

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka terdapat ringkasan mengenai permasalahan dan metode-metode yang bisa diterapkan dalam penyelesaian permasalahan, ringkasan tersebut didapatkan dari referensi jurnal, artikel, dan tugas akhir dari peneliti terdahulu yang membahas dan menyelesaikan permasalahan serupa. Pada proses pencarian referensi, peneliti menggunakan kata kunci “*waste*” dan “pemborosan”. Berdasarkan hasil pencarian menggunakan kata kunci tersebut, muncul banyak pustaka. Maka dari itu peneliti melakukan pemilihan pustaka dengan tahun publikasi sepuluh tahun terakhir. Berikut ini adalah penjelesan dari beberapa referensi yang ditemukan oleh peneliti dan penjabaran hasil tinjauan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Madaniyah (2017) dan Putri (2018) menghadapi masalah keterlambatan produksi yang disebabkan oleh pemborosan dalam proses produksi. Madaniyah (2017) menemukan bahwa keterlambatan produksi seringkali disebabkan oleh waktu tunggu dan kerusakan mesin, yang mengakibatkan peningkatan inventaris work in process (WIP) di rantai produksi. Penelitian itu bertujuan untuk mengidentifikasi *waste* kritis dalam proses produksi, mengungkap akar penyebab *waste* tersebut, dan memberikan rekomendasi perbaikan untuk meminimasi *waste* serta lead time produksi. Hasilnya, penelitian ini berhasil mengidentifikasi tiga jenis *waste* kritis beserta penyebabnya, dan mengusulkan perbaikan melalui implementasi 5S yang menunjukkan waktu produksi lebih efisien dan mengurangi *waste*, sehingga meningkatkan efisiensi keseluruhan dalam proses produksi. Sementara itu, Putri (2018) meneliti keterlambatan pengiriman produk SB45 di PT Panen Mas Jogja. Dari data historis, ditemukan bahwa dari total 23 pengiriman, 12 pengiriman terlambat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mereduksi pemborosan dalam produksi SB45 serta memberikan usulan perbaikan. Putri (2018) mengidentifikasi beberapa *waste* kritis dan memberikan usulan perbaikan untuk menghilangkan aktivitas tidak bernilai tambah. Dengan mengidentifikasi beberapa *waste* kritis dan memberikan usulan perbaikan untuk menghilangkan aktivitas tidak bernilai tambah, penelitian ini dapat mengurangi pemborosan, memperlancar proses produksi, dan mengurangi keterlambatan pengiriman. Madaniyah (2017) menggunakan metode seperti *Waste Assessment Model*

(WAM), *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta prinsip 5S. Putri (2018) menggunakan *Lean Manufacturing* dengan alat seperti *Value Stream Mapping* (VSM), *Waste Assessment Model* (WAM), *Waste Relation Matrix* (WRM), *Waste Assessment Questionnaire* (WAQ), dan *Value Stream Mapping Analysis Tools* (VALSAT).

Nopitasari (2018) melakukan penelitian terkait ketidakmampuan perusahaan dalam mencapai target produksi bulanan, begitu juga dengan Sembiring & Andri (2018). Nopitasari (2018) meneliti di PT Muaana, kegiatan menunggu selama proses produksi menjadi penyebab utama ketidakmampuan mencapai target. Masalah ini muncul dari menunggu proses *loading* galon, kedatangan galon, proses estafet galon, dan mesin yang menunggu bahan baku galon kosong. Analisis menunjukkan bahwa target produksi tidak tercapai kecuali pada bulan Juli, dengan rata-rata realisasi produksi bulanan sebesar 84%. Penelitian ini menggunakan *Lean Manufacturing* dengan *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), dan prinsip Kaizen. Solusi yang diusulkan termasuk perbaikan tata area penyimpanan, pengadaan alat material handling, serta penentuan safety stock dan poin pemesanan ulang. Implementasi ini terbukti menurunkan lead time produksi sebesar 6 menit, meningkatkan efisiensi produksi, dan membantu mencapai target produksi. Sedangkan penelitian oleh Sembiring dan Andri (2018) di PT XYZ gagal mencapai target produksi sepatu olahraga akibat aktivitas tidak bernilai tambah dalam proses produksi. Target *output* adalah 316.141 pasang sepatu, tetapi *output* aktual hanya mencapai 243.543 pasang sepatu. Dengan menggunakan *Lean Manufacturing* dan alat seperti *Value Stream Mapping* (VSM) serta *Process Activity Mapping* (PAM), penelitian ini mengidentifikasi pemborosan seperti penumpukan *work in process* dan mesin yang menganggur karena menunggu material. Rekomendasi perbaikan termasuk penambahan mesin untuk mengurangi pemborosan, yang setelah implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi waktu produksi dan mendekati target produksi yang ditetapkan.

Hanum (2020) dan Pratam (2022) melakukan penelitian tentang ketidakmampuan perusahaan dalam mencapai target produksi akibat adanya waste dalam proses pengolahan. Hanum (2020) menemukan bahwa target produksi minyak kelapa sawit (CPO) tidak tercapai karena waste di setiap stasiun kerja, dengan produksi aktual rata-rata hanya mencapai 1.926.056 kg dari target 3.500.000 kg. Pratam (2022) juga menemukan ketidakmampuan mencapai target produksi bulanan,

dengan rata-rata permintaan 593 unit tetapi pencapaian aktual hanya 431 unit, yang disebabkan oleh pemborosan seperti cacat pada proses pemotongan dan rework. Keduanya menggunakan konsep Lean Manufacturing, Value Stream Mapping (VSM), dan Waste Relationship Matrix (WRM) untuk mengidentifikasi waste dan memberikan rekomendasi perbaikan. Implementasi perbaikan menunjukkan waktu produksi yang lebih efisien, hasil yang didapatkan Hanum (2020) menunjukkan waste kritis yang menjadi penyebab tidak tercapainya produksi, demikian dengan hasil yang didapatkan oleh Pratam (2022), yaitu mengetahui waste apa saja yang ada. Kedua peneliti tersebut mengeliminasi waste yang ada, sehingga dapat mempersingkat waktu produksi.

Parwadi & Nadhifa (2021) di PT Rolflex Manufacturing Indonesia mengidentifikasi waste dalam proses produksi yang menyebabkan ketidakmampuan mencapai target produksi. Mereka menemukan bahwa pemborosan waktu dalam pemilihan bahan baku dan aktivitas lainnya menyebabkan target produksi rata-rata sebesar 742 unit per bulan tidak tercapai pada beberapa bulan tertentu. Dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*, *Waste Assessment Model* (WAM), dan prinsip 5S, mereka berhasil mengidentifikasi dan meminimalkan waste, sehingga waktu produksi menjadi lebih efisien. Rekomendasi perbaikan yang diterapkan menunjukkan peningkatan efisiensi waktu produksi, membantu perusahaan lebih mendekati *output* target produksinya.

Hastuti (2019) dan Akbar (2022) fokus pada masalah keterlambatan pengiriman akibat pemborosan dalam proses produksi. Hastuti (2019) meneliti di CV Valasindo Sentra Usaha yang sering mengalami keterlambatan dalam produksi kursi Barwon. Target produksi kursi itu adalah 3 unit per hari dengan rata-rata permintaan bulanan 57 unit, tetapi sering terjadi keterlambatan dengan rata-rata keterlambatan mencapai 14 hari. Penelitian ini mengidentifikasi waste terbesar yaitu defect dan motion. Usulan perbaikan termasuk desain komponen pendukung yang lebih efisien dan pembuatan Standard Operating Procedure (SOP) untuk setiap pembuatan komponen produk beserta waktu bakunya. Implementasi usulan perbaikan tersebut dapat mengurangi keterlambatan produksi dan meningkatkan efisiensi proses produksi. Kemudian kasus oleh Akbar (2022) meneliti di Furniture Sederhana yang mengalami keterlambatan produksi jam kayu dari April hingga Juni. Tahapan finishing menjadi penyebab utama keterlambatan karena menunjukkan banyak waste, terutama waiting dan transportation. Hasil analisis menunjukkan pemborosan kritis dan penyebabnya, serta usulan perbaikan berupa

