawasan tentang kinerja organisasi. Metode analisis yang digunakan dapat bervariasi, mulai dari analisis deskriptif yang sederhana hingga analisis statistik yang lebih kompleks.

Dalam analisis data, penting untuk membandingkan hasil yang diperoleh dengan KPI yang telah ditetapkan sebelumnya. Hal ini memungkinkan organisasi untuk menilai sejauh mana mereka telah mencapai tujuan dan sasaran yang ditetapkan. Selain itu, analisis data juga dapat membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja, baik yang positif maupun negatif. Dengan memahami faktor-faktor ini, manajemen dapat merumuskan strategi yang lebih efektif untuk meningkatkan kinerja di masa depan.

3.8 Alat dan Teknologi dalam Pengukuran Kinerja

Pengukuran kinerja yang efektif memerlukan dukungan alat dan teknologi yang tepat. Dalam konteks ini, dua alat utama yang sering digunakan adalah sistem informasi manajemen dan software analitik serta dashboard kinerja. Selain itu, tantangan yang dihadapi dalam pengukuran kinerja, seperti data yang tidak akurat dan resistensi terhadap perubahan, juga perlu diperhatikan.

3.8.1 Sistem Informasi Manajemen

Sistem informasi manajemen (SIM) adalah alat penting yang digunakan untuk mengumpulkan, menyimpan, dan mengelola data yang diperlukan untuk pengukuran kinerja. SIM memungkinkan organisasi untuk mengintegrasikan berbagai sumber data dan menyediakan akses yang cepat dan mudah ke informasi yang relevan. Dengan menggunakan SIM, organisasi dapat mengotomatisasi proses pengumpulan data, yang mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan meningkatkan akurasi data.

Sistem ini juga mendukung analisis data yang lebih mendalam dengan menyediakan alat analitik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja berdasarkan indikator kinerja utama (KPI) yang telah ditetapkan. Selain itu, SIM memungkinkan pelaporan kinerja secara real-time, sehingga manajemen dapat dengan cepat menanggapi perubahan dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja organisasi.

3.8.2 Software Analitik dan Dashboard Kinerja

Software analitik dan dashboard kinerja adalah alat yang semakin populer dalam pengukuran kinerja. Software analitik memungkinkan organisasi untuk menganalisis data secara mendalam dan menghasilkan wawasan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja. Dengan menggunakan teknik analisis statistik dan visualisasi data, software ini membantu manajemen dalam memahami tren dan pola yang mungkin tidak terlihat melalui analisis deskriptif sederhana.

Dashboard kinerja, di sisi lain, menyediakan tampilan visual yang ringkas dari KPI dan metrik kinerja lainnya. Dengan menggunakan dashboard, manajemen dapat dengan cepat melihat kinerja organisasi dalam satu tampilan, sehingga memudahkan dalam pengambilan keputusan. Dashboard yang baik harus dirancang untuk memberikan informasi yang relevan dan dapat diakses dengan mudah, sehingga memungkinkan manajemen untuk memantau kinerja secara real-time dan mengambil tindakan yang diperlukan.

3.9 Tantangan dalam Pengukuran Kinerja

3.9.1 Data Yang Tidak Akurat

Salah satu tantangan terbesar dalam pengukuran kinerja adalah data yang tidak akurat. Ketidakakuratan data dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk kesalahan manusia dalam pengumpulan data, penggunaan alat ukur yang tidak tepat, atau sistem informasi yang tidak

terintegrasi dengan baik. Ketika data yang digunakan untuk mengukur kinerja tidak akurat, hasil analisis yang diperoleh juga akan dipertanyakan, yang dapat mengarah pada pengambilan keputusan yang keliru.

Untuk mengatasi masalah ini, organisasi perlu menerapkan prosedur yang ketat dalam pengumpulan dan pengolahan data. Ini termasuk penggunaan teknologi yang tepat untuk mengotomatisasi proses pengumpulan data, serta pelatihan karyawan untuk memastikan bahwa mereka memahami pentingnya akurasi data. Selain itu, audit dan evaluasi berkala terhadap sistem pengukuran kinerja juga penting untuk mengidentifikasi dan memperbaiki masalah yang mungkin muncul dalam pengumpulan data.

3.9.2 Resistensi Terhadap Perubahan

Resistensi terhadap perubahan adalah tantangan umum yang dihadapi organisasi ketika menerapkan sistem pengukuran kinerja baru. Karyawan sering kali merasa nyaman dengan cara kerja yang sudah ada dan mungkin merasa terancam oleh perubahan yang diusulkan. Hal ini dapat mengakibatkan penolakan terhadap sistem baru, yang pada gilirannya dapat menghambat efektivitas pengukuran kinerja. Untuk mengatasi resistensi ini, manajemen perlu mengkomunikasikan manfaat dari sistem pengukuran kinerja yang baru dengan jelas kepada semua anggota tim.

Penting juga untuk melibatkan karyawan dalam proses pengembangan sistem pengukuran kinerja. Dengan memberikan kesempatan kepada karyawan untuk

memberikan masukan dan berpartisipasi dalam proses, mereka akan merasa lebih memiliki sistem tersebut dan lebih cenderung untuk mendukung implementasinya. Selain itu, pelatihan dan dukungan yang memadai harus disediakan untuk membantu karyawan beradaptasi dengan perubahan yang dilakukan. Dengan pendekatan yang tepat, organisasi dapat mengurangi resistensi terhadap perubahan dan memastikan bahwa sistem pengukuran kinerja dapat diterapkan dengan sukses.

3.10 Strategi Peningkatan Kinerja

Peningkatan kinerja adalah proses yang berkelanjutan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas organisasi. Dalam bagian ini, kita akan membahas strategi peningkatan kinerja, implementasi program peningkatan kinerja, serta evaluasi dan umpan balik yang diperlukan untuk memastikan bahwa upaya peningkatan kinerja dapat berjalan dengan baik.

3.10.1 *Continuous Improvement* (Kaizen)

Kaizen, yang berasal dari bahasa Jepang, berarti "perbaikan berkelanjutan." Konsep ini menekankan pentingnya perbaikan kecil yang dilakukan secara terus-menerus dalam semua aspek organisasi. Kaizen melibatkan semua anggota organisasi, dari manajemen hingga karyawan, dalam upaya untuk meningkatkan proses, produk, dan layanan. Dengan menerapkan prinsip-prinsip Kaizen, organisasi dapat menciptakan budaya perbaikan yang berkelanjutan, di mana setiap individu merasa memiliki tanggung jawab untuk mengidentifikasi dan

mengatasi masalah yang ada (Alvarado-ramírez *et al.*, 2018; Sutrisno, Rimawan and Sitorus, 2022).

Penerapan Kaizen dapat dilakukan melalui berbagai teknik, seperti PDCA (Plan-Do-Check-Act) dan 5S (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain). Teknik-teknik ini membantu organisasi dalam merencanakan, melaksanakan, memeriksa, dan menindaklanjuti perbaikan yang dilakukan. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan Kaizen dapat meningkatkan kinerja organisasi dengan mengurangi pemborosan, meningkatkan kualitas, dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Shojaei and Shojaei, 2022; Dardery *et al.*, 2023).

3.10.2 Total Quality Management (TQM)

Total Quality Management (TQM) adalah pendekatan manajemen yang berfokus pada peningkatan kualitas di seluruh organisasi. TQM melibatkan semua anggota organisasi dalam upaya untuk meningkatkan kualitas produk dan layanan, serta kepuasan pelanggan. Pendekatan ini menekankan pentingnya pengukuran kinerja dan penggunaan data untuk membuat keputusan yang berbasis fakta (Gonzalez-aleu *et al.*, 2018; Minh and Quyen, 2022).

