

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Dalam pemilihan metode serta pembuatan solusi atas permasalahan pada PT XYZ, terlebih dahulu dilakukan tinjauan pustaka untuk memberikan gambaran terkait metode yang akan digunakan. Tinjauan literatur merupakan cara untuk melihat beberapa temuan penelitian yang dijadikan alat bukti dan sebagai acuan untuk menentukan area penelitian lebih lanjut, serta mengetahui komponen penting untuk menciptakan kerangka kerja penelitian yang teoretis dan konseptual (Snyder, 2019). Selain itu, tujuan utama dari kajian pustaka adalah untuk mengetahui topik serta solusi apa saja yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Ridwan dkk. 2021). Dalam konteks penelitian, pengertian dari tinjauan pustaka merupakan salah satu upaya untuk mencari dan mencatat semua materi yang berasal dari bahan bacaan berupa hasil penelitian, buku, berita, dan sumber lainnya masih ada kaitannya dengan penelitian lain (Farida, 2022). Dalam penulisan tinjauan pustaka, dibutuhkan juga literasi terkait dengan penelitian yang sudah ada sebelumnya untuk mengetahui tindakan dan metode untuk menyelesaikan permasalahan terkait dengan topik tertentu. Berikut merupakan sub sub-bab terkait dengan permasalahan yang dihadapi penulis-penulis sebelumnya. Selanjutnya, didapati beberapa penelitian yang tujuannya adalah mengidentifikasi faktor-faktor adanya *waste* untuk meningkatkan produktivitas.

2.1.1. Penggunaan Seven Wastes

Sebuah penelitian dengan objek penelitiannya berupa *Cabin Maintenance Service* (CMS) pesawat udara yang dilakukan oleh Wahyuni dkk (2019), bertujuan untuk mengidentifikasi *waste* akibat kegiatan perawatan. Dalam proses penelitiannya, setiap pekerjaan dijabarkan satu per satu dengan istilah yang digunakan dalam perusahaan. Dari setiap pekerjaan akan dijabarkan kembali menjadi beberapa aktivitas dan digolongkan sesuai dengan tujuh pemborosan atau *seven waste*. Penelitian ini merupakan sebuah penelitian deskriptif dengan pendekatan *lean manufacturing*. Aktivitas yang sudah digolongkan tadi kemudian diberikan deskripsi dengan isi berupa alasan mengapa aktivitas tersebut digolongkan pada *inventory waste*, *transportation waste*, dan sebagainya. Garis besar dari solusi yang dituliskan adalah dengan perubahan tata letak agar efisien dan merubah kebiasaan kerja sesuai dengan SOP untuk menghindari timbulnya *waste*. Hal yang

sama dilakukan juga oleh Niki (2023) pada Tugas Akhirnya pada suatu pabrik yang memproduksi alat musik piano (PT Yamaha Indonesia). Dalam proses pengerjaannya, Niki (2023) membuat kuesioner terkait *seven wastes* untuk mengetahui hubungan antar *waste* dan nantinya akan dibuat sebagai penilaian terkait adanya hubungan yang kuat atau tidak.

2.1.2. Penggunaan *Objective Matrix* (OMAX)

Penelitian yang sudah dilakukan oleh Mollah dkk (2019) pada sebuah perusahaan produsen *plywood* (PT Bina Satria Abadi Sentosa Gresik), ditemukan banyaknya produk *defect*. Pengukuran produktivitas belum dilakukan dan peneliti ingin meningkatkan produktivitas dengan meminimalkan *waste* yang terjadi. Metode OMAX menggabungkan semua faktor yang mempengaruhi produktivitas dalam sebuah indikator. Dengan metode ini, Mollah dkk (2019) memperoleh adanya rasio performansi yang di bawah target.

2.1.3. Penggunaan *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Value Stream Analysis Tools* (VALSAT)

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Suseno dan Hengky (2019) di pabrik manufaktur *sparepart* kendaraan bermotor (PT Trijaya Teknik Karawang) mempunyai tujuan untuk meningkatkan produktivitas. Permasalahan awal yang ditemukan adalah adanya penumpukkan bahan baku dan *Work in Process* (WIP) pada bagian produksi. Dalam tahapannya, *current* VSM digunakan untuk memetakan serta menggambarkan aliran material dan informasi awal dari proses produksi yang berlangsung. Data yang dipakai terkait dengan waktu siklus, waktu penggantian/*changeover* time, dan *uptime* dari awal proses pengerjaan sampai ke bagian *packing* atau pengemasan. Penggunaan metode ini juga dipakai oleh Suparno dan Selamat (2020) di suatu pabrik yang memproduksi pegas untuk kendaraan bermotor (PT Indospring). Permasalahan yang terjadi adalah adanya penurunan produktivitas terutama pada komponen “MSM 2230”. Suparno dan Selamat (2020) menghitung waktu siklus tiap mesin untuk mengetahui *current* VSM. Rahman (2021), Niki (2023), Fernando dkk (2023), dan Puspitasari (2024) juga menggunakan VSM untuk melihat *lead time* produksi dan *value added time*. Kedua data tersebut akan digunakan untuk melihat *Process Cycle Efficiency* (PCE) sebagai pembandingan antara sebelum dan sesudah perbaikan.

Hampir serupa dengan Suseno dan Hengky (2019), pembobotan *waste* yang dilakukan Suparno dan Selamat (2020), Rahman (2021), dan Niki (2023) didapat

dengan menyebarkan kuesioner *seven waste* dan nantinya akan menggunakan VALSAT untuk mencari solusi terkait pembobotan yang terbesar. Berbeda dengan kedua penelitian sebelumnya, Mollah dkk (2019) tidak dilakukan penyebaran kuesioner. Berdasarkan hasil VALSAT, pembobotan terbesar adalah *Process Activity Mapping* (PAM) sebagai solusi atas permasalahan yang dihadapi oleh Mollah dkk (2019), Ma'ruf dkk (2021), Niki (2023), dan Puspitasari (2024). Berbeda dengan Fernando dkk (2023), pembobotan *tools* menggunakan VALSAT tidak dilakukan dan langsung membuat PAM sebagai *tools* yang terpilih. Perusahaan yang menjadi objek penelitian Fernando dkk (2023) merupakan perusahaan manufaktur pembuatan pupuk kimia dengan permasalahannya adalah adanya waktu tunggu sehingga menurunkan produktivitas pekerjaanya.