pembuatan SOP yang bisa mengurangi pemborosan dan menurunkan lead time produksi, sehingga meningkatkan efisiensi proses produksi secara keseluruhan. Kedua penelitian ini menggunakan metode seperti Pendekatan *Lean Manufacturing*, VSM, dan berbagai alat tambahan untuk mengidentifikasi waste, mengungkap akar penyebab keterlambatan, serta memberikan rekomendasi perbaikan yang efektif. Hastuti (2019) menggunakan metode FMEA, sedangkan Akbar (2022) menggunakan *Fishbone Diagram* dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Penelitian oleh Fitriara (2023) dan Ramadhani (2023) meneliti tentang masalah overproduction dan overstock dalam produksi. Fitriara (2023) meneliti di PT XYZ yang mengalami overproduction dalam produksi Set Top Box, yang menyebabkan kelebihan produksi. Penyebabnya adalah kesalahan komunikasi antar pemangku kepentingan dan sistem perencanaan pengadaan serta produksi yang kurang baik. Penelitian ini menggunakan VSM untuk mengidentifikasi waste dalam produksi. Hasil menunjukkan bahwa waste penyebab overstock adalah overproduction dan defect. Usulan perubahan aliran proses produksi untuk meningkatkan efisiensi dapat mengurangi masalah overstock dan meningkatkan kinerja produksi secara keseluruhan. Penelitian oleh Ramadhani (2023) meneliti di PT Mustaka Multi Teknik yang mengalami waste dalam proses produksi kubah. *Waste inventory* menyebabkan penumpukan bahan baku yang sering kali sudah expired, terutama bahan pewarna cat, sehingga produk harus dikerjakan ulang. Penelitian ini menggunakan *Lean Manufacturing*, Six Sigma, *Lean Six Sigma*, VSM, *Root Cause Analysis*, Kaizen, FMEA, dan 5S. Hasil analisis mengidentifikasi *waste defect* dan *inventory* sebagai masalah kritis, dengan usulan perbaikan termasuk pengadaan mesin baru dan peralatan tambahan untuk mereduksi waste. Kedua penelitian ini menggunakan metode seperti konsep *Lean Manufacturing* dan VSM untuk mengidentifikasi waste, mengungkap akar penyebab overproduction dan overstock, serta memberikan rekomendasi perbaikan yang efektif. Fitriara (2023) menggunakan VSM, sementara Ramadhani (2023) menggunakan alat tambahan seperti Six Sigma, *Lean Six Sigma*, *Root Cause Analysis*, Kaizen, FMEA, dan 5S. Implementasi perbaikan oleh kedua peneliti dapat meningkatkan efisiensi produksi dan meminimalisir waste yang terjadi.

Penelitian yang dilakukan oleh Aryadi (2023) dan Sandy dkk. (2023) fokus pada masalah kecacatan produk yang menghambat pencapaian target produksi. Penelitian oleh Aryadi (2023) meneliti di CV Droplett yang menghadapi masalah

kecacatan produk tas kulit, dengan rata-rata 4 produk cacat setiap bulan. Usulan perbaikan meliputi perbaikan jadwal kerja dan istirahat, modifikasi peralatan dengan fitur baru yang lebih efisien, serta penerapan template pola untuk mengurangi kecacatan. Implementasi ini dapat meningkatkan kualitas produk dan memastikan pesanan konsumen dapat dipenuhi tepat waktu. Sedangkan penelitian oleh Sandy dkk. (2023) meneliti di CV Jaya Abadi yang mengalami pemborosan signifikan dalam produksi furniture, disebabkan oleh banyak kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah seperti pengukuran, pemotongan, perakitan, pengamplasan, finishing, quality control, dan packing. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu total dari proses produksi dapat dipercepat dengan mengidentifikasi pemborosan terbesar serta penyebabnya. Usulan perbaikan mencakup penggunaan alat dan mesin yang lebih modern untuk menggantikan peralatan yang usang. Usulan perbaikan ini dapat mengurangi pemborosan dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan.

Penelitian oleh Iftadi dan Novitasari (2020) di PT XYZ serta oleh Pahlevi (2023) di PT Gerlink Utama Mandiri berfokus pada masalah rendahnya output produksi akibat aktivitas yang tidak bernilai tambah atau waste. Iftadi dan Novitasari (2020) menemukan bahwa output produksi Door PU di divisi refrigerator lebih rendah dari target karena defect dan waiting. Sementara itu, Pahlevi (2023) menemukan bahwa aktivitas Non-Value Added (NVA) dalam produksi dental aerosol mencapai 64%, sedangkan aktivitas Value Added (VA) hanya 31%. Dengan menggunakan tools *Lean Manufacturing* seperti VSM, Just in Time, PAM, dan 5S, perbaikan diterapkan pada aspek-aspek 5S, yang menghasilkan pengurangan waktu produksi dan peningkatan produktivitas. Keempat penelitian ini menggunakan metode seperti pendekatan *Lean Manufacturing* dan VSM untuk mengidentifikasi waste dan meningkatkan efisiensi produksi. Aryadi (2023) menggunakan PAM, Process Cycle Efficiency (PCE), dan Pokayoke, sementara Sandy dkk. (2023) menggunakan Fishbone Diagram. Iftadi dan Novitasari (2020) menggunakan Root Cause Analysis (5 *Why's*), dan Pahlevi (2023) menggunakan metode Just in Time, PAM, dan 5S. Implementasi perbaikan yang dilakukan oleh para peneliti dapat mengurangi waste dan meningkatkan produktivitas.

Tabel 2.1. Ringkasan Peneliti Terdahulu

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
1	Madaniyah (2017)	Amatan Otomotif	Keterlambatan produksi produk yang disebabkan oleh waste dalam kegiatan produksi	Identifikasi waste kritis dalam produksi, mengetahui akar permasalahan waste, rekomendasi perbaikan dan minimasi waste serta lead time produksi	Waste Assessment Model (WAM), Value Stream Mapping (VSM), Process Activity Mapping (PAM), Failure Methode and Effect Analysis(FMEA), dan 5S	Identifikasi tahapan dan jenis waste dalam proses produksi, penjabaran produksi dengan Value Stream Maping, identifikasi waste dengan waste assessment questionnaire, 5 why's analysis, dan FMEA	Mengidentifikasi tiga waste kritis dan penyebabnya, kemudian memberikan usulan perbaikan berupa implementasi 5S dan menunjukkan waktu hasil perbaikan yang lebih efisien
2	Nopitasari (2018)	PT Muaana	Target produksi bulanan tidak tercapai dalam periode tertentu karena adanya kegiatan menunggu yang signifikan saat produksi	Identifikasi faktor waste waiting apa yang ada dan melakukan rancangan perbaikan untuk mereduksi waste tersebut, agar dapat mengurangi lead time produksi serta terdapat efisiensi produksi sehingga dapat meningkatkan jumlah produksi	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> . menggunakan VSM, PAM, dan Kaizen	Data primer yang terdiri dari layout lantai produksi, waktu siklus, jumlah operator, dan waktu kerja. Sedangkan sekunder berupa data permintaan dan alur produksi	Mendapati akar permasalahan waste waiting, yaitu tata area penyimpanan yang belum rapi, dan ketiadaan peralatan mumpuni. Rancangan perbaikan yang diberikan adalah perbaikan tata area penyimpanan dan penggantian tempat penyimpanan, lalu pengadaan alat material handling, serta penentuan safety stock dan poin pemesanan ulang. Berdasarkan simulasi aktual terjadi penurunan lead time produksi sebesar 6 menit