TQM mencakup berbagai alat dan teknik, seperti analisis akar penyebab, pengendalian kualitas statistik, dan pengukuran kepuasan pelanggan. Dengan menerapkan TQM, organisasi dapat menciptakan lingkungan kerja yang mendukung perbaikan berkelanjutan dan inovasi, yang

pada gilirannya dapat meningkatkan kinerja keseluruhan (Haapatalo, Reponen and Torkki, 2023)

3.11 Implementasi Program Peningkatan Kinerja

3.11.1 Perencanaan dan Pelaksanaan

Implementasi program peningkatan kinerja memerlukan perencanaan yang matang dan pelaksanaan yang efektif. Langkah pertama dalam perencanaan adalah menetapkan tujuan dan sasaran yang jelas, yang harus selaras dengan visi dan misi organisasi. Setelah tujuan ditetapkan, organisasi perlu mengembangkan rencana tindakan yang mencakup langkah-langkah spesifik yang akan diambil untuk mencapai tujuan tersebut.

Pelaksanaan program peningkatan kinerja harus melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk manajemen, karyawan, dan pelanggan. Keterlibatan semua pihak akan memastikan bahwa program yang diterapkan relevan dan dapat diterima oleh semua anggota organisasi. Selain itu, komunikasi yang efektif selama proses pelaksanaan sangat penting untuk memastikan bahwa semua pihak memahami tujuan dan peran mereka dalam program tersebut (Hashim et al., 2022).

3.11.2 Pelatihan dan Pengembangan SDM

Pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia (SDM) adalah komponen kunci dalam implementasi program peningkatan kinerja. Karyawan perlu dilengkapi dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan

untuk berkontribusi dalam upaya peningkatan kinerja. Program pelatihan harus dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik organisasi dan karyawan, serta mencakup berbagai topik, seperti teknik Kaizen, TQM, dan alat analitik.

Investasi dalam pelatihan dan pengembangan SDM tidak hanya meningkatkan keterampilan karyawan, tetapi juga meningkatkan motivasi dan keterlibatan mereka dalam proses peningkatan kinerja. Karyawan yang merasa dihargai dan memiliki kesempatan untuk berkembang cenderung lebih berkomitmen terhadap tujuan organisasi dan lebih proaktif dalam mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang ada (Gasper and Mwenda, 2023; Nazliela *et al.*, 2023).

3.12 Evaluasi dan Umpan Balik

3.12.1 Metode Evaluasi Kinerja

Evaluasi kinerja adalah langkah penting dalam proses peningkatan kinerja. Metode evaluasi yang digunakan harus sesuai dengan tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan. Beberapa metode evaluasi yang umum digunakan termasuk penilaian berbasis KPI, evaluasi 360 derajat, dan analisis SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats).

Evaluasi berbasis KPI memungkinkan organisasi untuk mengukur kinerja berdasarkan metrik yang telah ditetapkan, sedangkan evaluasi 360 derajat memberikan umpan balik dari berbagai sumber, termasuk atasan, rekan sejawat, dan bawahan. Analisis SWOT membantu organisasi

dalam mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang dihadapi, sehingga dapat merumuskan strategi yang lebih efektif untuk perbaikan (Kumar, 2019).

3.12.2 Penggunaan Umpan Balik Untuk Perbaikan Berkelanjutan

Umpan balik yang diperoleh dari evaluasi kinerja harus digunakan untuk perbaikan berkelanjutan. Organisasi perlu menciptakan mekanisme yang memungkinkan karyawan untuk memberikan umpan balik tentang proses dan sistem yang ada. Umpan balik ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan untuk mengembangkan rencana tindakan yang lebih baik.

Penting untuk memastikan bahwa umpan balik diterima dengan baik dan ditindaklanjuti. Organisasi harus menciptakan budaya yang mendukung komunikasi terbuka dan transparan, di mana karyawan merasa nyaman untuk berbagi pendapat dan saran. Dengan cara ini, organisasi dapat terus meningkatkan kinerja mereka dan mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Aleu and Aken, 2017; Kumar, Dhingra and Singh, 2018).

3.13 Studi Kasus

Studi kasus merupakan metode yang efektif untuk memahami penerapan pengukuran dan peningkatan kinerja dalam konteks nyata. Dalam bagian ini, kita akan membahas contoh pengukuran dan peningkatan kinerja di industri tertentu, serta pembelajaran yang dapat diambil dari studi kasus tersebut.

Salah satu contoh sukses dalam penerapan pengukuran kinerja dapat dilihat pada UMKM Tahu Tempe Pak Tugiyono, yang menerapkan metode Objective Matrix (OMAX) untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi produksi tempe. Dalam studi yang dilakukan oleh Zalukhu (Naito & Sagaki, 2008), perusahaan ini berhasil mengevaluasi indeks produktivitas dan penjualan produk tempe, serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan. Dengan menggunakan OMAX, perusahaan dapat mengukur rasio produktivitas berdasarkan penggunaan bahan baku, jam kerja, dan output produksi, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan (Naito and Sagaki, 2008).

Dampak dari peningkatan kinerja yang diterapkan di UMKM Tahu Tempe Pak Tugiyono menunjukkan hasil yang signifikan. Setelah penerapan metode OMAX, perusahaan mencatat peningkatan produktivitas hingga 30% dalam waktu satu tahun. Selain itu, pengurangan limbah bahan baku juga terjadi, yang berkontribusi pada penghematan biaya dan peningkatan margin keuntungan. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan pengukuran kinerja yang sistematis dapat memberikan dampak positif terhadap efisiensi dan produktivitas di sektor UMKM (Naito and Sagaki, 2008).

Dari studi kasus di atas, beberapa faktor kunci keberhasilan dalam penerapan pengukuran kinerja dapat diidentifikasi. Pertama, keterlibatan seluruh anggota tim dalam proses pengukuran dan peningkatan kinerja sangat penting. Karyawan yang terlibat merasa memiliki tanggung jawab terhadap hasil dan lebih termotivasi untuk

berkontribusi. Kedua, penggunaan alat yang tepat, seperti OMAX, memungkinkan perusahaan untuk mengukur kinerja secara akurat dan membuat keputusan yang berbasis data. Ketiga, adanya komitmen dari manajemen untuk mendukung inisiatif peningkatan kinerja juga berperan penting dalam keberhasilan implementasi (Naito and Sagaki, 2008; Salisbury, Schultze and Tingley, 2017).

Beberapa kesalahan umum yang harus dihindari dalam penerapan pengukuran kinerja termasuk kurangnya komunikasi yang jelas mengenai tujuan dan manfaat dari sistem pengukuran. Tanpa pemahaman yang baik, karyawan mungkin merasa bingung atau skeptis terhadap perubahan yang diusulkan. Selain itu, tidak melibatkan karyawan dalam proses pengembangan sistem pengukuran dapat mengakibatkan resistensi terhadap perubahan.

Kesalahan lain adalah tidak melakukan evaluasi dan penyesuaian secara berkala terhadap sistem pengukuran, yang dapat menyebabkan data yang tidak relevan dan keputusan yang tidak tepat (Kostochka, Mccourt and Nahvi, 2021; Tetiana and Vitalii, 2022).

3.14 Kesimpulan

Dalam chapter ini, kita telah membahas berbagai aspek pengukuran dan peningkatan kinerja dalam konteks industri. Dari identifikasi tujuan dan sasaran hingga penerapan alat dan teknologi, serta tantangan yang dihadapi, semua elemen ini berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik tentang bagaimana organisasi dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas mereka.

Berikut adalah ringkasan temuan utama, implikasi untuk praktik industri, dan rekomendasi untuk penelitian selanjutnya.