2.1.4. Penggunaan Metode *Waste Assessment Model* (WAM)

Metode WAM digunakan untuk mempermudah peneliti dalam melakukan proses pembobotan waste. Ketika *current* VSM sudah dibuat, baik Suseno dan Hengky (2019), Niki (2023), Puspitasari (2024), maupun Jamil dan Marya (2024) kemudian menggunakan metode WAM untuk memudahkan dalam identifikasi dan eliminasi pemborosan. Sebelum mendapatkan pemborosan yang ada, dilakukan proses pengisian *Waste Relationship Matrix* (WRM) untuk mengetahui hubungan dari setiap pemborosan dan untuk mendapatkan pembobotan dari setiap pemborosan diperlukan *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ) yang diisi oleh manajer produksi. Berbeda dengan Suseno dan Hengky (2019), sebuah penelitian lain yang dilakukan oleh Ma'ruf dkk (2021) dilakukan tanpa menggunakan VSM dan langsung melakukan pembobotan berdasarkan WAM. Didapatkan oleh Ma'ruf dkk (2021) bahwa pemborosan terbesar adalah waste terkait dengan proses yang berpengaruh pada waktu tunggu sehingga produktivitas menjadi berkurang. Jamil dan Marya (2024) mendapati bahwa waste dengan bobot terbesar setelah dilakukan WAQ dan WRM adalah *waste inventory*. Industri yang menjadi objek penelitian dari Jamil dan Marya (2024) adalah sebuah industri otomotif di Pakistan dan industri yang diamati Puspitasari (2024) pada Tugas Akhirnya adalah PT Kamaltex Indonesia berupa produsen tekstil.

2.1.5. Penggunaan *Root Cause Analysis* (RCA)

Diagram tulang ikan atau *fishbone* adalah salah satu cara untuk menganalisis akar masalah yang akan diidentifikasi. Hasil identifikasi masalah ditemukan oleh Suseno dan Hengky (2019) bahwa aktivitas yang termasuk dalam kategori *Non-*

Value Added (NVA) sangat banyak sehingga perlu dilakukan perbaikan terutama pada bagian *inventory*. Hasil analisis *fishbone* menunjukkan bahwa kurang adanya divisi *maintenance* mengakibatkan mesin sering rusak. Metode ini dipakai oleh Suparno dan Selamat (2020) untuk mengetahui akar permasalahan berdasarkan pembobotan yang sudah dilakukan. Ma'ruf dkk (2021) menggunakan metode ini untuk mengidentifikasi hal yang menyebabkan lamanya waktu proses produksi. Setelah melakukan pembobotan dengan WAM, selanjutnya Jamil dan Marya (2024) langsung mengusulkan perbaikan dengan memodifikasi *layout* gudang pada objek penelitiannya. Munandar (2021) menggunakan metode ini dan juga 5W+1H untuk mengetahui akar permasalahan dari adanya *speed losses* yang tinggi dan didapatkan hasil pada setiap komponen penilaiannya.

Berbeda dengan sebelumnya, penelitian yang dilakukan oleh Rahman (2019) dan Anrinda dkk (2021) mengidentifikasi akar permasalahan berdasarkan data-data yang didapatkan dan hasilnya bertujuan untuk meningkatkan tingkat produktivitas mesin yang dianalisis. Salah satu *tools* dari RCA adalah *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Metode tersebut digunakan oleh Tri dkk (2020) untuk menentukan akar permasalahan yang penting untuk diselesaikan.

2.1.6. Penggunaan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Permasalahan terkait produktivitas juga dapat timbul akibat performa mesin yang masih kurang. Maka dari itu, penelitian pada sebuah perusahaan percetakan yang dilakukan oleh Rahman (2019) mengidentifikasi permasalahan dengan fokusnya kepada performansi mesin. Metode TPM terdiri dari *reliability*, *maintainability*, dan *availability*. *Reliability* berfokus pada *Mean Time Between Failure* (MTBF), *maintainability* berfokus pada *Mean Time To Repair* (MTTR), dan *availability* lebih kepada perbandingan antara MTBF dan MTTR. Permasalahan yang dihadapi oleh Rahman (2019) adalah adanya waktu *breakdown* mesin tinggi sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat produktivitas mesin. Penulis melakukan pengumpulan data terkait waktu operasi perbaikan, waktu operasi produksi, dan berapa kali mesin teridentifikasi rusak. Metode yang sama juga digunakan oleh Tri dkk (2020), hal pembeda dari Rahman (2019) adalah metode TPM digunakan berdasarkan hasil dari OEE dan jumlah *losses* mesin pada suatu industri percetakan (*Advertising OZY BISA*). Data OEE yang sudah ada kemudian dianalisis oleh Tri dkk (2020) dan Munandar (2021) menggunakan *tools Six Big Losses*. Tri dkk (2020) dan Munandar (2021) sama-sama mendapatkan

hasil bahwa *reduce speed losses* dan *idle and mirror stoppage losses* mempunyai persentase terbesar. Selain itu, Davlin (2024) menggunakan salah satu pilar dari TPM, yaitu *Autonomous Maintenance*. Davlin (2024) menggunakan format modul implementasi tahapan dari metode TPM dan kemudian merancang sebuah kartu pencatatan. Berbeda dengan Putri dan Suseno (2025) yang merancang *autonomous maintenance* berdasarkan prinsip 5S untuk mengatasi hal-hal terkait tempat penyimpanan *tools* serta kerapihan area kerja. Penerapan *pillar* lainnya terkait dengan *quality maintenance* yang dilakukan oleh Widyantoro dkk (2020) dengan membuat standar kualitas, bertujuan untuk mengetahui persentase kualitas sehingga perbaikan dapat berfokus pada kualitas material yang masih di bawah standar. Kemudian, terdapat juga penelitian terkait *pillar Office* TPM yang dilakukan oleh Rahman (2022), dilakukan pembuatan sistem informasi agar informasi terkait kerusakan dapat tersampaikan dengan baik.

2.1.7. Penggunaan Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Penelitian yang dilakukan oleh Anrinda dkk (2021) pada sebuah industri percetakan terdapat masalah terkait belum adanya perhitungan terstruktur untuk mengetahui seberapa besar tingkat keefektifan mesin. Metode OEE digunakan oleh Anrinda dkk (2021) untuk melihat keefektifan mesin produksi *printing* yang dilihat dari aspek *availability*, *performance*, dan *quality*. Nilai dari OEE didapatkan dari perkalian dari ketiga aspek yang sudah disebutkan tadi. Nilai OEE dari perusahaan yang diamati oleh Anrinda dkk (2021) masih tergolong sangat rendah dengan nilai dibawah 85% sehingga perlu dilakukan perbaikan untuk menaikkan produktivitas. Hal yang sama juga dilakukan oleh Munandar (2021) pada Tugas Akhir di sebuah perusahaan produsen radioisotop dan radiofarmaka. Permasalahan yang terjadi adalah bahwa nilai OEE perusahaan masih di bawah *world standart* OEE sebesar 85%. Pengumpulan data juga dilakukan oleh Munandar (2021) untuk melihat aspek *availability*, *performance*, dan *quality*.