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
3	Putri (2018)	PT Panen Mas Jogja	Dalam produksi produk SB45 terdapat banyak pemborosan yang menghambat jalannya proses produksi	Mengidentifikasi dan mereduksi pemborosan dalam produksi SB45, kemudian memberikan usulan perbaikan di bagian produksi	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> , VSM, WAM, Waste Relation Matrix (WRM), Waste Assessment Questionnaire (WAQ), Value Stream Mapping Analysis Tools (VALSAT)	Data Primer seperti aliran produksi, gambaran PPO, waktu siklus, kuesioner pembobotan waste, dan jumlah mesin dan operator. Sedangkan data sekunder adalah data seputar perusahaan, permintaan, dan BOM	Mengetahui <i>waste</i> kritis, memberikan usulan perbaikan untuk menghilangkan aktivitas tidak bernilai tambah dalam produksi
4	Sembiring & Andri (2018)	PT XYZ bidang manufaktur	Target produksi yang tidak tercapai akibat banyaknya aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam kegiatan produksi	Melakukan identifikasi pemborosan di produksi, kemudian melakukan eliminasi pemborosan dan memberikan usulan perbaikan untuk proses produksi	Konsep <i>Lean Manufacturing</i> , VSM, dan PAM	Data primer berupa data waktu produksi, waktu siklus dan data sekunder berupa studi literatur dan data umum perusahaan	Mengidentifikasi pemborosan yang ada di produksi dan memberikan usulan perbaikan untuk menambah mesin dan menunjukkan hasil pemetaan setelah perbaikan yang menunjukkan waktu produksi yang lebih efisien setelah minimasi pemborosan

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
5	Hastuti (2019)	CV Valasindo Sentra Usaha	Terdapat waste pada kegiatan produksi yang menyebabkan keterlambatan produksi sehingga pesanan konsumen tertunda	Menentukan waktu baku dari produksi produk, kemudian identifikasi waste apa yang terdapat di proses produksi, dan memberikan usulan perbaikan pada proses produksi	Konsep <i>Lean Manufacturing</i> , VSM, dan FMEA	Mengumpulkan data primer berupa waktu siklus, dan data hasil kuesioner pembobotan waste kepada pekerja. Kemudian data sekunder berupa data demand, data keterlambatan pengiriman, dan Bill of Material	Mengetahui waktu baku, mendapati waste terbesar adalah defect dan motion, dan memberikan usulan perbaikan dengan perancangan desain komponen pendukung kemudian pembuatan SOP per komponen produk beserta waktu bakunya
6	Hanum (2020)	PTPN V Sei Galuh	Target produksi tidak tercapai akibat banyak waste dalam kegiatan pengolahan kelapa sawit untuk menghasilkan CPO dan Kernel	Melakukan identifikasi waste kritis untuk minimasi waktu pada beberapa stasiun kerja dan memberikan usulan perbaikan agar bisa mencapai target produksi	<i>Lean Manufacturing</i> , VSM, Waste Relationship Matrix (WRM)	Data primer terdiri dari waktu aktivitas produksi, jumlah operator, jumlah stasiun dan mesin. Data sekunder terdiri dari studi literatur dan informasi umum perusahaan	Mengetahui waste kritis yang ada dalam proses produksi, kemudian memberikan usulan perbaikan dari setiap waste kritis yang ada dan menunjukkan hasil dari future VSM dengan waktu yang lebih cepat dan efisien dari sebelumnya

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
7	Iftadi. & Novitasari (2020)	PT XYZ bidang manufaktur	Output produksi yang rendah dan tidak mencapai target sehingga pegawai harus lembur untuk mencapai target, adanya pemborosan dalam produksi juga menyebabkan tidak tercapainya target	Bisa mengetahui pemborosan yang menghambat produksi kemudian melakukan eliminasi pemborosan agar bisa meningkatkan efisiensi dan produktivitas	VSM, PAM, Root Cause Analysis (5Whys)	Data primer berupa hasil wawancara langsung dengan pegawai, waktu siklus produksi. Data sekunder terdiri dari dokumen umum perusahaan dan studi literatur	Mendapati dua pemborosan kritis yang ada pada produksi yaitu defect dan waiting, setelah melakukan analisis eliminasi, nilai process cycle efficiency meningkat, Rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah membuat work paper, dan saran pengurangan kegiatan yang tidak bernilai tambah
8	Parwadi & Nadhifa (2021)	PT Rolflex Manufacturing Indonesia	Proses produksi terhambat akibat banyak pemborosan waktu untuk memilih bahan baku, sehingga menyebabkan tidak tercapainya produksi dari periode tertentu	Melakukan identifikasi waste yang ada dalam proses produksi, agar dapat melakukan minimasi waste dan lead time pada bagian produksi. Kemudian memberikan rancangan perbaikan	Pendekatan <i>Lean Manufacturing</i> , WAM, 5S	Data primer yang terdiri dari waktu produksi, wawancara, dan kuesioner kepada pegawai. Sedangkan data sekunder yaitu data umum perusahaan dan data permintaan	Mengetahui waste yang menghambat proses produksi dan memberikan rancangan perbaikan yang menunjukkan efisiensi waktu produksi setelah melakukan minimasi waste

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
9	Pratam (2022)	CV ARA Samudra	Produksi produk yang tidak mencapai target dalam beberapa bulan, karena terdapat banyak pemborosan di kegiatan produksi	Melakukan analisis untuk menemukan waste apa saja yang ada di kegiatan produksi dan mengeliminasi waste tersebut, serta memberikan rekomendasi perbaikan	Konsep <i>Lean Manufacturing</i> , VSM, WAM, 7 Waste Relationship, WRM, Waste Assessment Questionnaire (WAQ), VALSAT, RCA	Data primer yang diambil adalah data waktu setiap proses produksi dari awal hingga akhir, waktu siklus. Data sekundernya berupa gambaran umum perusahaan, data produksi yang sudah jadi oleh perusahaan, dan studi literatur	Mendapatkan pemborosan apa saja yang ada dalam produksi beserta bobot persentase, mengeliminasi pemborosan sehingga dapat meminimasi lead time produksi, sehingga waktu produksi bisa menjadi lebih singkat. Perbaikan yang diberikan adalah perbaikan lantai produksi, perawatan mesin, dan penambahan pegawai
10	Akbar (2022)	Furniture Sederhana	Produksi produk pada periode tertentu tidak mencapai target dan keterlambatan produksi, karena adanya tahapan pada produksi yang memakan waktu sangat lama dan terdapat waste yang juga mempengaruhi lamanya produksi	Mengidentifikasi pemborosan serta penyebabnya yang membuat produksi terhambat dan memberikan usulan perbaikan agar bisa mengurangi pemborosan di produksi	<i>Lean Manufacturing</i> , VSM, Fishbone, dan Analitical Hierarki Process (AHP)	Data primer berupa hasil pengamatan dan wawancara langsung, data waktu produksi, waktu siklus. Untuk data sekunder berupa laporan tahunan perusahaan, studi literatur, dan gambaran umum perusahaan	Mengetahui pemborosan kritis dan penyebabnya, dari hasil analisis dapat menurunkan lead time produksi menjadi lebih efisien, untuk usulan perbaikannya berupa pembuatan SOP dalam kegiatan produksi

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
11	Pahlevi (2023)	PT Gerlink Utama Mandiri	Terdapat banyak aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam produksi atau waste motion	Mereduksi waste motion dalam produksi agar bisa meningkatkan produktivitas karyawan	Penggunaan tools dari <i>Lean Manufacturing</i> yaitu VSM, Just in Time, PAM, dan 5S	Pengumpulan data primer terkait waktu produksi dan waktu siklus dengan observasi langsung. Pengumpulan data sekunder dari data permintaan, jumlah operator dan mesin, serta waktu produksi.	Memberikan usulan dari setiap aspek 5S dengan rancangan pemberian informasi, jadwal, work paper, dll. Dari hasil simulasi aktual dan usulan dapat mengurangi waktu sebesar 30 menit, dan meningkatkan jumlah produksi dari 5 unit menjadi 6 unit
12	Fitriara (2023)	PT XYZ bidang telekomunikasi	Terjadi overstock karena adanya overproduction, return, dan defect dalam produksi Set Top Box	Identifikasi dan minimasi waste yang ada dalam produksi Set Top Box	VSM	Data primer didapatkan dari data Statement of Work, Work Breakdown Structure, dan WBS Dictionary. Data sekunder dari studi literatur, dokumen penunjang lainnya dari perusahaan, dan data dari lembaga statistik.	Mengetahui waste penyebab overstock yaitu overproduction dan defect. Hasil analisis future VSM dapat meningkatkan efisiensi setiap tahap produksi, dengan usulan perbaikan berupa perubahan aliran proses produksi