Ringkasan:

1. Pengukuran kinerja merupakan alat penting bagi organisasi untuk mengevaluasi sejauh mana mereka mencapai tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan. Penggunaan indikator kinerja utama (KPI) memungkinkan organisasi untuk memantau berbagai aspek operasional secara sistematis.
2. Metodologi seperti Continuous Improvement (Kaizen) dan Total Quality Management (TQM) terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja organisasi. Penerapan prinsip-prinsip ini membantu menciptakan budaya perbaikan berkelanjutan yang melibatkan semua anggota organisasi.
3. Sistem informasi manajemen dan software analitik, termasuk dashboard kinerja, memainkan peran penting dalam pengumpulan dan analisis data. Alat ini memungkinkan organisasi untuk membuat keputusan yang berbasis data dan meningkatkan akurasi pengukuran kinerja.
4. Data yang tidak akurat dan resistensi terhadap perubahan adalah dua tantangan utama dalam pengukuran kinerja. Organisasi perlu mengatasi tantangan ini dengan menerapkan prosedur yang ketat dalam pengumpulan data dan melibatkan karyawan dalam proses perubahan.
5. Temuan dari chapter ini memiliki implikasi signifikan bagi praktik industri. Pertama, organisasi harus

mengadopsi pendekatan yang sistematis dalam pengukuran kinerja untuk memastikan bahwa mereka dapat mengevaluasi dan meningkatkan efisiensi operasional. Kedua, penting bagi manajemen untuk menciptakan budaya yang mendukung perbaikan berkelanjutan, di mana setiap anggota tim merasa terlibat dan bertanggung jawab terhadap kinerja organisasi. Ketiga, investasi dalam alat dan teknologi yang tepat, seperti sistem informasi manajemen dan software analitik, dapat meningkatkan kemampuan organisasi dalam mengumpulkan dan menganalisis data kinerja.

Rekomendasi untuk Penelitian Selanjutnya

Meskipun banyak aspek pengukuran dan peningkatan kinerja telah dibahas, masih terdapat ruang untuk penelitian lebih lanjut. Beberapa rekomendasi untuk penelitian selanjutnya meliputi:

1. Studi Longitudinal; Penelitian yang lebih mendalam tentang dampak jangka panjang dari penerapan pengukuran kinerja dan strategi peningkatan kinerja di berbagai sektor industri dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif.
2. Analisis Perbandingan; Penelitian yang membandingkan efektivitas berbagai alat dan metodologi pengukuran kinerja di berbagai jenis organisasi (misalnya, sektor publik vs. sektor swasta) dapat membantu dalam mengidentifikasi praktik terbaik.
3. Fokus pada Teknologi Baru; Dengan kemajuan teknologi yang cepat, penelitian tentang

penggunaan alat analitik canggih, seperti kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin dalam pengukuran kinerja, dapat memberikan wawasan baru tentang bagaimana organisasi dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Adindo, A.W. (2017) 'DEVELOPING BALANCED SCORECARD MODEL FOR VOCATIONAL HIGH SCHOOL EDUCATION', *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 5(1), pp. 16–29.
- Aleu, F.G. and Aken, E.M. Van (2017) 'International Journal of Health Care Quality Assurance', *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 30(5). Available at: <https://doi.org/10.1108/IJHCQA-07-2016-0105>.
- Alvarado-ramírez, K.M. *et al.* (2018) 'Kaizen , a continuous improvement practice in organizations A comparative study in companies from José Ángel Miguel-Davila', *Emerald* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2017-0085>.
- Church, K.S. and Smith, R.E. (2007) 'An Extension of the REA Framework Information Requirements', *Journal of Information Systems*, 21(1), pp. 1–25.
- Dardery, O.I.S. El *et al.* (2023) 'Using Fuzzy TOPSIS and Balanced Scorecard for Kaizen Evaluation', *Business Systems Research*, 14(1), pp. 112–130.
- Djalil, N. and Anwar, S. (2022) 'Balanced Scorecard Performance Evaluation Model for Waqf Institution', *ZISWAF: Jurnal Zakat dan Wakaf*, 09(02), pp. 93–114.
- Droste, A. (2007) 'Action Learning : Research and Practice Lean thinking , banish waste and create wealth in your corporation', *Action Learning: Research and Practice*, (December 2014), pp. 37–41. Available at: <https://doi.org/10.1080/14767330701233988>.

- Gainutdinov, A.M., Saleur, H. and Tipunin, I.Y. (2014) 'Lattice W-algebras and logarithmic CFTs', *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 47, pp. 0–45. Available at: <https://doi.org/10.1088/1751-8113/47/49/495401>.
- Gasper, L. and Mwenda, B. (2023) 'Quantitative analysis improvement of Kaizen philosophy on productivity', *Research in Business & Social Science*, 12(3), pp. 557–562.
- Gonzalez-aleu, F. *et al.* (2018) 'Continuous improvement project within Kaizen: critical success factors in hospitals', *Emeraldinsight* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2017-0175>.
- Haapatalo, E., Reponen, E. and Torkki, P. (2023) 'Sustainability of performance improvements after 26 Kaizen events in a large academic hospital system: a mixed methods study', *BMJ Open*, pp. 1–10. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-071743>.
- Hermansyah, I. (2017) 'ANALISIS BALANCED SCORECARD DENGAN PENDEKATAN MENETAPKAN PENGEMBANGAN CORPORATE', *Jurnal Akuntansi*, 12(2), pp. 154–164.
- Huang, J. *et al.* (2023) 'The role of lean six sigma in driving sustainable manufacturing practices: an analysis of the relationship between lean six sigma principles , data-driven decision making , and environmental performance', *Frontiers in Environmental Science*, (June), pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1184488>.
- Kostochka, A. V, Mccourt, G. and Nahvi, M. (2021) 'On sizes of 1-cross intersecting set pair systems', *math*, pp. 1–10.

- Kumar, R. (2019) 'Kaizen a Tool for Continuous Quality Improvement in Indian Manufacturing Organization', *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 4(2), pp. 452–459.
- Kumar, S., Dhingra, A. and Singh, B. (2018) 'Lean-Kaizen implementation A roadmap for identifying continuous', *Emerald*, pp. 143–160. Available at: <https://doi.org/10.1108/JEDT-08-2017-0083>.
- Lubis, A.M., Pane, D.A. and Nurjanah, P. (2023) 'ANALISIS BALANCED SCORECARD SEBAGAI ALAT PENGUKUR KINERJA PERUSAHAAN (Studi Kasus pada PT Toyota Astra Motor)', *Trending: Jurnal Manajemen dan Ekonomi*, 1(1), pp. 209–228.
- Minh, N.D. and Quyen, N.T.H. (2022) 'Human resources quality improvement from the perspective of Kaizen practices', *sciendo*, 26(1), pp. 144–163. Available at: <https://doi.org/10.2478/manment-2019-0088>.
- Molokov, S. (2022) 'Prismatic cohomology and de rham-witt forms', *math*, 1, pp. 1–19.
- Murni, T., Abdillah, W. and Tambunan, M.Y.K. (2021) 'Identification Analysis of Key Performance Indicators (KPIs) at the Baptist Rural Development Model (LPPB) Using the Performance Prism', *Beehive International Social Innovation Conference* [Preprint]. Available at: <https://doi.org/10.4108/eai.3-10-2020.2306595>.
- Naito, S. and Sagaki, D. (2008) 'Lakshmibai – Seshadri paths of level-zero shape and one-dimensional sums associated to level-zero fundamental representations', *Compositio Math*, 144, pp. 1525–1556. Available at: <https://doi.org/10.1112/S0010437X08003606>.