2.1.8. Faktor Lingkungan Kerja

Berbicara terkait penurunan produktivitas dari suatu perusahaan, tidak selalu sumbernya adalah akibat mesin yang kurang baik maupun tata letak kurang efisien. Berdasarkan mata kuliah mengenai ergonomi, lingkungan kerja yang kurang baik juga dapat menyebabkan suatu pekerja menjadi kurang produktif. Penerangan yang kurang, suhu ruangan terlalu panas, kondisi sosial kurang bersahabat, kursi terlalu tinggi, dan lain sebagainya merupakan contoh dari

lingkungan kerja kurang baik. Pada penelitian yang sudah dilakukan oleh Khairunisa Nur dkk (2020), pada sebuah perusahaan *printing* (PT Iskandar Indah Printing Textile Surakarta) ditemukan bahwa karyawan sering datang terlambat dan selalu mengajukan permohonan izin yang mengakibatkan rencana produksinya menjadi terlambat. Khairunisa Nur dkk (2020) kemudian melakukan pengumpulan sampel data yang kemudian diuji menggunakan uji validitas, reliabilitas, normalitas, dan sebagainya untuk mengetahui nilai sampel dari masing-masing data. Hasil yang didapatkan adalah bahwa disiplin kerja, motivasi kerja, dan lingkungan kerja berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja. Penelitian terkait peningkatan produktivitas juga dilakukan oleh Sujadi dkk (2021) pada sebuah hotel yang berlokasi di Bali (Hotel The Oberoi Beach Resort). Sujadi dkk (2021) menemukan bahwa adanya penurunan tingkat *occupancy* atau persentase kamar yang ditempati pelanggan dalam kurun waktu tertentu. Berdasarkan temuan tadi, Sujadi dkk (2021) mengambil sampel data responden yang selanjutnya akan diuji regresi untuk mendapatkan nilai dari sampelnya. Hasil yang diperoleh Khairunisa Nur dkk (2020) serupa dengan hasil penelitian Sujadi dkk (2021) bahwa lingkungan kerja buruk dapat berpengaruh terhadap produktivitas karyawan, hal pembeda adalah pelatihan kepada karyawan juga berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja.

Tabel 2.1. Matriks Perbandingan Penelitian Terdahulu untuk Memilih Alternatif Solusi

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
Wahyuni dkk (2019)	<i>Cabin Maintenance Service</i> (CMS) pesawat udara.	Adanya pemborosan dari aktivitas perawatan kabin.	Penguraian pekerjaan <i>Cabin Standard Check</i> .	<i>Lean Manufacturing</i> . (Penelitian Deskriptif)	<i>Seven Wastes</i>	Ditemukan banyaknya aktivitas yang tidak perlu dilakukan sehingga menyebabkan waktu pengerjaan semakin lama dan kebiasaan pekerja kurang patuh terhadap SOP.
Suseno dan Hengky (2019)	Perusahaan yang memproduksi <i>sparepart</i> kendaraan bermotor (PT Trijaya Teknik Karawang).	Adanya penumpukkan bahan baku dan WIP pada bagian produksi sehingga produktivitas menurun.	Pemetaan aliran produksi dan melakukan pembobotan <i>waste</i> .	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Value Stream Map</i> dan <i>Waste Assessment Model</i>	Ditemukan penyebab dari penumpukkan WIP adalah tidak adanya divisi <i>maintenance</i> sehingga proses perbaikan mesin yang rusak menjadi semakin lama.
Mollah dkk (2019)	Perusahaan yang memproduksi <i>plywood</i> (PT Bina Satria Abadi Sentosa Gresik).	Ditemukan adanya produk <i>defect</i> yang menyebabkan penurunan produktivitas.	Perhitungan rasio produktivitas dan memetakan aliran produksi.	<i>Lean Manufacturing</i> dan VALSAT	<i>Objective Matrix</i> , <i>Value Stream Map</i> , dan <i>Process Activity Mapping</i>	Ditemukan adanya rasio pada periode tertentu yang masih di bawah target sehingga perlu adanya identifikasi lanjutan terkait pemborosan menggunakan VSM dan VALSAT.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
Rahman (2019)	Perusahaan yang memproduksi buku (PT XYZ).	Adanya waktu <i>breakdown</i> mesin yang lama dan belum pernah dilakukan analisis terkait produktivitas mesin.	Perhitungan performansi <i>maintenance</i> dan ketersediaan mesin.	<i>Total Productive Maintenance</i>	<i>Fishbone Diagram</i>	Perlu adanya pelatihan kepada karyawan <i>maintenance</i> agar proses perbaikan lebih cepat dan jika dilakukan dengan baik maka performansi mesin akan meningkat dan frekuensi terjadinya kerusakan dapat berkurang.
Suparno dan Selamat (2020)	Perusahaan yang memproduksi pegas untuk kendaraan bermotor (PT Indospring).	Penurunan produktivitas terutama pada produksi komponen "MSM 2230".	Penentuan <i>lead time</i> produksi, melakukan pembobotan <i>waste</i> , dan memetakan aliran produksi.	<i>Lean Manufacturing</i> , VALSAT, dan FMEA	<i>Value Stream Map</i> , <i>Process Activity Mapping</i> , dan <i>Fishbone Diagram</i>	Didapatkan RPN tertinggi dari akar permasalahan yang ada. Dengan proses eliminasi, waktu siklus didapat semakin berkurang.
Tri dkk (2020)	Perusahaan percetakan (<i>Advertising OZY BISA</i>).	Adanya penurunan tingkat produksi.	Perhitungan efektivitas mesin dan melakukan pembobotan terhadap kerugian yang ditimbulkan.	<i>Total Productive Maintenance</i> dan <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> dan <i>Six Big Losses</i>	Berdasarkan hasil analisis menggunakan <i>six big losses</i> ditemukan adanya permasalahan yang paling besar, kaitannya

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
						dengan <i>reduce speed losses</i> .
Khairunisa Nur dkk (2020)	Perusahaan yang bergerak dalam industri percetakan (PT Iskandar Indah Printing Textile Surakarta)	Banyaknya karyawan pabrik yang sering datang terlambat dan izin.	Pengujian data untuk mengetahui hubungan antar variabel.	Kuantitatif	Anova dan pengujian data	Disiplin kerja, motivasi kerja, dan lingkungan kerja berpengaruh signifikan terhadap produktivitas kerja.
Widyantoro dkk (2020)	Perusahaan yang memproduksi beton.	Adanya kerusakan mesin yang terus menerus terjadi, diperkuat dengan data OEE menunjukkan bahwa persentase kualitas juga menurun.	Perancangan standar kualitas produk	<i>Total Productive Maintenance</i>	Pareto Diagram (<i>Six Big Losses</i>)	Diketahui cacat produksi yang terbesar pada produk <i>overflow</i> .