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
13	Aryadi (2023)	CV Droplett	Tidak tercapainya produksi produk karena setiap bulan terdapat kecacatan dalam produksi produk, sehingga pesanan konsumen biasa tertunda	Memberikan usulan perbaikan agar bisa mengurangi waste defect saat produksi	VSM, PAM, Process Cycle Efficiency (PCE), dan Pendekatan Pokayoke	Pengamatan secara langsung untuk mendapatkan data primer berupa data layout produksi, waktu produksi, waktu siklus, dan identifikasi aktivitas value added, non value added, dan necessary but non value added. Kemudian data sekunder berupa informasi seperti data alur produksi, jumlah produk cacat, jumlah produksi, jumlah karyawan dan waktu kerja	Mengetahui penyebab dari waste defect, usulan perbaikan yang diberikan adalah perbaikan waktu kerja dan istirahat, melakukan modifikasi peralatan dengan fitur baru yang lebih mumpuni, dan memberikan template pola
14	Ramadhani (2023)	PT Mustaka Multi Teknik	Terdapat waste inventory, penumpukan bahan baku hingga expired yang menyebabkan defect dan harus dikerjakan ulang	Mengidentifikasi dan mengukur tingkat waste yang paling kritis dalam proses produksi, kemudian mencari akar masalahnya dan memberikan usulan perbaikan serta upaya pengendalian	<i>Lean Manufacturing</i> , Six Sigma, Lean Six Sigma, VSM, Root Cause Analysis, Kaizen, FMEA, dan 5S	Data primer yang dikumpulkan terdiri dari data produksi produk seperti waktu siklus, data gudang, dan layout produksi dan data sekunder yang dikumpulkan adalah data jumlah demand, jumlah pegawai dan waktu kerja pegawai	Mengetahui waste kritis dan penyebab yang ada di proses produksi yaitu waste defect dan inventory, kemudian memberikan usulan untuk pengadaan mesin dan beberapa peralatan lain untuk mereduksi waste

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Objek	Permasalahan	Tujuan	Metode	Pengambilan Data	Hasil
15	Sandy dkk (2023)	CV Jaya Abadi	Dalam kegiatan produksi terdapat banyak pemborosan melalui kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah, sehingga menurunkan produktivitas	Melakukan identifikasi penyebab pemborosan saat produksi dan melakukan reduksi pemborosan agar bisa meningkatkan efisiensi produksi	<i>Lean Manufacturing</i> , Deskriptif kuantitatif, VSM, Fishbone diagram.	Data primer dari hasil obeservasi langsung terdiri dari waktu produksi, waktu siklus, dan data peralatan dan mesin. Data sekundernya berupa dokumen atau catatan perusahaan, dan studi penelitian terhadulu.	Mengetahui waktu total dari proses awal hingga akhir dari produk amatan, kemudian mengetahui pemborosan terbesar serta penyebabnya, kemudian memberikan usulan penggunaan alat dan mesin yang lebih mumpuni

Dari hasil pencarian studi literatur oleh peneliti terdahulu, penulis melakukan analisis perbandingan kondisi yang dialami oleh peneliti terdahulu dengan penulis saat ini, beberapa peneliti terdahulu memiliki permasalahan yang hampir sama dengan peneliti saat ini. Penelitian oleh Madaniyah (2017) fokus pada identifikasi dan pengurangan keterlambatan produksi akibat waste seperti waktu tunggu dan kerusakan mesin. Metode yang digunakan meliputi *Value Stream Mapping* (VSM), *Process Activity Mapping* (PAM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan prinsip 5S. Penelitian ini mengidentifikasi tiga jenis waste kritis dan penyebabnya, serta mengusulkan perbaikan melalui implementasi 5S, yang hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi produksi dan pengurangan waste.

Penelitian Hastuti (2019) di CV Valasindo Sentra Usaha mengidentifikasi waste yang menyebabkan keterlambatan produksi kursi Barwon, dengan rata-rata keterlambatan mencapai 14 hari. Penelitian ini menggunakan *Lean Manufacturing*, *Value Stream Mapping* (VSM), dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan waktu baku, mengidentifikasi waste, dan memberikan rekomendasi perbaikan. Temuan utama adalah waste terbesar berupa defect dan motion. Perbaikan yang dilakukan berupa eliminasi waste yang teridentifikasi, peneliti terdahulu melakukan modifikasi pada rak untuk meminimalisir waste. Salah satu yang bisa menjadi kelemahan dalam penelitian ini adalah belum adanya penerapan metode untuk mengoptimalkan area kerja, tidak menutup kemungkinan dalam produksi, pemborosan lain muncul akibat tidak tertatanya peralatan dan kebutuhan produksi baik yang diletakkan dalam rak maupun di luar rak.

Penelitian Parwadi & Nadhifa (2021) di PT Rolflex Manufacturing Indonesia mengidentifikasi pemborosan waktu dalam pemilihan bahan baku yang menghambat pencapaian target produksi. Target rata-rata 742 unit per bulan tidak tercapai pada beberapa bulan. Waste yang ditemukan termasuk gerakan tambahan, pencarian barang, serta waste transportasi, waiting, dan defect. Dengan menggunakan *Lean Manufacturing*, *Waste Assessment Model* (WAM) dalam bentuk kuesioner, dan prinsip 5S. Rancangan perbaikan berhasil meningkatkan efisiensi produksi dan dapat membantu mencapai target produksi. Salah satu yang bisa menjadi kelemahan dalam penelitian ini adalah penggunaan metode untuk mengidentifikasi waste yang ada dalam kegiatan produksi, peneliti terdahulu memberikan kuesioner kepada pegawai untuk mengidentifikasi waste yang terjadi, dalam penerapannya tidak menutup kemungkinan hasil yang

didapatkan tidak sesuai dengan apa yang sebenarnya terjadi, hasil yang keliru tersebut bisa disebabkan oleh responden yang tidak fokus dalam pengisian kuesioner karena masih fokus dalam kegiatan bekerja.

Penelitian Pratam (2022) di CV ARA Samudra mengidentifikasi masalah pencapaian target produksi bulanan, di mana rata-rata permintaan 593 unit, tetapi pencapaian hanya 431 unit. Ketidakmampuan ini disebabkan oleh waste seperti cacat dan memerlukan pengerjaan ulang serta menunggu. Penelitian ini menggunakan *Lean Manufacturing*, VSM, dan WAM. Hasilnya menunjukkan bahwa eliminasi waste berhasil meminimalkan *lead time* produksi. Rekomendasi termasuk perbaikan tata letak produksi dan perawatan mesin, dan penambahan pegawai untuk meningkatkan efisiensi dan mencapai target produksi. Salah satu yang bisa menjadi kelemahan pada penelitian ini, belum adanya pengoptimalan area kerja yang menumbuhkan budaya kerja yang bersih dan rapi. Tidak menutup kemungkinan munculnya pemborosan baru selain *defect* dan *waiting* setelah dilakukan usulan perbaikan tata letak pada rantai produksi.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Time Study

Studi waktu adalah teknik dalam analisis waktu kerja yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas proses. Menurut Niebel dan Freivalds (2014), studi waktu melibatkan pengamatan langsung dan berkelanjutan terhadap suatu tugas, dengan menggunakan *stopwatch* untuk merekam durasi proses yang ada, dengan tujuan menetapkan waktu standar. Konsep utama dari studi waktu meliputi analisis sistematis terhadap metode kerja yang ada, pengukuran waktu yang dibutuhkan untuk setiap elemen pekerjaan, dan penetapan waktu standar yang memperhitungkan waktu istirahat dan toleransi. Dengan analisis yang tepat, studi waktu dapat mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan dalam proses kerja, sehingga memungkinkan peningkatan produktivitas dan pengurangan biaya.