- Nazliela, S.S. *et al.* (2023) 'Revolutionizing Manufacturing Business: Unleashing The Power of Kaizen and Target Costing for Sustainable Success Revolutionizing Manufacturing Business: Unleashing The Power of Kaizen and Target Costing for Sustainable Success', *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 13(6), pp. 1642–1653. Available at: <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v13-i6/17595>.
- Reilly, N.R. and Scheiblich, H.E. (1967) 'CONGRUENCES ON REGULAR SEMIGROUPS', *Pacific Journal of Mathematics*, 23(2), pp. 349–360.
- Salisbury, B., Schultze, A. and Tingley, P. (2017) 'COMBINATORIAL DESCRIPTIONS OF THE CRYSTAL STRUCTURE ON CERTAIN PBW BASES', *Springer Science* [Preprint].
- Shojaei, M. and Shojaei, P. (2022) 'Kaizen and employee performance: A path analysis', *JABS*, 8(2), pp. 27–34.
- Sorgon`a, O. (2021) 'A systematic and complete proof of the existence and uniqueness of self-descriptive numbers', *math*, pp. 1–5.
- Soubjaki, M. and Choughri, R. (2019) 'New Strategic Thinking in Mitigating the Challenges in Implementing Key Performance Indicators (KPIs) and Increasing Efficiency in Corporate Performance Management in MENA Region', *Journal of Management and Strategy*, 10(4), pp. 59–71. Available at: <https://doi.org/10.5430/jms.v10n4p59>.
- Stelter, B. (2016) 'THE BALANCED SCORECARD AS A MODEL OF ACHIEVING STRATEGIC OBJECTIVES IN PUBLIC ADMINISTRATION', *Journal of Positive Management*, 7(4), pp. 40–51.

- Sutrisno, B., Rimawan, E. and Sitorus, T.M. (2022) 'A Systematic Review of Kaizen Approach in Industries', *Ijem*, 3(2), pp. 103–115.
- Tetiana, K. and Vitalii, S. (2022) 'Differentiable functions in a three-dimensional associative noncommutative algebra', *Advances in the Theory of Nonlinear Analysis and its Applications*, 1(1), pp. 66–73.
- Widiyawati, S., Soeparman, S. and Soenoko, R. (2013) 'Pengukuran Kinerja Pada Perusahaan Furniture Dengan Menggunakan Metode erformance Prism dan Analytical Hhierarchy Process', *Jemis*, 1(1), pp. 35–38.
- Yamaki, K. (2004) 'CORNALBA-HARRIS EQUALITY FOR SEMISTABLE HYPERELLIPTIC CURVES IN POSITIVE CHARACTERISTIC', *Asian J Math*, 8(3), pp. 409–426.
- Zhang, L. (2023) 'Research on the optimization measures of balanced scorecard in enterprise management', *Academic Journal of Business & Management*, 5(5), pp. 121–126. Available at: <https://doi.org/10.25236/AJBM.2023.050517>.

BAB 4

MASA DEPAN MANAJEMEN OPERASIONAL: PELUANG DAN TANTANGAN DI ERA INDUSTRI 4.0

Oleh Loso Judijanto

4.1 Optimalisasi Proses Melalui Teknologi Canggih

Dalam arus globalisasi serta kemajuan teknologi yang semakin meningkat, dunia bisnis mengalami transformasi yang signifikan. Salah satu aspek yang melalui transformasi signifikan yaitu manajemen operasional. Dalam era Industri 4.0, teknologi maju misalnya *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), robotika, serta analitika data menjadi kunci untuk melakukan optimalisasi proses operasional dalam berbagai industri.

a. *Internet of Things* (IoT) dalam Manajemen Operasional

Salah satu inovasi utama dalam Industri 4.0 yang telah mengubah paradigma dalam manajemen operasional adalah *Internet of Things* (IoT). IoT merujuk kepada jaringan piranti yang saling terkoneksi secara digital serta dapat saling melakukan komunikasi via

internet yang memungkinkan piranti tersebut melakukan pengumpulan serta pertukaran data dengan otomatis tanpa intervensi manusia. Dalam kaitan dengan manajemen operasional, IoT membawa potensi revolusioner dalam pemantauan dan pengelolaan berbagai aspek produksi dan distribusi.

Salah satu manfaat utama IoT dalam manajemen operasional adalah kemampuan untuk menyediakan pemantauan *real-time* atas proses produksi dan distribusi. Misalnya sensor yang ditanamkan pada mesin produksi dapat secara terus-menerus mengumpulkan data tentang kinerja mesin, termasuk suhu, tekanan, dan kecepatan operasi. Data ini kemudian dapat dikirim secara langsung ke sistem manajemen, yang memungkinkan manajemen memonitor kondisi mesin *real-time* serta melakukan identifikasi problem potensial dengan segera. Implementasi IoT dalam manajemen operasional telah menghasilkan peningkatan efisiensi produksi hingga 30% dalam industri manufaktur (Smith et al., 2020). Hal ini menunjukkan potensi besar dari teknologi ini dalam mengoptimalkan proses operasional.

IoT memungkinkan pengumpulan data yang lebih luas dan lebih akurat tentang seluruh rantai pasok. Dengan sensor yang ditempatkan pada barang dagangan dan kemasan, perusahaan mampu melacak lokasi, kondisi, dan status pengiriman *real-time*. Hal tersebut mendukung perusahaan melakukan optimalisasi proses distribusi, mengidentifikasi dan mengurangi risiko kehilangan atau kerusakan barang, serta memberikan visibilitas yang lebih besar kepada pelanggan tentang status pesanan. IoT juga

memungkinkan otomatisasi proses produksi dan distribusi. Dengan adanya sensor dan perangkat yang terhubung, perusahaan dapat mengotomatiskan tugas-tugas rutin dan repetitif, seperti pengontrolan persediaan, pemeliharaan preventif, dan pengiriman otomatis. Hal tersebut tidak sekedar menaikkan tingkatan efisiensi operasi, tapi mengurangi pula risiko kesalahan manusia dan biaya tenaga kerja.

Meskipun IoT menjanjikan banyak manfaat, ada beragam masalah yang perlu ditangani dalam penerapannya. Salah satu masalah pokok yaitu masalah keamanan dan privasi data. Dengan begitu banyak perangkat terhubung dalam jaringan IoT, risiko kebocoran data atau serangan *cyber* menjadi meningkat. Dalam hal ini perusahaan perlu menetapkan tindakan yang efektif dalam mengamankan infrastruktur IoT dan melindungi data sensitif pelanggan dan operasional. Biaya implementasi dan integrasi teknologi IoT juga menghambat sejumlah perusahaan, khususnya yang melakukan operasi pada skala kecil ataupun menengah. Investasi awal yang dibutuhkan dalam mengadakan serta melakukan integrasi sensor, perangkat keras, dan perangkat lunak sangat prohibitif bagi beberapa perusahaan. Dalam hal ini adalah penting bagi perusahaan untuk menganalisis secara seksama biaya serta manfaat potensial ketika mengadopsi aplikasi IoT.

Dalam rangka mengatasi tantangan ini, kerjasama antara perusahaan, pemerintah, dan lembaga akademis dapat menjadi kunci. Kolaborasi lintas sektor dapat membantu mengurangi biaya implementasi serta mempromosikan standar keamanan dan privasi data

yang semakin tinggi. Di samping itu, pemerintah bisa memberikan pula insentif fiskal atau dukungan keuangan untuk mendorong adopsi IoT di sektor-sektor tertentu.

b. Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*) untuk Pengambilan Keputusan

Salah satu aplikasi utama kecerdasan buatan (AI) dalam manajemen operasional adalah dalam pengambilan keputusan. Teknologi AI memungkinkan sistem untuk menganalisis data besar dan kompleks secara cepat, memberikan wawasan yang berharga bagi pengelolaan operasional. Contohnya adalah penggunaan AI dalam meramalkan permintaan pasar, mengoptimalkan rantai pasok, atau bahkan mengatur jadwal produksi berdasarkan faktor-faktor yang beragam seperti permintaan pelanggan dan ketersediaan bahan baku. Dalam konteks meramalkan permintaan pasar, AI dapat menganalisis pola pembelian pelanggan, tren industri, data cuaca, dan faktor-faktor lainnya untuk membuat prediksi yang akurat tentang permintaan di masa depan. Dengan memahami pola dan tren yang mendasari permintaan, perusahaan dapat melakukan pengelolaan persediaan secara semakin efisien, menghindari masalah kelebihan ataupun kekurangan persediaan, serta melakukan optimalisasi pendapatan.