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
Ma'ruf dkk (2021)	Perusahaan yang memproduksi semen (PT Semen Gresik Pabrik Rembang).	Target hasil produksi material "Limestone Clay Mixed" yang sulit dicapai.	Pembobotan waste dan melakukan pemetaan aktivitas.	<i>Lean Manufacturing</i> dan VALSAT	<i>Waste Assessment Model</i> dan <i>Fishbone Diagram</i>	<i>Output</i> tonase menjadi 25.425 ton sehingga mencapai target yang diharapkan.
Rahman (2021)	Perusahaan yang memproduksi gorden (CV. UM).	Produktivitas yang menurun, ditandai dengan adanya keterlambatan pemenuhan permintaan.	Pengurangan kegiatan yang tidak bernilai tambah dengan melakukan pendalaman serta pengawasan 5S, dan diberikan perancangan sistem katrol yang sesuai.	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Value Stream Map</i> , Kuesioner <i>Seven Waste</i> , dan <i>Root Cause Analysis</i>	Teridentifikasi akar penyebab dari bobot waste yang tinggi dengan bantuan <i>Root Cause Analysis</i> .

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
Anrinda dkk (2021)	Perusahaan yang memproduksi label dan <i>folding box</i> (PT KOP).	Belum adanya perhitungan terstruktur untuk mengetahui tingkat keefektifan mesin yang dipakai.	Peningkatan sistem untuk merawat mesin sehingga perbaikan dari mesin dapat lebih cepat.	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	<i>Fishbone Diagram</i>	Ditemukan tingkat keefektifan mesin dan berdasarkan <i>fishbone diagram</i> didapatkan beberapa hasil dengan sub permasalahan material, personel, metode, dan mesin.
Munandar (2021)	Sebuah perusahaan yang memproduksi radioisotop dan radiofarmaka (PT Industri Nuklir Indonesia).	Nilai OEE perusahaan yang masih rendah dibandingkan dengan <i>world standart</i> OEE sebesar 85%.	Perawatan preventif dan korektif.	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	<i>Fishbone</i> dan 5W+1H	Didapatkan hasil bahwa perbaikan model menjadi salah satu upaya yang dilakukan.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
Sujadi dkk (2021)	Sebuah tempat penginapan yang berlokasi di Bali (Hotel The Oberoi Beach Resort)	Adanya penurunan persentase <i>occupancy</i> .	Pengujian data berdasarkan kuesioner yang disebar.	Kuantitatif	<i>Explanatory Research</i>	Lingkungan kerja dan pelatihan karyawan mempunyai kontribusi terhadap peningkatan produktivitas jika dilakukan bersama-sama.
Rahman (2022)	Perusahaan yang bergerak dalam sektor pertanian	Adanya kerusakan dengan frekuensi yang banyak.	Perancangan sistem informasi agar informasi terkait kerusakan dapat tersampaikan dengan baik.	<i>Total Productive Maintenance</i>	<i>Fishbone Diagram</i>	Penerapan yang dilakukan membantu perusahaan dalam menyelesaikan masalah.

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
Niki (2023)	Perusahaan yang memproduksi alat musik piano (PT Yamaha Indonesia).	Produktivitas <i>Backpost</i> yang menurun pada jangka waktu sebulan terakhir.	Penambahan kapasitas rak, adanya perubahan desain pada rak <i>backpost</i> , dan memodifikasi beberapa <i>sparepart</i> yang terdapat pada mesin.	<i>Lean Manufacturing</i> dan VALSAT	<i>Value Stream Map</i> dan <i>Process Activity Mapping</i> , 5 <i>Why Analysis</i>	Ditemukan adanya aktivitas yang dapat dihilangkan untuk mengurangi waktu pengerjaan sehingga dapat lebih efisien.
Pernando dkk (2023)	Perusahaan yang memproduksi pupuk kimia (CV. Tabita Jaya Medan)	Adanya waktu tunggu yang banyak sehingga menyebabkan produktivitas perusahaan menjadi menurun.	Penerapan <i>line balancing</i> .	<i>Lean Manufacturing</i> dan VALSAT	<i>Process Activity Mapping</i>	Diketahui besaran waktu dari kegiatan NA, NNVA, dan VA. Dari hasil juga ditemukan pemborosan yang paling besar adalah terkait dengan pemborosan akibat menunggu.
Jamil dan Marya (2024)	Perusahaan bergerak dalam industri otomotif yang berlokasi di Pakistan	Dalam pengamatan yang dilakukan, terdapat ada banyaknya limbah pada lini produksi.	Perubahan <i>layout</i> untuk mengurangi <i>waste inventory</i> dan <i>transportation</i> pada area gudang.	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Waste Assessment Model</i>	Ditemukan adanya <i>waste</i> terbesar pada lini produksi yaitu <i>waste inventory</i> sehingga perlu dilakukan perbaikan tata letak agar proses

Tabel 2.1. Lanjutan

Penulis	Objek Penelitian	Permasalahan	Solusi	Metode Penyelesaian	Tools	Hasil
						produksi dapat lebih efisien.
Puspitasari (2024)	Perusahaan yang bergerak dalam industri tekstil (PT Kamaltex Indonesia)	Dalam pengamatannya, terdapat beberapa material yang produksinya tidak memenuhi target harian, dalam kata lain adanya penurunan produktivitas pada perusahaan.	Perubahan <i>layout</i> menggunakan BLOCPAN untuk menentukan alternatif <i>layout</i> yang efisien.	<i>Lean Manufacturing</i> dan VALSAT	<i>Value Stream Map</i> , <i>Waste Assessment Model</i> dan 5S	Diketahui persentase <i>waste</i> berdasarkan klasifikasi <i>seven waste</i> dan <i>value added</i> sesudah perbaikan terdapat penambahan yang sangat signifikan.
Davlin (2024)	Perusahaan yang memproduksi sepeda (PT X)	Jumlah <i>breakdown</i> yang terjadi dan ditemukan masih sering terjadi.	Perancangan sistem pencatatan untuk memudahkan identifikasi dan pencegahan masalah.	<i>Total Productive Maintenance</i>	Modul Implementasi TPM	Proses pelaksanaan TPM menjadi lebih baik dikarenakan dari bagian operator sudah mulai menyadari pentingnya penerapan TPM.
Putri dan Suseno (2025)	Perusahaan manufaktur yang memakai mesin bubut	Penurunan kinerja mesin sehingga produksi yang dilakukan tidak mencapai target.	Perancangan sistem perbaikan dengan prinsip 5S terkait dengan lingkungan kerja.	<i>Total Productive Maintenance</i>	5S	Adanya peningkatan nilai OEE, namun masih terdapat kendala pada operator yang masih terburu-buru untuk menyelesaikan tugas atau <i>job desk</i> .