Proses studi waktu terdiri dari beberapa tahap, tahap pertama adalah persiapan, yang melibatkan pemilihan tugas yang akan dianalisis dan memastikan semua peralatan siap digunakan. Alat yang umum digunakan dalam studi waktu meliputi *stopwatch* untuk mengukur waktu dengan presisi, *time study board* untuk mencatat rincian pekerjaan, dan rekaman video untuk memungkinkan analisis yang lebih mendetail. Setelah itu, tahap pengamatan dan pencatatan dilakukan, waktu yang diperlukan untuk setiap elemen kerja diamati dan dicatat secara sistematis. Tahap berikutnya adalah analisis data, di mana data yang diperoleh diolah untuk menentukan waktu normal dan waktu standar. Uji keseragaman data dan uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh cukup untuk menghasilkan estimasi waktu yang akurat. Selain itu, uji kenormalan data dilakukan untuk memastikan data distribusi normal. Berikut adalah rumus dari uji keseragaman data, yang dimulai dengan perhitungan rata-rata *sub group*

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{k} \quad 2.1$$

Keterangan:

$\bar{\bar{X}}$ = Rata-rata sub group

\bar{X}_i = Jumlah rata-rata sub group

$\sum \bar{X}_i$ = Total jumlah rata-rata sub group

k = banyaknya sub group

setelah mendapatkan rata-rata sub group, dilanjutkan dengan perhitungan standar deviasi dengan rumus sebagai berikut,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad 2.2$$

Keterangan:

σ = Standar deviasi

N = Jumlah pengamatan

setelah mendapatkan standar deviasi, dilanjutkan dengan perhitungan standar deviasi rata-rata sub group dengan rumus sebagai berikut,

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad 2.3$$

Keterangan:

$\sigma_{\bar{X}}$ = Standar deviasi rata-rata sub group

n = Jumlah data setiap sub group

setelah menghitung standar deviasi, dilanjutkan dengan perhitungan Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), dengan rumus sebagai berikut,

$$BKA = \bar{X} + K \sigma_{\bar{X}} \quad 2.4$$

$$BKB = \bar{X} - K \sigma_{\bar{X}} \quad 2.5$$

Keterangan:

K = Tingkat keyakinan

Setelah melakukan uji keseragaman data, dilanjutkan dengan perhitungan kecukupan data, berikut adalah rumus dari uji kecukupan data,

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{\sum X_i} \right]^2 \quad 2.6$$

Keterangan:

N' = Kecukupan Data

S = Tingkat ketelitian

Faktor penyesuaian dan kelonggaran digunakan dalam mempertimbangkan kondisi kerja seperti tingkat kelelahan, kebutuhan istirahat, dan keterampilan pekerja. Faktor kelonggaran diberikan untuk memperhitungkan kebutuhan istirahat, pergerakan tambahan yang diperlukan, dan potensi gangguan yang

dapat terjadi selama pekerjaan. Faktor penyesuaian diberikan dengan beberapa kriteria dari proses yang ada dalam produksi.

Dalam konteks studi waktu, waktu siklus adalah waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus penuh dari suatu proses. Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan oleh pekerja rata-rata untuk menyelesaikan suatu tugas, yang dihitung dari waktu siklus yang diamati dikalikan dengan tingkat kinerja pekerja. Sementara itu, waktu baku adalah waktu normal yang telah disesuaikan dengan faktor penyesuaian untuk memperhitungkan waktu istirahat dan kelelahan. Berikut adalah rumus dari waktu siklus,

$$W_s = \frac{\sum X_i}{N} \quad 2.7$$

Keterangan:

W_s = Waktu siklus

X_i = Waktu dilakukan pengamatan ke- i

N = Jumlah dilakukan pengamatan

Berikut adalah rumus dari perhitungan waktu normal,

$$W_n = W_s \times p \quad 2.8$$

Keterangan:

W_n = Waktu normal

W_s = Waktu Siklus

p = Faktor penyesuaian

Berikut adalah rumus dari perhitungan waktu baku,

$$W_b = W_n \times (100\% + a) \quad 2.9$$

Keterangan:

W_b = Waktu baku

W_n = Waktu normal

a = *Allowance*/kelonggaran

2.2.2. *Lean Manufacturing*

Lean Manufacturing adalah pendekatan sistematis untuk meningkatkan efisiensi dan menghilangkan pemborosan dalam proses manufaktur. Proses *lean* terdiri dari lima langkah utama: nilai pelanggan, aliran nilai, aliran proses, sistem tarik, dan perbaikan berkelanjutan Gupta dan Jain (2023). Fokus utama *lean* adalah

identifikasi nilai, penghapusan pemborosan, dan pembangkitan aliran menurut Melton (2023), dengan tujuan memastikan proses yang efisien dan menambah nilai pada produk. Dalam *Lean Manufacturing*, tiga konsep kunci diutamakan: kecepatan, kelancaran, dan ekonomi. Kecepatan berarti proses harus disesuaikan dengan permintaan pelanggan, sementara kelancaran berfokus pada pengendalian fluktuasi dalam proses. Ekonomi mengacu pada pengurangan biaya melalui skala ekonomi dan penghapusan pemborosan. Filosofi Kaizen, yang merupakan bagian dari *lean*, menekankan perbaikan berkelanjutan melalui standarisasi prosedur kerja dan pemeliharaan perbaikan yang telah dicapai.

Sebagai pendekatan yang fleksibel, *Lean Manufacturing* dapat diadaptasi untuk berbagai jenis industri, baik yang berbasis produk maupun proses, termasuk usaha kecil dan menengah (UKM). Sistem lean berfokus pada peningkatan nilai tambah dari perspektif pelanggan dan mendorong perbaikan berkelanjutan yang digerakkan oleh pekerja, sambil mempromosikan budaya inovatif. Dengan mengatur kecepatan produksi sesuai dengan permintaan pelanggan, mengurangi fluktuasi, dan menurunkan biaya, *Lean Manufacturing* bertujuan untuk menghilangkan pemborosan, merampingkan proses, dan meningkatkan penambahan nilai.

2.2.3. Process Activity Mapping

Process Activity Mapping (PAM) adalah alat yang digunakan untuk memetakan setiap langkah dalam proses manufaktur atau penyampaian layanan, yang sering disebut sebagai *flowchart* proses. PAM memiliki akar dalam studi kerja dan teknik industri dan telah mendapatkan perhatian baru-baru ini seiring dengan berkembangnya konsep perbaikan proses bisnis. Alat ini berperan penting dalam mengidentifikasi aktivitas yang bernilai tambah dan tidak bernilai tambah, sehingga memungkinkan pengguna menemukan peluang perbaikan dan menghilangkan pemborosan. Tujuan utama PAM adalah untuk mengidentifikasi langkah-langkah yang memberikan nilai tambah kepada pelanggan dan menghilangkan aktivitas yang tidak bernilai tambah, seperti transportasi, penundaan, penyimpanan, inspeksi, dan pengerjaan ulang, yang dirangkum dalam singkatan OTISD (*Operation, Transport, Inspect, Store, Delay*).

Penggunaan PAM melibatkan penggunaan simbol standar untuk menunjukkan operasi, penundaan, perpindahan, penyimpanan, dan inspeksi, yang memberikan panduan visual yang jelas mengenai langkah-langkah dalam suatu proses. Proses

ini mencakup identifikasi langkah-langkah yang memberikan nilai tambah, langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah namun diperlukan untuk proses, serta aktivitas yang bermanfaat dalam proses produksi. Selain itu, PAM juga melibatkan pengukuran waktu dan jarak, untuk memberikan gambaran yang jelas dan rinci mengenai proses yang berlangsung.

Untuk menganalisis proses produksi menggunakan metode Process Activity Mapping (PAM), langkah pertama adalah mengidentifikasi aktivitas yang terlibat dalam proses produksi secara keseluruhan. Ini mencakup pengumpulan data mengenai semua langkah yang terjadi dari awal hingga akhir proses. Langkah kedua adalah mengklasifikasikan aktivitas berdasarkan nilai tambah atau non-nilai tambah, di mana aktivitas yang memberikan nilai langsung kepada pelanggan dianggap sebagai nilai tambah, sementara aktivitas yang tidak berkontribusi terhadap nilai dianggap sebagai pemborosan. Setelah itu, langkah ketiga adalah menggambarkan alur proses dengan memetakan setiap aktivitas dalam bentuk visual menggunakan simbol yang sesuai, untuk memudahkan identifikasi dan analisis. Langkah keempat adalah mengevaluasi waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing aktivitas dan mengidentifikasi waktu yang terbuang pada aktivitas non-nilai tambah. Terakhir, langkah kelima adalah merancang solusi untuk menghilangkan atau mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah, dengan fokus pada peningkatan aliran produksi dan pengurangan pemborosan.