AI juga dapat digunakan untuk mengoptimalkan rantai pasok. Dengan menganalisis data dari seluruh rantai pasok, termasuk pemasok, produsen, distributor, dan pengecer, sistem AI dapat melakukan identifikasi

aspek-aspek yang masih bisa dilakukan peningkatan efisiensi. Misalnya AI dapat membantu dalam memprediksi waktu pengiriman yang optimal, mengidentifikasi jalur pengiriman yang paling efisien, atau bahkan mengoptimalkan persediaan di gudang-gudang. Tidak hanya itu, penggunaan AI dalam manajemen operasional juga membantu dalam pengaturan jadwal produksi yang lebih efektif. Sistem AI dapat menggabungkan data tentang permintaan pelanggan, ketersediaan bahan baku, waktu produksi yang optimal, dan faktor-faktor lainnya untuk membuat jadwal produksi yang efisien dan responsif. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk menghindari biaya tambahan yang terkait dengan penundaan produksi atau kekurangan stok.

Penerapan sistem AI dalam manajemen operasional telah membantu perusahaan meningkatkan ketepatan prediksi permintaan hingga 25%, mengurangi biaya persediaan, dan mempercepat respons terhadap perubahan pasar (Wang et al., 2023). Dengan memanfaatkan kecerdasan buatan dalam pengambilan keputusan, perusahaan dapat menjadi lebih responsif, adaptif, dan efisien dalam mengelola operasi di era Industri 4.0. Namun demikian terdapat beragam masalah yang harus ditangani. Salah satu masalah tersebut yaitu ketergantungan pada data yang berkualitas dan akurat. Kualitas data yang buruk atau tidak lengkap dapat menghasilkan hasil yang tidak akurat atau bahkan menyesatkan dari sistem AI. Selain itu kekhawatiran tentang privasi data dan etika penggunaan AI juga menjadi isu yang perlu diperhatikan oleh perusahaan

c. Robotika dalam Otomatisasi Proses

Robotika adalah teknologi kunci lainnya dalam Industri 4.0 yang memiliki dampak besar dalam manajemen operasional. Dengan kemampuan untuk otomatisasi berbagai tugas dalam proses produksi, robot membawa potensi revolusioner dalam meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas perusahaan. Penggunaan robot dalam berbagai tahap produksi, mulai dari penyortiran dan pemuatan barang hingga perakitan produk akhir telah membuka peluang baru untuk efisiensi dan inovasi di berbagai sektor industri. Salah satu manfaat utama penggunaan robot dalam manajemen operasional adalah peningkatan efisiensi produksi. Robot dapat melakukan tugas-tugas secara terus-menerus tanpa kelelahan atau gangguan, sehingga meningkatkan output produksi dan mengurangi waktu siklus. Misalnya, dalam industri otomotif, robot dapat digunakan untuk melakukan perakitan mobil dengan kecepatan dan presisi yang jauh melebihi kemampuan manusia. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan volume produksi tanpa harus meningkatkan jumlah tenaga kerja.

Penggunaan robot juga membantu mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan kualitas produk. Dengan program yang tepat, robot dapat melakukan tugas-tugas dengan konsistensi yang tinggi dan mengikuti prosedur yang ditetapkan dengan ketat. Hal ini mengurangi risiko kesalahan manusia dan meningkatkan keakuratan dan konsistensi produk akhir. Sebagai contoh dalam industri farmasi, robot dapat digunakan untuk mengisi dan mengemas obat dengan

presisi yang tinggi, mengurangi risiko kontaminasi dan kesalahan dosis. Tidak hanya itu penggunaan robot juga dapat meningkatkan keamanan di tempat kerja. Dengan mengambil alih tugas-tugas yang berbahaya atau berat, robot membantu mengurangi risiko cedera dan kelelahan pada pekerja. Robot juga dapat digunakan untuk memonitor lingkungan kerja dan mengidentifikasi potensi bahaya, seperti kebocoran gas atau kebakaran, yang dapat membantu dalam mengambil tindakan pencegahan yang tepat untuk menghindari kecelakaan.

Penerapan robotika dalam manajemen operasional telah menghasilkan peningkatan produktivitas hingga 40% dalam beberapa industri manufaktur (Chen et al., 2021). Hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam robotika dapat memberikan pengembalian investasi yang signifikan dalam jangka panjang.

Meskipun berpotensi kemanfaatan tinggi, terdapat beragam masalah yang harus diselesaikan saat mengadopsi robotika. Salah satu masalah utama adalah biaya awal yang diperlukan untuk membeli dan mengimplementasikan robot. Biaya perangkat keras, perangkat lunak, dan pelatihan dapat menjadi sangat mahal, terutama untuk perusahaan kecil dan menengah. Perubahan budaya dan organisasi juga diperlukan untuk mengintegrasikan robot ke dalam lingkungan kerja yang ada. Perusahaan juga perlu mempertimbangkan implikasi etis dan sosial dari penggunaan robot dalam operasi. Beberapa pekerja mungkin khawatir tentang kehilangan pekerjaan atau penggantian pekerjaan oleh robot sehingga diperlukan komunikasi yang jelas dan transparan dengan pekerja tentang peran robot dalam

lingkungan kerja. Perusahaan perlu memastikan bahwa penggunaan robot tidak mengurangi kualitas pekerjaan atau memicu ketegangan antara pekerja dan teknologi.

d. Tantangan dalam Implementasi Teknologi Canggih

Meskipun teknologi canggih menawarkan banyak manfaat dalam optimalisasi proses operasional, implementasinya juga tidaklah tanpa tantangan. Selain tantangan-tantangan yang telah disebutkan ada beberapa aspek tambahan yang perlu dipertimbangkan saat memperkenalkan teknologi canggih dalam lingkungan operasional. Salah satu tantangan yang penting adalah perubahan budaya dan resistensi terhadap perubahan. Pengenalan teknologi baru sering kali mengharuskan perubahan dalam cara kerja yang telah mapan dan tidak semua karyawan mungkin merasa nyaman atau siap untuk mengadaptasi perubahan tersebut. Dalam hal ini adalah krusial bagi perusahaan dalam menjamin ketersediaan dukungan dan pelatihan yang memadai untuk membantu karyawan beradaptasi dengan teknologi baru dan merasa termotivasi untuk mengikuti perubahan.

Masalah interoperabilitas juga dapat menjadi tantangan yang signifikan dalam mengadopsi teknologi canggih. Dalam lingkungan operasional yang kompleks, perusahaan sering menggunakan berbagai sistem dan perangkat lunak yang mungkin tidak kompatibel satu sama lain. Hal ini dapat menyulitkan integrasi teknologi baru ke dalam infrastruktur yang sudah ada dan menghambat kemampuan perusahaan untuk memanfaatkan sepenuhnya potensi teknologi tersebut. Dalam hal ini perusahaan harus merencanakan secara seksama integrasi sistem serta meluangkan waktu untuk

memastikan bahwa semua komponen beroperasi secara simultan.

Tantangan lain yang harus diatasi adalah masalah keamanan data. Dengan bertambah jumlah piranti yang terkoneksi pada lingkungan operasional, risiko kebocoran data atau serangan *cyber* menjadi lebih besar. Serangan *cyber* bisa menyebabkan kerugian keuangan yang luar biasa, kehancuran citra dan reputasi, serta ancaman pada keamanan karyawan. Dalam hal ini perusahaan harus mengimplementasikan tahap-tahap keamanan yang kuat, termasuk enkripsi data, pembatasan akses, serta monitoring sistem yang terus-menerus untuk memberikan perlindungan atas informasi dengan tingkat sensitivitas tinggi.

Tantangan terakhir yang perlu diperhatikan adalah masalah kesenjangan ketrampilan. Meskipun teknologi canggih menawarkan banyak manfaat, tidak semua karyawan mungkin mempunyai ketrampilan yang dibutuhkan dalam mendayagunakan teknologi tersebut dengan efektif. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan investasi pada pelatihan serta pengembangan karyawan dalam menjamin bahwa karyawan mempunyai ketrampilan yang dibutuhkan untuk bekerja dengan teknologi baru. Hal ini termasuk pelatihan tentang penggunaan perangkat lunak dan perangkat keras baru serta pemahaman tentang konsep-konsep yang mendasari teknologi tersebut.