2.2. Dasar Teori

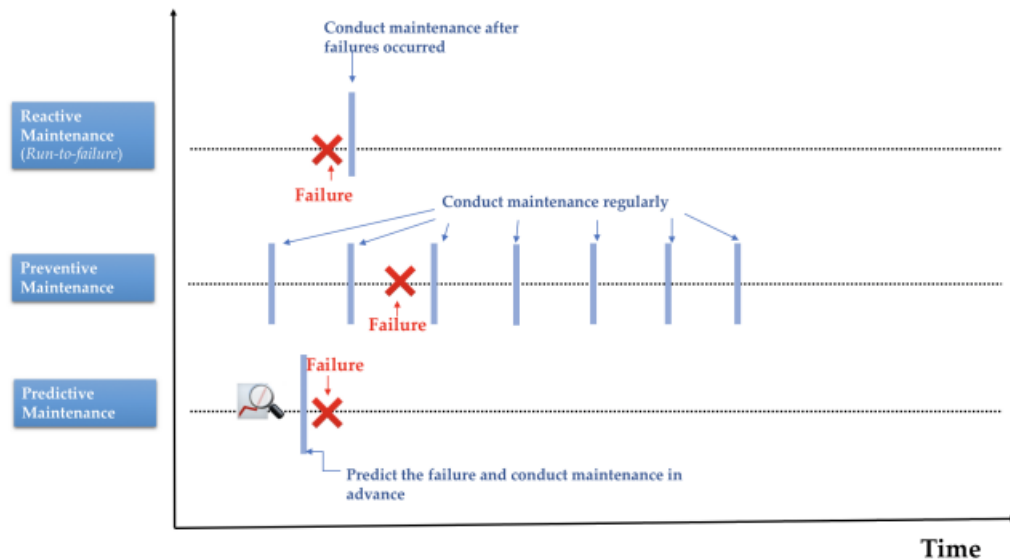
Dasar teori yang sudah diuraikan pada sub sub-bab berikut digunakan dalam melakukan perancangan solusi. Perancangan solusi yang dipilih terkait dengan penerapan salah satu *pillar* pada metode *Total Productive Maintenance*, yaitu *Autonomous Maintenance*. Maka dari itu, teori yang dipilih adalah *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merujuk pada mata kuliah Sistem Produksi (TIND23402) dan sejumlah buku. Teori lain yang dipilih mengenai proses bisnis, merujuk pada mata kuliah Proses Bisnis dan Sistem Informasi (TIND27402) dan sejumlah dokumen dari lembaga luar. Selanjutnya, teori mengenai kegiatan pemeliharaan dan aturannya merujuk pada sejumlah buku dan lembaga terkait.

2.2.1. Pengertian Industri Manufaktur Kertas

Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014 pasal 1 ayat 2 berisikan bahwa industri merupakan kegiatan ekonomi yang mengolah bahan mentah dan menghasilkan barang dengan nilai tambah lebih tinggi. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri manufaktur kertas dan menurut Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2020 disebutkan bahwa industri kertas dan papan kertas bergelombang merupakan industri yang mempunyai usaha dalam produksi kertas untuk kebutuhan konstruksi sesuai dengan Klasifikasi Bahan Baku Lapangan Usaha Indonesia nomor 17021.

2.2.2. Maintenance dan Perkembangannya

Pemeliharaan atau *maintenance* merupakan salah satu dari sekian banyaknya bagian yang penting dalam suatu industri, pemeliharaan kurang tepat akan menimbulkan banyak kerusakan. Strategi dalam *maintenance* adalah beberapa aturan yang dipakai untuk melakukan proses pemeliharaan pada suatu peralatan atau mesin (Pincirolu dkk. 2023). Terdapat beberapa strategi pemeliharaan yang dilakukan oleh bagian *maintenance* dan dapat terlihat beberapa perbedaannya melalui Gambar 2.1 berikut.

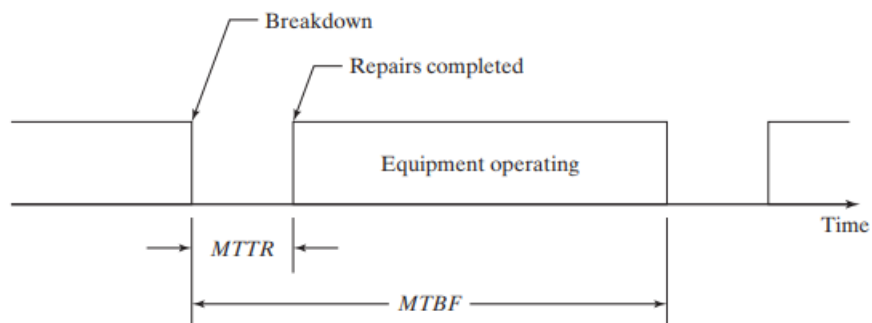


Gambar 2.1. Strategi *Maintenance* dan Responnya

Menurut Arena dkk (2022) bahwa dalam strategi *maintenance* dibagi menjadi tiga sesuai dengan responnya seperti pada Gambar 2.1, yaitu *run to failure* atau *reactive maintenance* merespon kejadian ketika kerusakan terjadi, *preventive maintenance* merespon kejadian namun dengan gejala kerusakan yang lebih kecil akibat adanya penjadwalan *maintenance* (dapat disebut juga *time-based maintenance*), dan terakhir adalah *predictive maintenance* merespon kejadian sebelum kerusakan terjadi. Berdasarkan studi literatur yang dilakukan oleh Tom dkk (2023), ke depannya konsep dari *maintenance 4.0* sudah memasuki konsep futuristik seperti *predictive maintenance*, *proactive maintenance*, *remote or tele maintenance*, dan *self-maintenance*.

2.2.3. Hubungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) dengan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Menurut Groover (2015), pengukuran keandalan atau *reliability* yang sangat membantu adalah ketersediaan atau *availability*, merupakan proporsi waktu operasional peralatan, dapat dikatakan juga sebagai proporsi lama waktu peralatan dapat beroperasi dibandingkan dengan jam operasional produksi atau keseluruhan waktu operasional terjadwal. Keandalan mesin berupa MTBF dan MTTR merupakan pendefinisian lain dari ketersediaan atau *availability*. Gambar 2.2 menunjukkan hubungan antara MTBF dan MTTR terkait dengan ketersediaan mesin.



Gambar 2.2. Hubungan MTBF dan MTTR

Pada Gambar 2.2 di atas, terlihat bahwa MTBF merupakan rata-rata waktu peralatan tersebut dapat beroperasi diantara kegagalan terjadi dan MTTR merupakan rata-rata waktu perbaikan yang dibutuhkan *maintenance* dalam melakukan perbaikan agar peralatan tersebut dapat beroperasi secara normal. Secara rumus, hubungan MTBF dan MTTR dapat dilihat pada persamaan 2.1 berikut.

$$Availability = \frac{MTBF - MTTR}{MTBF} \quad (2.1)$$

Menurut persamaan 2.1 yang dikemukakan oleh Groover (2015), *availability* merupakan perbandingan antara waktu aktif peralatan dapat beroperasi secara efektif dengan waktu siklus antar kerusakan. Maka dari itu, berdasarkan persamaan tadi cara untuk menaikkan *availability* adalah dengan menurunkan lama waktu perbaikan seiring dengan kenaikan waktu siklus antar kerusakan.