Dalam buku *The Lean Toolbox* oleh John Bicheno, ia menjelaskan bahwa "*process activity map helps to highlight and visualize the value-adding and non-value-adding activities in a process, which is essential for improvements*" (Bicheno, 2014). Dengan menggunakan PAM dapat memperoleh gambaran yang jelas tentang bagaimana setiap elemen dalam proses produksi berkontribusi terhadap waktu siklus dan efisiensi, serta menemukan peluang untuk peningkatan pada bagian tertentu.

2.2.4. 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke)

5S adalah alat *lean* yang digunakan untuk menciptakan lingkungan kerja yang terorganisir, efisien, dan efektif. Ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan, meningkatkan keselamatan kerja, dan menyediakan pendekatan disiplin untuk organisasi tempat kerja. Menurut Randhawa dan Ahuja (2017), 5S memfasilitasi pendekatan yang teliti untuk hasil yang efisien dari perspektif organisasi tempat kerja. Sistem ini terdiri dari lima elemen inti yang saling berhubungan: Seiri (*Sort*),

Seiton (*Set in Order*), Seiso (*Shine*), Seiketsu (*Standardize*), dan Shitsuke (*Sustain*).

- a. Seiri (*Sort*): Tahap ini berfokus pada pemisahan item yang diperlukan dari yang tidak diperlukan. Barang-barang yang tidak digunakan atau berlebihan diidentifikasi dan dihilangkan untuk meningkatkan efisiensi. Dengan menerapkan proses ini, ruang kerja menjadi lebih terorganisir, dan hanya item yang diperlukan untuk operasi sehari-hari yang disimpan. Item yang tidak diperlukan diberi tanda merah dan diatur untuk dihapus atau dibuang oleh tim lintas fungsi. Proses ini membantu dalam mengurangi kekacauan dan meningkatkan aliran kerja.
- b. Seiton (*Set in Order*): Setelah item yang tidak diperlukan dihilangkan, langkah berikutnya adalah menata barang-barang yang diperlukan dengan rapi untuk memudahkan akses dan penggunaan. Alat dan peralatan ditempatkan di lokasi yang telah ditandai dan diidentifikasi, mengurangi waktu pencarian dan mencegah pemborosan. Papan bayangan dan label sering digunakan untuk memudahkan penyimpanan dan pengambilan alat. Proses ini memastikan bahwa semua peralatan mudah ditemukan dan diakses oleh karyawan, meningkatkan efisiensi operasional.
- c. Seiso (*Shine*): Tahap ini melibatkan pembersihan area kerja secara rutin untuk memastikan bahwa semua alat dan mesin siap digunakan dan berfungsi dengan baik. Inspeksi rutin dilakukan untuk mengidentifikasi kondisi kerja dan untuk mengembangkan kontrol visual serta titik pemeriksaan kinerja. Ini tidak hanya meningkatkan estetika lingkungan kerja tetapi juga mengurangi kemungkinan kecelakaan dan kerusakan peralatan.
- d. Seiketsu (*Standardize*): Standarisasi adalah langkah di mana metode standar dibuat untuk menjaga konsistensi dalam proses kerja. Prosedur operasional standar (SOP) dikembangkan, dan audit 5S dilakukan untuk memantau kinerja dan kemajuan implementasi. Dengan mendokumentasikan praktik terbaik dan memastikan bahwa semua karyawan mematuhi standar ini.
- e. Shitsuke (*Sustain*): Tahap akhir ini berfokus pada pengembangan kebiasaan dan komitmen untuk menjadikan 5S sebagai bagian dari budaya bekerja. Ini melibatkan pelatihan dan pengembangan disiplin diri serta kesadaran di antara karyawan. Dengan menginternalisasi prinsip-prinsip 5S, dengan penerapan ini dapat dipastikan bahwa perbaikan yang telah dicapai dipertahankan dan

bahwa budaya perbaikan berkelanjutan menjadi bagian integral dari operasi sehari-hari.

Dalam konteks usaha kecil dan menengah (UKM), 5S dapat diadaptasi dengan melibatkan karyawan yang ada tanpa perlu membentuk tim khusus. Pelatihan dengan keahlian eksternal juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pemahaman dan penerapan 5S. Dengan pendekatan yang fleksibel dan berfokus pada keterlibatan karyawan, 5S dapat memberikan manfaat signifikan dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih efisien, aman, dan produktif.

2.2.5. Seven Waste

Pemborosan, atau "*muda*" dalam bahasa Jepang, merujuk pada aktivitas yang tidak menambah nilai dan mengonsumsi sumber daya tanpa memberikan manfaat tambahan. Istilah ini berarti "usaha yang sia-sia" dan diartikan sebagai segala sesuatu yang tidak langsung menciptakan nilai bagi pelanggan. Taiichi Ohno, salah satu pelopor filosofi *Lean Manufacturing*, bersama Shigeo Shingo, yang dikenal sebagai guru kualitas, mengidentifikasi tujuh jenis pemborosan yang harus dihindari dalam proses manufaktur Bertagnolli (2020). Pemborosan itu terdiri dari *Transportation, Inventory, Motion, Waiting, Overproduction, Overprocessing*, dan *Defects*.

- a. *Produksi Berlebih (Overproduction)*: Pemborosan ini terjadi ketika produk diproduksi dalam jumlah lebih dari yang dibutuhkan, sering kali untuk stok. Penyebab utama produksi berlebih meliputi kontrol produksi, ukuran lot yang tidak efisien, kurangnya fokus pada pelanggan, dan perencanaan produksi yang buruk. Konsekuensinya termasuk transportasi yang tidak perlu, penanganan tambahan, dan inventaris yang memerlukan ruang dan energi, serta potensi pemborosan barang jika harus dibuang. Ohno menekankan bahwa produksi berlebih adalah akar dari banyak jenis pemborosan lainnya, karena menyebabkan kelebihan inventaris dan waktu tunggu.
- b. *Inventaris (Inventory)*: Pemborosan ini melibatkan persediaan bahan, barang setengah jadi, dan produk jadi yang disimpan sebelum, selama, atau setelah proses. Penyebabnya termasuk pemikiran tentang keamanan yang berlebihan, masalah tersembunyi, dan ukuran lot yang besar. Inventaris memicu pemborosan tambahan seperti transportasi, penyimpanan, konsumsi energi, dan potensi masalah kualitas. Ohno mencatat bahwa inventaris berlebih menyembunyikan masalah produksi yang perlu diidentifikasi dan diatasi.