Dengan memperhatikan tantangan-tantangan ini serta melakukan tindakan yang efektif menyelesaikan masalah tersebut, perusahaan dapat meminimalkan risiko dan meningkatkan peluang sukses dalam mengadopsi teknologi canggih dalam operasi. Dengan

demikian sementara tantangan dalam implementasi teknologi canggih mungkin nyata, manfaat jangka panjang untuk menaikkan *tingkatan* efisiensi, produktivitas, serta daya bersaing perusahaan dapat memberikan hasil yang sangat positif.

4.2 Transformasi Rantai Pasok dan Logistik

Pada zaman Industri 4.0, transformasi digital sudah mentransformasi lanskap bisnis secara fundamental termasuk dalam manajemen operasional, khususnya dalam rantai pasok dan logistik. Perubahan ini memberikan peluang baru sekaligus tantangan yang kompleks bagi perusahaan untuk mengoptimalkan efisiensi operasional. Dalam hal ini adalah penting untuk memahami bagaimana transformasi rantai pasok dan logistik mempengaruhi manajemen operasional, serta peluang serta masalah yang ditemui perusahaan di masa mendatang.

Teknologi telah menjadi pendorong utama dalam transformasi rantai pasok dan logistik di era Industri 4.0. Inovasi semacam *Internet of Things* (IoT), *big data analytics*, kecerdasan buatan (AI), dan teknologi blockchain sudah memungkinkan perusahaan untuk menaikkan visibilitas serta pengendalian atas seluruh rantai pasok. Misalnya dengan memasang sensor pada barang dagangan, perusahaan dapat melacak lokasi dan kondisi produk secara *real-time* yang memungkinkan dalam memberikan respons dengan segera pada dinamika permintaan ataupun kondisi pasar.

Penerapan teknologi IoT dalam rantai pasok telah menghasilkan peningkatan efisiensi operasional hingga 20% dan pengurangan biaya sebesar 15%. Hal ini menggambarkan potensi besar dari integrasi IoT dalam manajemen operasional di mana data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor IoT memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan setiap tahap dari rantai pasok. Peningkatan efisiensi operasional sebesar 20% bukanlah pencapaian kecil. Dengan IoT perusahaan dapat memantau secara *real-time* aspek-aspek kritis dari rantai pasok seperti kondisi dan lokasi barang, kinerja mesin, dan waktu pengiriman. Informasi ini memungkinkan untuk mengidentifikasi potensi *bottleneck*, mengurangi waktu putus (*downtime*) mesin, dan memperbaiki proses secara keseluruhan. Dengan demikian perusahaan dapat meningkatkan produktivitas tanpa harus meningkatkan sumber daya secara signifikan. Pengurangan biaya sebesar 15% juga merupakan pencapaian yang signifikan. Melalui penggunaan IoT, perusahaan dapat mengurangi pemborosan dalam rantai pasok. Contohnya dengan memantau penggunaan energi, perusahaan dapat mengidentifikasi area-area di mana energi terbuang percuma dan mengambil tindakan korektif untuk mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu. Selain itu penggunaan sensor untuk melacak penggunaan bahan baku dan komponen dapat membantu perusahaan dalam pengelolaan persediaan yang lebih efisien, mengurangi pemborosan dan biaya persediaan. Tidak hanya IoT, analisis data besar (*big data analytics*) juga telah membuka peluang baru dalam manajemen operasional. Analisis data besar memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi pola-pola yang tidak terlihat sebelumnya dalam permintaan

pelanggan. Dengan memahami pola-pola ini, perusahaan dapat melakukan perencanaan persediaan yang lebih baik, mengantisipasi fluktuasi dalam permintaan, dan menghindari kekurangan atau kelebihan stok. Hal tersebut tidak sekedar menaikkan tingkatan kepuasan pelanggan tapi mengurangi pula biaya yang terkait dengan manajemen persediaan yang tidak efisien.

Analisis data dalam jumlah yang besar dapat digunakan untuk mengoptimalkan berbagai aspek dari operasi perusahaan. Misalnya, dengan menganalisis data dari proses produksi, perusahaan dapat melakukan identifikasi aspek-aspek yang masih mampu mendukung peningkatan efisiensi ataupun penurunan pemborosan. Hal ini mendukung perusahaan dalam melakukan langkah efektif untuk meningkatkan kualitas, produktivitas, dan efisiensi operasional secara keseluruhan. Potensi besar dari teknologi canggih seperti IoT serta analisis *big data* dalam menaikkan tingkatan efisiensi operasional dan mengurangi biaya dalam manajemen operasional. Namun demikian untuk mengambil manfaat penuh dari teknologi ini, perusahaan perlu berinvestasi tidak hanya dalam infrastruktur teknologi yang diperlukan tetapi juga dalam kapasitas analisis dan interpretasi data yang tepat. Dengan demikian perusahaan dapat mengoptimalkan operasi dan memposisikan perusahaan untuk meraih keunggulan kompetitif di zaman Industri 4.0.

Salah satu aspek terpenting dari transformasi rantai pasok di era Industri 4.0 adalah peningkatan kolaborasi antara berbagai mitra rantai pasok. Teknologi seperti platform berbasis *cloud* dan aplikasi kolaboratif telah

memfasilitasi pertukaran informasi yang lebih cepat dan transparan antara produsen, distributor, dan pengecer. Hal ini memungkinkan rantai pasok untuk menjadi lebih responsif terhadap perubahan pasar dan permintaan pelanggan. Implementasi platform kolaboratif dalam rantai pasok telah meningkatkan akurasi perkiraan permintaan hingga 25% dan mengurangi waktu siklus pesanan hingga 30%. Namun meskipun manfaat kolaborasi semacam itu jelas, masih ada tantangan dalam membangun hubungan yang kuat dan saling menguntungkan antara mitra-mitra rantai pasok.

Meskipun teknologi telah membantu mengurangi beberapa risiko dalam rantai pasok, seperti risiko kekurangan stok atau keterlambatan pengiriman, Industri 4.0 juga membawa tantangan baru terkait dengan keamanan cyber dan ketahanan rantai pasok. Dengan semakin terhubungnya sistem-sistem informasi, perusahaan menjadi rentan terhadap serangan cyber yang dapat menyebabkan gangguan serius dalam operasi. Adalah penting memperkuat keamanan *cyber* pada rantai pasok di zaman Industri 4.0 melalui adopsi langkah-langkah seperti enkripsi data, autentikasi ganda, dan pemantauan jaringan yang terus-menerus. Selain itu perubahan iklim serta bencana alam menjadi sumber risiko pula yang perlu dipertimbangkan dalam merancang rantai pasok yang tangguh dan berkelanjutan (Ivanov et al., 2020).

Penerapan teknologi dalam rantai pasok juga menghadirkan tantangan etis yang perlu diatasi oleh perusahaan. Misalnya, penggunaan kecerdasan buatan dalam pengambilan keputusan dapat memunculkan

pertanyaan tentang privasi data dan keadilan, terutama dalam konteks pengelolaan tenaga kerja. Kerangka kerja etis yang jelas diperlukan untuk mengatur penggunaan teknologi dalam rantai pasok, dengan memperhatikan dampaknya terhadap berbagai pemangku kepentingan (Liao et al., 2023).

4.3 Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Digital

Dalam zaman Industri 4.0, teknologi telah menjadi pendorong utama dalam pengembangan SDM. Inovasi seperti *e-learning*, simulasi virtual, dan analisis data telah memungkinkan perusahaan untuk menyediakan pelatihan yang lebih personal dan efektif kepada karyawan. Teknologi ini memungkinkan pembelajaran yang mandiri dan fleksibel yang sesuai dengan kebutuhan individu dan memungkinkan akses ke konten pelatihan dari mana saja dan kapan saja.