2.2.4. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness atau dikenal dengan istilah OEE, merupakan salah satu metode pengukuran yang dipakai untuk menjaga semua kondisi peralatan agar tetap dalam kondisi baik dan berguna sebagai alat pengukuran dari penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) (Gumelar dkk. 2022). Perhitungan OEE digunakan dalam bermacam tingkatan pada suatu sistem dan pengukuran kinerjanya berdasarkan periode waktu yang ditentukan (dapat berupa hari, minggu, bulan, tahun, *shift*). Nilai dari OEE dapat meningkat ketika perusahaan dapat meminimalkan kerusakan atau *breakdown* dan kerugian akibat proses *changeover job* yang terkait dengan *availability* dan dengan meminimalkan *defect* dan kerugian *setup scraps* terkait dengan *quality* (Singh dan Narwal, 2017). Selain itu, terdapat standar dunia atau *world class standard* terkait OEE yang optimal. Optimal dapat diartikan bahwa proses produksi dapat berjalan lancar

dengan sedikit hambatan, sedikit *defect*, dan sedikit kerusakan mesin. *World class standard* dari OEE dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.

<i>OEE factor</i>	<i>World class</i>
Availability	90.0%
Performance	95.0%
Quality	99.9%
OEE	85.0%

Gambar 2.3. World Class Standard OEE

Berikut merupakan rumus atau formula dalam menghitung persentase OEE yang dapat dilihat pada persamaan 2.2:

$$OEE = Availability \times Performance \times Quality \quad (2.2)$$

a. Ketersediaan Peralatan (*Availability*)

Kemampuan peralatan maupun permesinan dalam melakukan proses produksi. Dalam kata lain, waktu produksi yang tersedia dibandingkan dengan waktu produksi terencana. Apabila nilai *Availability* mencapai 100%, dapat diartikan bahwa proses produksi berjalan sudah sesuai dengan yang direncanakan tanpa adanya *downtime* produksi. Persamaan 2.3 merupakan formulasi untuk menghitung nilai dari *Availability*.

$$Availability (A) = \frac{Total Time - Planned DownTime - Unplanned DownTime}{Total Time - Planned DownTime} \quad (2.3)$$

b. Kinerja Peralatan (*Performance*)

Kemampuan dari peralatan atau permesinan yang berkaitan dengan kecepatan mesin. Dalam kata lain, tingkat produksi yang aktual dibandingkan dengan tingkat produksi terbaik (dengan kecepatan optimal dan dengan *output* yang optimal). Persamaan 2.4 merupakan formulasi untuk menghitung performansi peralatan atau mesin.

$$Performance (P) = \frac{Output \times Waktu Siklus}{Total Time - Planned Down Time - Unplanned Down Time} \quad (2.4)$$

c. Kualitas (*Quality*)

Kemampuan dari peralatan atau permesinan untuk menghasilkan produk yang baik dan terkait dengan kualitas material diproduksi. Dalam kata lain, kualitas

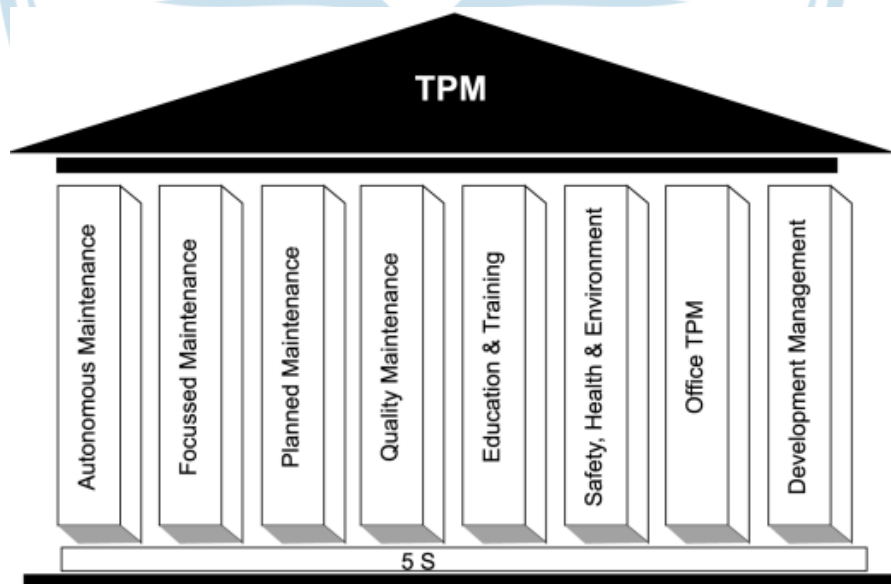
produk aktual dibandingkan dengan target kualitasnya. Persamaan 2.5 merupakan formulasi untuk menghitung tingkat kualitas aktual.

$$\text{Quality (Q)} = \frac{\text{Output} - \text{Defect}}{\text{Output}} \quad (2.5)$$

2.2.5. Total Productive Maintenance (TPM)

TPM sudah dipraktikkan di berbagai jenis industri manufaktur, pencarian yang dilakukan penulis sudah dilakukan dan didapatkan banyak jurnal terkait dengan TPM di berbagai jenis industri manufaktur. Menurut Nakajima (1988), terdapat lima elemen untuk mendefinisikan pengertian dari TPM, yaitu:

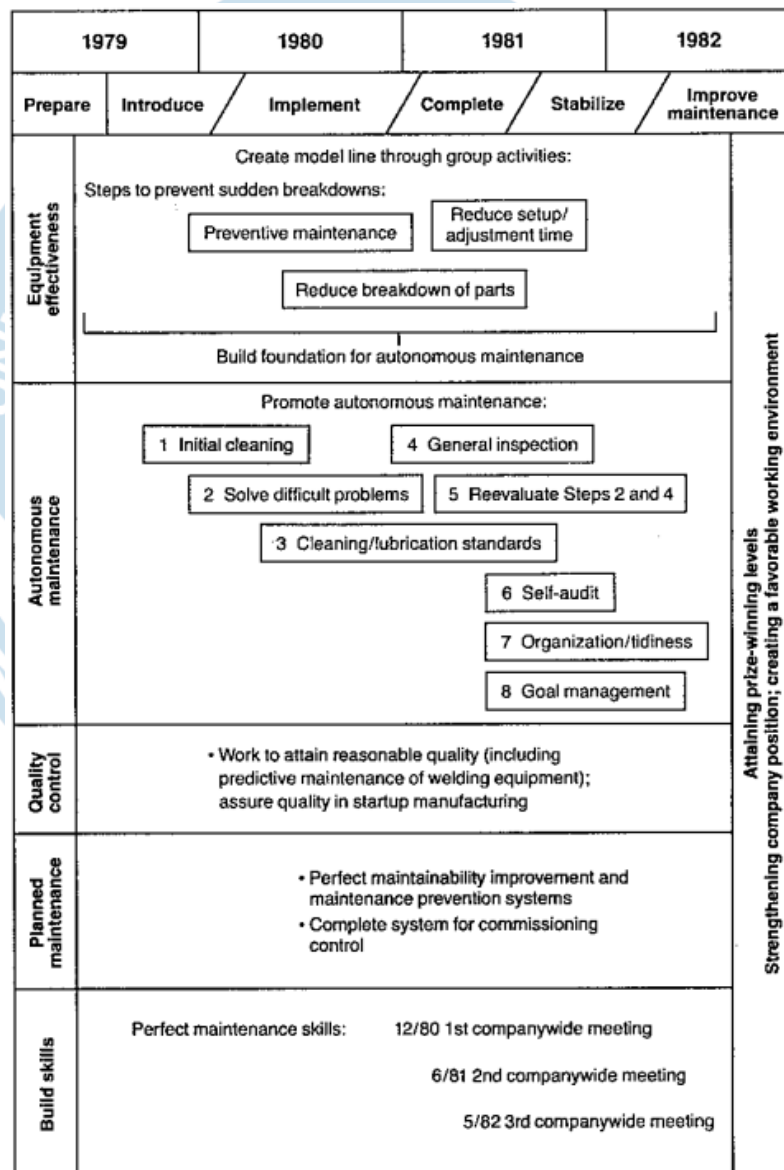
- TPM berfokus untuk memaksimalkan efektivitas peralatan.
- Dalam TPM, ditetapkan sistem *Preventive Maintenance* yang menyeluruh untuk keberlangsungan masa pakai peralatan.
- TPM dapat diimplementasikan pada berbagai departemen yang meliputi *maintenance*, operasi/produksi, dan *engineering*.
- TPM melibatkan seluruh individu pekerja baik dari level tertinggi hingga pada operator yang bekerja di lapangan.
- TPM didasarkan pada perkembangan PM melalui manajemen motivasi atau otonom yang dilakukan pada aktivitas grup kecil.



Gambar 2.4. Delapan *Pillar* TPM

Terdapat delapan *pillar* TPM pada hasil penelitian dari Ahuja dan Khamba (2008) yang dapat dilihat pada Gambar 2.4, diantaranya adalah *autonomous*

maintenance, focussed maintenance, planned maintenance, quality maintenance, education and training, safety; health; and environment, office TPM, dan development management. Semua *pillar* yang ada juga terdapat pada lima elemen sudah dituliskan oleh Nakajima (1988) pada bukunya. Maka dari itu, tujuan dari setiap *pillar* dari TPM adalah untuk meningkatkan produktivitas dan kualitas yang sejalan dengan peningkatan moral dan kepuasan kerja karyawan (Singh dkk. 2013).



Gambar 2.5. Master Plan TPM

Dalam buku Nakajima (1988) halaman 66 sampai 67, terdapat beberapa aktivitas *improvement* dasar dapat dilakukan pada penerapan TPM yang sesuai dengan

master plan pada Gambar 2.5, yaitu *equipment improvement effectiveness* atau dikenal dengan OEE dengan mengeliminasi *six big losses*, melibatkan *preventive maintenance*, menerapkan program *autonomous maintenance* oleh operator dengan mengikuti *seven-step method*, menjamin kualitas barang, menerapkan *planned maintenance*, dan *training* serta edukasi untuk mengembangkan kemampuan pekerja.

2.2.6. Autonomous Maintenance

Dalam penerapan *autonomous maintenance*, terdapat beberapa langkah yang merupakan *improvement* dari inspeksi mendasar. Dengan mengikuti semua langkah yang ada, operator dapat mengembangkan rasa tanggung jawab untuk secara mandiri melakukan kegiatan tindakan CILT (*Cleaning, Inspection, Lubrication, and Tightening*) meliputi pemeriksaan harian terhadap titik-titik kritis di stasiun kerja, sehingga memastikan bahwa alat berat dan peralatan mereka dalam keadaan baik (Ahmad dkk. 2011).

Step	Activities
1. Initial cleaning	Clean to eliminate dust and dirt mainly on the body of the equipment; lubricate and tighten; discover problems and correct them
2. Countermeasures at the source of problems	Prevent cause of dust, dirt and scattering; improve parts that are hard to clean and lubricate; reduce time required for cleaning and lubricating
3. Cleaning and lubrication standards	Establish standards that reduce time spent cleaning, lubricating, and tightening (specify daily and periodic tasks)
4. General inspection	Instruction follows the inspection manual; circle members discover and correct minor equipment defects
5. Autonomous inspection	Develop and use autonomous inspection checksheet
6. Organization and tidiness	Standardize individual workplace control categories; thoroughly systemize maintenance control • Inspection standards for cleaning and lubricating • Cleaning and lubricating standards in the workplace • Standards for recording data • Standards for parts and tools maintenance
7. Full autonomous maintenance	Develop company policy and goals further; increase regularity of improvement activities Record MTBF analysis results and design counter-measures accordingly

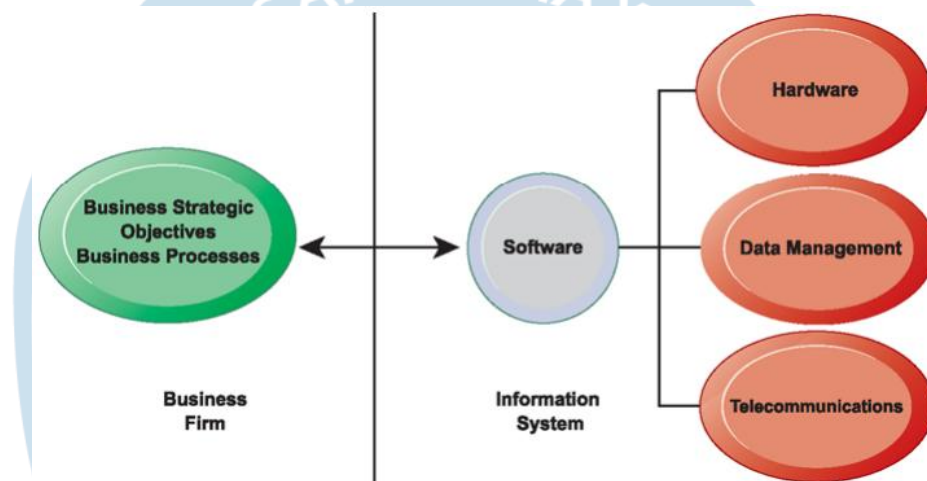
Gambar 2.6. Seven-Step Method Autonomous Maintenance

Selanjutnya, pada Gambar 2.6, ketujuh tahapan dalam penerapan *autonomous maintenance* yang bersumber dari buku Nakajima (1988) adalah CILT atau *Cleaning; Inspection, Lubrication, dan Tightening*, inspeksi menyeluruh,

autonomous inspection dengan bantuan *checksheet*, mengorganisir dengan menerapkan standar, dan penerapan *full autonomous maintenance* dengan merekap perbandingan MTBF sebelum dan sesudah penerapan.