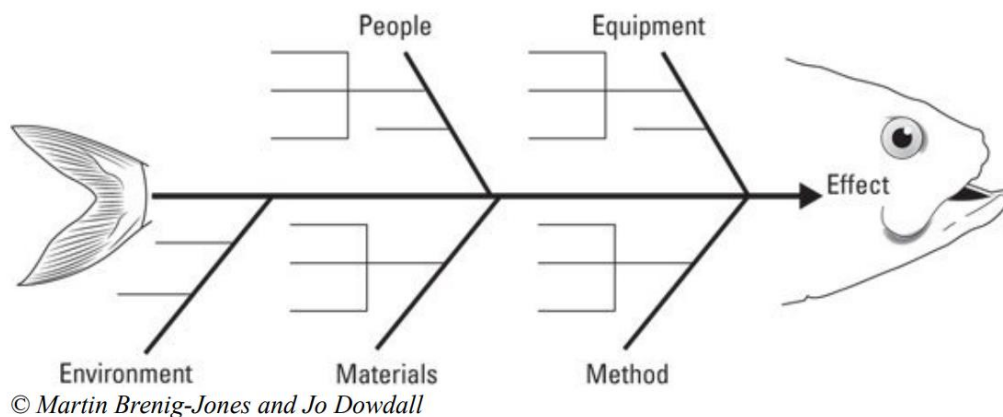
- c. Pengolahan Berlebihan (*Overprocessing*): Pemborosan ini terjadi ketika proses dilakukan lebih dari yang diperlukan untuk memenuhi spesifikasi pelanggan, seperti pengolahan yang berlebihan atau konsumsi material yang tidak perlu. Penyebabnya termasuk standar kerja yang salah atau ketinggalan zaman, dan pemahaman proses yang kurang. Pengolahan berlebihan menghabiskan waktu dan sumber daya tanpa memberikan nilai tambah kepada pelanggan. Shingo menyarankan untuk menyederhanakan proses dan mengurangi langkah yang tidak perlu untuk menghindari pengolahan berlebihan.
- d. Gerakan Berlebihan (*Motion*): Pemborosan ini disebabkan oleh gerakan yang tidak perlu dalam proses kerja, seperti jarak tempuh yang panjang atau gerakan yang tidak ergonomis. Penyebabnya meliputi kurangnya standar, perencanaan alur kerja yang buruk, dan desain stasiun kerja yang tidak efisien. Gerakan berlebihan dapat mengakibatkan biaya tambahan dan potensi cedera pada pekerja. Shingo menekankan pentingnya desain stasiun kerja yang efisien untuk meminimalkan gerakan yang tidak perlu.
- e. Waktu Tunggu (*Waiting*): Pemborosan ini terjadi ketika ada waktu yang terbuang saat menunggu proses, material, atau rekan kerja. Penyebabnya bisa berupa sinkronisasi yang buruk, kemacetan, kerusakan mesin, dan perencanaan produksi yang tidak efektif. Waktu tunggu menghambat aliran produksi, meningkatkan waktu proses, dan menghasilkan biaya personel tanpa menambah nilai. Ohno mencatat bahwa waktu tunggu sering kali disebabkan oleh kurangnya koordinasi dan komunikasi dalam proses produksi.
- f. Transportasi (*Transportation*): Pemborosan ini melibatkan perpindahan barang tanpa menambah nilai. Penyebabnya termasuk tata letak yang rumit dan alur material yang tidak efisien. Konsekuensinya adalah penggunaan alat transportasi yang tidak perlu, ruang yang terbuang, dan risiko kerusakan barang selama transit, serta peningkatan waktu proses dan konsumsi sumber daya. Shingo menekankan bahwa transportasi yang tidak perlu dapat dihilangkan dengan perencanaan tata letak yang lebih efisien dan alur kerja yang lebih baik.
- g. Cacat (*Defect*): Pemborosan ini terjadi ketika produk cacat memerlukan uji ulang, perbaikan, atau menghasilkan barang yang ditolak. Penyebabnya termasuk proses yang tidak standar, alat yang buruk, dan kurangnya keterampilan atau pelatihan. Pemborosan ini menyebabkan biaya tambahan,

gangguan aliran produksi, peningkatan waktu proses, dan penurunan kepercayaan pelanggan pada produk dan perusahaan. Shingo menekankan pentingnya kualitas yang tinggi dan pelatihan yang tepat untuk mengurangi cacat dan perbaikan.

Mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan ini adalah kunci untuk meningkatkan efisiensi proses manufaktur dan memastikan penggunaan sumber daya yang optimal. Dengan mengadopsi filosofi *lean* dan meminimalkan pemborosan, dapat meningkatkan produktivitas dan nilai tambah bagi pelanggan, serta membangun fondasi untuk perbaikan berkelanjutan.

2.2.6. Fishbone

Fishbone diagram, atau diagram sebab-akibat, adalah alat analisis yang dikembangkan untuk membantu mengidentifikasi dan menyajikan kemungkinan penyebab suatu masalah secara sistematis. Diagram ini dinamakan demikian karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan, di mana "kepala" ikan mewakili masalah atau efek yang sedang dianalisis, sementara "tulang" ikan menggambarkan berbagai kategori penyebab potensial. *Fishbone* diagram adalah alat yang digunakan untuk memetakan penyebab potensial suatu masalah, sehingga penyebab utama dapat diidentifikasi dan dikendalikan (Brenig, 2021). Konsep utama dari diagram ini adalah pengelompokan penyebab dalam kategori umum seperti *Man* (Orang), *Equipment* (Peralatan), *Method* (Metode), *Materials* (Bahan), dan *Environment* (Lingkungan), yang memungkinkan tim untuk berpikir secara terstruktur dan menyeluruh. Selama proses *brainstorming*, ide-ide dikumpulkan dan dikategorikan berdasarkan relevansi masing-masing kategori, dan pertanyaan "Mengapa?" digunakan untuk menggali penyebab mendasar. Setelah potensi penyebab diidentifikasi, mereka harus divalidasi dengan data untuk memastikan akurasi. *Fishbone* diagram merupakan alat yang efektif dalam analisis masalah karena memfasilitasi pendekatan terstruktur dan sistematis dalam menemukan akar penyebab, sehingga memungkinkan untuk menangani masalah secara lebih efektif dan mencegah terulangnya masalah di masa depan.



Gambar 2.1. Fishbone
 (Sumber: *Lean Six Sigma*, Brenig, M. 2020)

2.2.7. Standard Operational Procedure (SOP)

Standar Operasional Prosedur (SOP) merupakan elemen penting dalam perancangan sistem kerja yang berfokus pada standarisasi proses untuk mencapai efisiensi dan konsistensi dalam kualitas pekerjaan. SOP dirancang untuk mengurangi variasi dalam pelaksanaan tugas dengan menetapkan langkah-langkah yang tepat dan terperinci untuk setiap pekerjaan. Ini membantu memastikan bahwa semua pekerja mengikuti prosedur yang sama, sehingga mengurangi kesalahan dan meningkatkan produktivitas. SOP juga memainkan peran penting dalam pelatihan karyawan baru, karena memberikan panduan yang jelas dan sistematis tentang bagaimana tugas harus dilakukan Niebel dan Freivalds (2014). "Tidak ada pemborosan waktu, tenaga, atau energi manusia ketika metode yang tepat digunakan untuk pekerjaan." Menurut Niebel dan Freivalds (2014). Dengan mengimplementasikan SOP, dapat mencapai tingkat efisiensi yang lebih tinggi dengan memastikan bahwa semua aspek pekerjaan dirancang dan dieksekusi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Selain itu, SOP dapat berfungsi sebagai alat untuk pengawasan dan evaluasi kinerja, memberikan kerangka kerja yang jelas untuk penilaian keberhasilan operasional Niebel dan Freivalds (2014). Penerapan SOP juga merupakan bagian dari prinsip perbaikan berkelanjutan yang menekankan pentingnya peningkatan terus-menerus dalam proses kerja melalui evaluasi dan revisi prosedur yang ada.

2.2.8. Perancangan Sistem Kerja

Perancangan sistem kerja merupakan proses yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui analisis pekerjaan, pengukuran waktu dan

gerakan, desain alur kerja, standarisasi proses, dan perbaikan berkelanjutan. Tahap pertama dalam perancangan sistem kerja adalah analisis pekerjaan, tugas-tugas diidentifikasi dan dievaluasi untuk memahami setiap elemen kerja dan menentukan cara paling efisien untuk melakukannya (Niebel dan Freivalds, 2014). Pengukuran waktu dan gerakan adalah teknik penting untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi dengan menganalisis gerakan pekerja dan menghilangkan langkah-langkah yang tidak perlu. Desain alur kerja melibatkan pengaturan aktivitas kerja dalam urutan yang paling efisien, termasuk perencanaan tata letak fasilitas dan peralatan untuk meminimalkan waktu dan usaha yang dibutuhkan dalam proses produksi Niebel dan Freivalds (2014). Standarisasi proses untuk perancangan sistem kerja adalah kunci untuk mengurangi variasi dalam pelaksanaan pekerjaan dan memastikan konsistensi dalam kualitas melalui pengembangan SOP.