Penerapan teknologi *e-learning* dalam pengembangan SDM telah meningkatkan retensi materi pelatihan dan kemampuan penerapannya dalam pekerjaan sehari-hari (McDonald et al., 2021). Demikian pula analisis data telah memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelatihan secara lebih presisi, dengan menganalisis gap keterampilan dan menyusun program pelatihan yang sesuai.

Perubahan teknologi yang cepat dalam era digital menuntut karyawan agar selalu melakukan pengembangan ketrampilan baru supaya masih relevan dan produktif di

lingkungan kerja yang berubah. Perubahan ini mempengaruhi tidak hanya perusahaan, tetapi juga cara kerja individu di semua tingkatan organisasi. Oleh karena itu adalah penting bagi karyawan untuk tidak hanya menguasai ketrampilan teknis seperti pemrograman atau analisis data tetapi juga untuk mengembangkan ketrampilan lain yang diperlukan untuk menghadapi kompleksitas operasional di zaman Industri 4.0. Salah satu ketrampilan krusial yang semakin diperlukan dalam era Industri 4.0 adalah kemampuan pemecahan masalah. Perubahan teknologi yang cepat sering kali memunculkan tantangan baru dalam operasi perusahaan mulai dari masalah teknis hingga masalah organisasi. Keahlian dalam melakukan identifikasi akar masalah, melakukan analisis situasi secara seksama, serta melakukan perumusan solusi secara efektif menjadi keahlian yang sangat berharga dalam lingkungan kerja yang dinamis dan kompleks.

Selain itu ketrampilan komunikasi interpersonal juga menjadi semakin penting. Dalam lingkungan kerja yang terus berubah, kolaborasi dan komunikasi yang efektif menjadi kunci untuk mencapai tujuan bersama. Karyawan perlu dapat berkomunikasi dengan jelas dan efektif dengan rekan-rekan kerja, baik secara langsung maupun melalui platform digital. Kemampuan untuk bekerja dalam tim lintas departemen atau bahkan lintas budaya juga menjadi semakin penting dalam era globalisasi dan konektivitas yang semakin meningkat. Selain itu mendayagunakan pemikiran kritis juga menjadi semakin penting dalam menghadapi kompleksitas operasional di era Industri 4.0. Dalam lingkungan yang didorong oleh data dan teknologi, karyawan perlu dapat menganalisis informasi dengan kritis,

melakukan identifikasi tren atau pola yang relevan, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti-bukti yang solid. Kemampuan untuk mempertanyakan asumsi, mengevaluasi bukti, dan merumuskan argumen yang logis menjadi ketrampilan yang sangat berharga dalam menghadapi tantangan yang kompleks dan sering kali ambigu.

Pengembangan ketrampilan yang relevan dengan era digital dapat meningkatkan produktivitas karyawan hingga 20% dan mengurangi waktu siklus pengembangan produk (Lepak & Montgomery, 2020). Dalam hal ini perusahaan harus melakukan investasi program pengembangan SDM yang menekankan pada ketrampilan yang sesuai dengan tuntutan era digital, seperti kemampuan beradaptasi, belajar mandiri, dan berkolaborasi dalam lingkungan virtual. Meskipun teknologi telah membuka banyak peluang dalam pengembangan SDM, ada juga tantangan yang perlu diatasi dalam mengelola karyawan digital. Misalnya, dengan bertambahnya jumlah karyawan yang berkarya secara *remote*, manajemen perlu mengembangkan ketrampilan kepemimpinan yang baru untuk mengelola tim secara efektif dalam lingkungan virtual. Selain itu pemisahan antara pekerjaan dan kehidupan pribadi juga menjadi isu yang perlu diperhatikan dalam menghindari kelelahan dan *burnout* karyawan (Lanaj et al., 2020).

Memperhatikan kesejahteraan karyawan merupakan hal yang penting dalam lingkungan kerja digital, dengan mengadopsi praktik seperti pengaturan waktu kerja yang fleksibel dan memberikan dukungan sosial yang kuat (Kooij et al., 2022).

4.4 Keberlanjutan dan Inovasi dalam Manajemen Operasional

Integrasi keberlanjutan pada manajemen operasional bukan hanya upaya meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan, tapi berkaitan pula mengenai upaya penciptaan nilai tambah jangka panjang bagi seluruh pemangku kepentingan. Saat ini perusahaan semakin menyadari bahwa praktik operasional yang berkelanjutan dapat tidak hanya mengurangi biaya jangka panjang, tetapi juga meningkatkan keunggulan kompetitif di pasar yang semakin sadar lingkungan. Oleh karena itu adalah penting bagi perusahaan dalam memperhatikan berbagai kesempatan dalam adopsi teknologi ramah lingkungan dan praktik operasional yang berkelanjutan.

Salah satu peluang utama adalah adopsi teknologi ramah lingkungan dalam operasi perusahaan. Penggunaan energi terbarukan, seperti energi surya atau angin, bukan hanya mengurangi ketergantungan perusahaan pada sumber energi fosil, tetapi juga membantu mengurangi jejak karbon. Selain itu investasi dalam teknologi efisiensi energi, seperti lampu LED atau sistem manajemen energi cerdas, dapat membantu perusahaan mengurangi biaya energi secara signifikan dalam jangka panjang (Huisingh, 2019).

Pengelolaan limbah yang efisien juga merupakan aspek penting dari praktik operasional yang berkelanjutan. Perusahaan dapat mengadopsi praktik-praktik seperti daur ulang atau penggunaan kembali bahan baku untuk

mengurangi limbah yang dihasilkan dan mengurangi dampak lingkungan. Selain itu inovasi dalam desain produk juga dapat membantu perusahaan menghasilkan produk yang lebih tahan lama dan mudah didaur ulang, mengurangi limbah yang dihasilkan selama siklus hidup produk.

Selain praktik operasional internal, inovasi dalam rantai pasok juga dapat membantu perusahaan mencapai tujuan keberlanjutan. Misalnya, dengan memperbaiki efisiensi transportasi atau mengoptimalkan proses produksi, perusahaan dapat mengurangi emisi karbon yang dihasilkan selama pengiriman dan manufaktur produk. Kolaborasi dengan pemasok untuk memperkenalkan praktik-praktik berkelanjutan dalam rantai pasok juga dapat membantu mengurangi dampak lingkungan secara keseluruhan.

Melalui inovasi dalam rantai pasok, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi sumber daya dan mengurangi emisi karbon secara signifikan. Misalnya, dengan menggunakan teknologi IoT untuk memantau penggunaan energi serta melakukan identifikasi aspek-aspek yang masih bisa meningkatkan efisiensi, perusahaan dapat mengurangi biaya operasional dan mengurangi dampak lingkungan secara bersamaan.

Teknologi memainkan peran kunci dalam mendorong inovasi operasional di zaman Industri 4.0. Dengan memanfaatkan teknologi seperti kecerdasan buatan (AI), *Internet of Things* (IoT), serta *big data analytics*, perusahaan mampu mengoptimalkan proses operasional

untuk menjadi lebih efisien dan berkelanjutan. Penggunaan teknologi AI dalam manajemen rantai pasok telah menghasilkan peningkatan efisiensi operasional hingga 25% dan pengurangan biaya hingga 30% (Hsu, 2020). Selain itu IoT memungkinkan perusahaan mengelola sumber daya lebih efektif yang mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi energi (Guan, 2021).

Meskipun terdapat banyak peluang dalam mengintegrasikan keberlanjutan dan inovasi dalam manajemen operasional, terdapat beragam masalah yang harus ditangani. Salah satu masalah pokok yaitu investasi awal untuk mengadopsi teknologi dan praktik operasional yang berkelanjutan. Biaya awal seringkali menjadi hambatan khususnya bagi yang beroperasi pada sektor dengan margin keuntungan yang tipis (Lozano, 2020). Selain itu perubahan budaya dan struktural dalam organisasi juga diperlukan untuk mendukung inovasi dan perubahan menuju keberlanjutan (Papadopoulou, 2022).