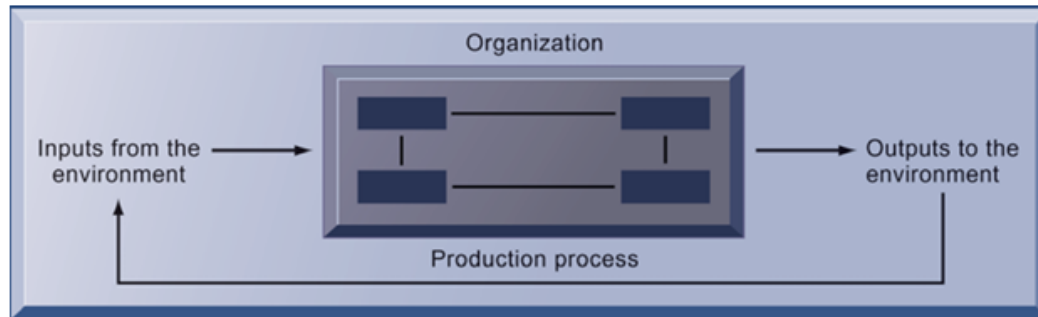
2.2.7. Peta Proses Bisnis (*Business Process Map*)

Suatu perusahaan dapat dijadikan sebuah sistem jika memiliki elemen 5M (*Man, Machine, Method, Money, dan Materials*). Pemenuhan kelima elemen tadi juga didukung dengan organisasi dan sistem informasi yang baik untuk mengawasi dan mengatur sistem. Terdapat hubungan timbal balik antara organisasi dan sistem informasi yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Hubungan Timbal Balik Antara Organisasi dengan Sistem Informasi

Pada Gambar 2.7, terlihat adanya ikatan saling ketergantungan dan hubungan yang saling selaras antara kedua elemen dalam suatu sistem. Adanya perubahan yang terkait dengan strategi, aturan berlaku, dan proses bisnis akan meningkatkan kebutuhan akan perangkat keras, perangkat lunak, ketersediaan data, maupun hal-hal berkaitan dengan telekomunikasi (Charles dan Price, 2012). Pada suatu organisasi terdapat bisnis proses yang tercakup di dalamnya dan tentu untuk menggambarkan proses atau kegiatan bisnisnya diperlukan suatu *tools* berupa *mapping* untuk menggambarkan proses bisnis dengan lebih ringkas. Penggambarannya dapat dilihat pada Gambar 2.8 berikut.

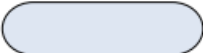


Gambar 2.8. Organisasi dalam Sudut Pandang Mikroekonomi

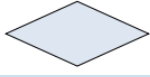
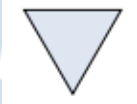
Pada Gambar 2.8, terlihat bahwa komponen 5M pada sistem merupakan suatu *input* pada sebuah organisasi yang nantinya akan berkembang menjadi proses produksi pada suatu perusahaan, lingkungan di sini merupakan komponen 5M dari lingkungan (masyarakat, alam, dan perusahaan lain). Proses produksi tadi akan menghasilkan *output* yang akan keluar ke lingkungan dan akan kembali menjadi *input* berupa komponen 5M. Dalam sudut pandang organisasi dari segi mikroekonomi, modal dan tenaga kerja akan diubah oleh sistem dengan proses produksi menjadi produk ataupun layanan (Charles dan Price, 2012).

Peta proses bisnis atau *business process map* merupakan suatu *tools* yang digunakan untuk memetakan kegiatan bisnis pada suatu usaha dalam skala kecil hingga besar. Proses bisnis dalam skala kecil dapat dicontohkan dalam kegiatan mencatat, kegiatan membuat produk, dan sebagainya. Peta proses bisnis adalah suatu hal kecil di awal atau tahap awal dari sebuah model operasional perusahaan (Latiffianti dkk. 2017). Peta proses bisnis yang baik dapat membantu seluruh *stakeholder* terlibat dalam memahami *job desk*, analisis proses, mengurangi aktivitas, dan sebagainya. Dalam proses bisnis, terdapat simbol *flowchart* atau diagram alir untuk membantu dalam membuat gambaran terkait proses yang terjadi dalam suatu bisnis. Diagram alir juga dapat membantu perusahaan dalam memahami kontrol secara internal, bukan hanya untuk memahami alur ataupun proses bisnisnya saja (Turner dkk. 2017). Simbol-simbol *flowchart* yang terdapat pada buku milik Turner termuat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2. Simbol-simbol *Flowchart*

Nama Simbol	Gambar Simbol	Keterangan
<i>Process</i>		Memuat informasi terkait operasi yang terjadi pada sistem. Pada beberapa sumber lain, simbol ini juga dipakai untuk menggambarkan proses menggunakan bantuan komputer.
<i>Data</i>		Memuat informasi terkait data yang digunakan dalam proses bisnis dan dapat menunjukkan <i>input</i> (masukan) atau <i>output</i> (keluaran).
<i>Document</i>		Memuat informasi terkait dokumen yang dibuat maupun dicetak.
<i>On-page Connector</i>		Simbol penghubung dari proses-proses pada halaman yang sama.
<i>Off-page Connector</i>		Simbol penghubung dari proses-proses pada halaman yang berbeda.
<i>Terminator (Beginning or end)</i>		Sebuah simbol yang menunjukkan awal atau akhir dari suatu proses.
<i>Manual Input (Keying)</i>		Menandakan bahwa suatu proses atau kegiatan memasukkan data dilakukan secara manual dengan alat <i>input</i> seperti <i>keyboard</i> dan lainnya.
<i>Manual Process</i>		Menandakan bahwa suatu proses atau kegiatan dilakukan secara manual
<i>Direct Access Storage</i>		Menandakan bahwa data yang disimpan dapat diakses langsung.

Tabel 2.2. Lanjutan

Nama Simbol	Gambar Simbol	Keterangan
<i>Online Data Storage</i>		Menandakan bahwa data disimpan pada penyimpanan data <i>online</i> seperti <i>cloud</i> dan sebagainya.
<i>Decision</i>		Menggambarkan adanya keputusan tertentu pada sebuah operasi.
<i>File</i>		Menggambarkan data-data yang tersimpan di arsip dalam bentuk fisik maupun digital.