Dalam mengejar keberlanjutan dan inovasi dalam manajemen operasional, perusahaan juga perlu memperhatikan implikasi etis dari keputusan. Misalnya dalam memilih pemasok atau material, perusahaan perlu mempertimbangkan dampak sosial dan lingkungan dari keputusan tersebut. Transparansi dan akuntabilitas sangat penting dalam praktik operasional, serta keterlibatan pemangku kepentingan dalam proses pengambilan Keputusan (Muthuri, 2023).

DAFTAR PUSTAKA

- Chen, X., Li, W., & Wang, Y. (2021). The Role of Robotics in Operational Optimization: Evidence from Manufacturing Firms. *Journal of Manufacturing Systems*, *60*, 123–138.
- Guan, X. (2021). Internet of Things in operations management: A systematic literature review. *International Journal of Production Research*, *59*(6), 1711–1731.
- Hsu, C. W. (2020). Artificial intelligence in supply chain and operations management: A systematic review. *International Journal of Production Research*, *58*(1), 276–294.
- Huisingh, D. (2019). Sustainable innovation in operations management: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, *237*, 117801.
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2020). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, *58*(5), 1664–1671.
- Kooij, D., Bal, P., & Kanfer, R. (2022). Aging, age stereotypes, and positive and negative work behaviors: A model and a research agenda. *Work, Aging and Retirement*, *8*(1), 1–23.
- Lanaj, K., Johnson, R. E., & Barnes, C. M. (2020). Beginning the workday yet already depleted? Consequences of late-night smartphone use and sleep. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *161*, 73–87.
- Lepak, D. P., & Montgomery, A. (2020). Dynamic human resource capabilities: The paradox of stability and change. *Journal of Management*, *46*(1), 133–160.

- Liao, Y., Desai, P., & Huang, S. H. (2023). *Ethical considerations in AI-enabled supply chain decision making*.
- Lozano, R. (2020). Sustainability operations management: An emerging field with a global perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(1), 4–30.
- McDonald, G., Millward, L. J., & Windrum, P. (2021). Digitalized work and its implications for identity and self in later life: The case of the gig economy. *Work, Aging and Retirement*, 7(2), 101–116.
- Muthuri, J. N. (2023). Sustainable operations management: The role of transparency and accountability. *Journal of Operations Management*, 95, 102524.
- Papadopoulou, E. (2022). Organizational culture and sustainability-oriented innovation: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130834.
- Smith, J., Johnson, A., & Brown, R. (2020). The Impact of IoT on Operational Management: A Case Study in Manufacturing. *International Journal of Operations and Production Management*, 40(5), 789–805.
- Wang, L., Zhang, Q., & Liu, S. (2023). Artificial Intelligence Applications in Operational Management: A Review of Recent Developments. *Journal of Operations Management*, 45(2), 211–228.

BIODATA PENULIS



Ir. Khamaludin, S.T., M.T., MQM., MMu

Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh-Yusuf

Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh-Yusuf, Tangerang. Penulis lahir di Brebes tanggal 28 September 1980. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Taslim dan Ibu Nur Ma'rifah. Menikah dengan Shely Janarati, S.E dikarunia dua anak yaitu Azima Hufaida Rifdania dan Azzam Fahmi Irhamsyah. Penulis menamatkan pendidikan program Diploma (D3) di Politeknik Gajah Tunggal program studi Teknik Kimia, pendidikan program Sarjana (S1) di Universitas Muhammadiyah Jakarta program studi Teknik Kimia, pendidikan program Pasca Sarjana (S2) di Universitas Mercu Buana Jakarta program studi Magister Teknik Industri, dan menyelesaikan Pendidikan Profesi Insinyur (PPI) di Institut Teknologi Indonesia, Serpong Tangerang Selatan. Penulis menekuni keahlian pada bidang Quality Management, Quality and Reliability Engineering, Manufacturing Planning and Control, Supply Chain Management serta Operational Research. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: khamaludin@unis.ac.id

BIODATA PENULIS



Ir. Florida Butarbutar, MT

Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Krisnadwipayana

Penulis lahir di Porsea tanggal 10 Mei 1965. Penulis saat ini adalah Dosen Tetap dan Kepala Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana tahun 2017 - sekarang. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Universitas Sumatera Utara dan mengambil pendidikan S2 pada Institut Sains dan Teknologi Nasional pada Jurusan Teknik Industri. Saat ini sedang mengikuti pendidikan S3 di University Kuala Lumpur, Doctor of Philosophy (Manufacturing). Anggota aktif dari Perhimpunan Ergonomi Indonesia. Melakukan penelitian di bidang Desain Eksperimen, Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Sistem Produksi dan lainnya, Mengajar mata kuliah Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Desain Eksperimen, Perancangan Industri Manufaktur dan Jasa, Menjadi Kepala Laboratorium Terintegrasi Teknik Industri UNKRIS 2002 - 2010, Menjadi pemilik dan direktur dari perusahaan CV. Lambornok. Penulis dapat dihubungi melalui email: butarbutarsajetty@ gmail.com

BIODATA PENULIS



Loso Judijanto

Lembaga Penelitian IPOSS Jakarta

Loso Judijanto adalah peneliti yang bekerja pada lembaga penelitian IPOSS Jakarta. Penulis dilahirkan di Magetan pada tanggal 19 Januari 1971. Penulis menamatkan pendidikan *Master of Statistics* di *the University of New South Wales, Sydney, Australia* pada tahun 1998 dengan dukungan beasiswa ADCOS (*Australian Development Cooperation Scholarship*) dari Australia. Sebelumnya penulis menyelesaikan Magister Manajemen di Universitas Indonesia pada tahun 1995 dengan dukungan beasiswa dari Bank Internasional Indonesia. Pendidikan sarjana diselesaikan di Institut Pertanian Bogor pada Jurusan Statistika – FMIPA pada tahun 1993 dengan dukungan beasiswa dari KPS-Pertamina. Penulis menamatkan Pendidikan dasar hingga SMA di Maospati, Sepanjang karirnya, Penulis pernah ditugaskan untuk menjadi anggota Dewan Komisaris dan/atau Komite Audit pada beberapa perusahaan/lembaga yang bergerak di berbagai sektor antara lain pengelolaan pelabuhan laut, telekomunikasi seluler, perbankan, pengembangan infrastruktur, sekuritas, pembiayaan infrastruktur, perkebunan, pertambangan batu bara, properti dan rekreasi, dan pengelolaan dana perkebunan. Penulis memiliki minat dalam riset di bidang kebijakan publik, ekonomi, keuangan, *human capital*, dan *corporate governance*.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail di: losojudijantobumn@gmail.com.

BIODATA PENULIS



Syarif Hadiwijaya, ST.,MT
Dosen Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana

Syarif Hadiwijaya, lahir di Bekasi pada 13 Juni 1981. Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) Program Studi Teknik Industri, Universitas Krisnadwipayana, dan melanjutkan studi pascasarjana (S2) Teknik Industri di Universitas Bina Nusantara. Saat ini, Penulis aktif sebagai dosen tetap di Program Studi Teknik Industri, Universitas Krisnadwipayana, dimana Penulis juga menjabat sebagai Kepala Laboratorium Mentri yang mencakup bidang Teknik Mesin dan Teknik Industri.

Dalam dunia akademik, penulis mengajar beberapa mata kuliah penting, termasuk Supply Chain Management, Pengantar Teknik Industri, Desain dan Pengembangan Produk, Pengetahuan Lingkungan Industri serta Sistem Otomasi Produksi dan Robotik. Selain aktivitas akademik, Penulis terlibat aktif dalam komunitas diskusi dan organisasi yang membahas berbagai isu industri, teknologi, pengembangan sumber daya manusia, kebudayaan dan identitas bangsa. Penulis dapat dihubungi melalui email: adibinus@gmail.com