2.2.9. Faktor Penyesuaian dan Kelonggaran

Sistem penentuan faktor penyesuaian atau performance rating yang dikembangkan oleh *Westinghouse Electric Corporation* pada tahun 1940 menjadi salah satu metode tertua yang digunakan dalam penilaian kinerja operator. Metode ini mengevaluasi kinerja operator berdasarkan empat faktor utama, yaitu *skill* (keahlian), *effort* (upaya), *conditions* (kondisi lingkungan), dan *consistency* (konsistensi). *Skill* didefinisikan sebagai "kemampuan untuk mengikuti suatu metode tertentu" dan mencerminkan tingkat kemahiran operator yang dipengaruhi oleh pengalaman serta kemampuan bawaan, seperti koordinasi dan ritme. Keahlian yang baik akan menghasilkan gerakan yang cepat, halus, dan bebas dari kesalahan, sementara penurunan keahlian dapat terjadi akibat gangguan fisik atau psikologis, seperti menurunnya penglihatan atau refleks. Sistem ini membagi keahlian menjadi enam tingkatan, dari yang terendah poor hingga yang tertinggi super, dengan nilai yang berkisar antara -22% hingga +15%, tergantung pada tingkat keterampilan yang ditunjukkan Lowry dkk pada buku Niebel dan Freivalds (2014).

Effort atau upaya dinilai sebagai "demonstrasi kemauan untuk bekerja secara efektif." Upaya ini menggambarkan seberapa cepat seorang operator menerapkan keterampilannya, dan sangat dipengaruhi oleh motivasi individu. Evaluasi dilakukan terhadap upaya yang efektif, yang berarti bahwa pengamat harus memperhatikan upaya yang secara langsung berkontribusi pada penyelesaian

pekerjaan, bukan sekadar upaya yang salah arah. Upaya dikategorikan dalam enam tingkat, dari poor hingga excessive, dengan nilai antara -17% hingga +13%, mencerminkan seberapa optimal upaya yang diberikan oleh operator dalam siklus kerja.

Faktor ketiga adalah conditions, yang mencakup kondisi lingkungan kerja yang memengaruhi kinerja operator, seperti suhu, pencahayaan, ventilasi, dan kebisingan. Kondisi yang ideal akan mendukung kinerja yang optimal, sedangkan kondisi buruk dapat menurunkan performa operator. Sistem ini menilai kondisi dalam enam tingkatan, mulai dari ideal hingga poor, dengan nilai antara +6% hingga -7%. Penilaian ini membantu menentukan seberapa besar pengaruh lingkungan terhadap kinerja operator, tanpa mempertimbangkan faktor-faktor yang terkait langsung dengan operasi, seperti alat atau material yang buruk.

Faktor terakhir yang dievaluasi adalah consistency atau konsistensi, yang merujuk pada kemampuan operator untuk mengulang tugas dengan cara yang sama dalam setiap siklus pekerjaan. Konsistensi sempurna jarang terjadi dalam praktik karena adanya variasi dalam hal kekerasan material, ketajaman alat, atau kondisi fisik operator. Namun, sistem Westinghouse memungkinkan penilaian terhadap konsistensi operator dengan rentang nilai dari +4% hingga -4%, tergantung pada seberapa stabil waktu siklus yang dicapai dari satu pekerjaan ke pekerjaan lain Salvendy (2014). Nilai total dari empat faktor ini kemudian digunakan untuk menyesuaikan waktu normal menjadi waktu baku yang lebih akurat dan mencerminkan performa operator secara keseluruhan.

Skill			Effort			Environment		
+0.15	A1	Super skill	+0.13	A1	Excessive	+0.06	A	Ideal
+0.13	A2	Super skill	+0.12	A2	Excessive	+0.04	B	Excellent
+0.11	B1	Excellent	+0.10	B1	Excellent	+0.02	C	Good
+0.08	B2	Excellent	+0.08	B2	Excellent	0.00	D	Average
+0.06	C1	Good	+0.05	C1	Good	-0.03	E	Fair
+0.03	C2	Good	+0.02	C2	Good	-0.07	F	Poor
0.00	D	Average	0.00	D	Average	Consistency		
-0.05	E1	Fair	-0.04	E1	Fair	+0.04	A	Perfect
-0.10	E2	Fair	-0.08	E2	Fair	+0.03	B	Excellent
-0.16	F1	Poor	-0.12	F1	Poor	+0.01	C	Good
-0.22	F2	Poor	-0.17	F2	Poor	0.00	D	Average
						-0.02	E	Fair
						-0.04	F	Poor

Gambar 2.2. Performance Rating System Westinghouse

(Sumber: Niebel's *Methodes, Standard, and Work Design*. Freivalds, A. 2014)

Faktor kelonggaran merupakan elemen penting dalam penentuan waktu baku suatu pekerjaan, yang ditambahkan setelah waktu normal, yaitu waktu yang diperlukan pekerja dalam kondisi kerja yang dianggap wajar. Kelonggaran ini bertujuan untuk mendukung kesejahteraan dan menjaga performa pekerja agar

tetap optimal. Menurut Satalaksana (2015), faktor kelonggaran dibagi menjadi tiga kategori utama: kelonggaran untuk kebutuhan pribadi, kelonggaran untuk mengatasi rasa lelah, dan kelonggaran untuk hambatan yang tidak dapat dihindarkan.

Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dasar pekerja selama jam kerja, seperti minum, ke kamar kecil, atau berbincang dengan rekan kerja. Kebutuhan ini penting agar pekerja dapat tetap fokus dan produktif. Satalaksana mencatat bahwa kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bervariasi antara pria dan wanita, di mana pria diberikan kelonggaran sebesar 2% hingga 2,5%, sementara wanita diberikan kelonggaran sebesar 2,5% hingga 5%. Perbedaan ini berdasarkan penelitian yang menunjukkan adanya variasi kebutuhan biologis dan sosial di lingkungan kerja, di mana wanita mungkin memerlukan lebih banyak waktu untuk aktivitas yang berkaitan dengan kesehatan dan kesejahteraan.

Kelonggaran untuk mengatasi rasa lelah adalah hal yang sangat penting karena rasa lelah adalah kondisi alami yang dialami semua pekerja, terutama ketika mereka bekerja tanpa jeda. Kelelahan yang berlebihan dapat berdampak negatif pada kuantitas dan kualitas *output*. Satalaksana menekankan bahwa besaran kelonggaran yang diberikan untuk mengatasi rasa lelah tergantung pada beberapa faktor, termasuk tingkat kesulitan pekerjaan, posisi tubuh saat bekerja, dan kondisi fisik lingkungan kerja. Pekerjaan yang lebih berat atau kompleks akan membutuhkan kelonggaran yang lebih besar. Selain itu, posisi yang tidak ergonomis, seperti berdiri atau membungkuk dalam waktu lama, juga akan memerlukan lebih banyak kelonggaran. Lingkungan kerja yang tidak nyaman, seperti suhu ekstrem atau pencahayaan yang buruk, dapat mempengaruhi tingkat kelelahan dan kelonggaran yang diperlukan.

Kelonggaran untuk hambatan yang tidak dapat dihindarkan mencakup situasi seperti instruksi dari pengawas, penyesuaian alat atau mesin, perbaikan kecil, atau gangguan tak terduga lainnya. Kelonggaran ini bertujuan memberikan kompensasi waktu bagi pekerja untuk menghadapi hambatan-hambatan tersebut tanpa mengurangi performa kerja mereka. Menurut Satalaksana, penambahan waktu untuk faktor kelonggaran ini sangat penting agar waktu baku yang diperoleh benar-benar mencerminkan waktu yang realistis dan dapat diandalkan dalam proses produksi. Penetapan kelonggaran harus dilakukan secara adil, mempertimbangkan

kondisi fisik dan psikologis pekerja serta sifat pekerjaan yang dilakukan. Dengan demikian, waktu baku yang dihitung akan mencerminkan keseluruhan waktu yang diperlukan oleh pekerja, termasuk waktu untuk istirahat dan menghadapi hambatan yang mungkin muncul.

Secara umum, pemberian faktor kelonggaran diharapkan dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih manusiawi dan mendukung produktivitas jangka panjang. Tabel faktor kelonggaran menunjukkan berbagai aspek yang mempengaruhi waktu kerja standar dalam suatu proses produksi, seperti tenaga yang dikeluarkan, sikap kerja, gerakan kerja, kelelahan mata, konsentrasi yang diperlukan, kondisi suhu tempat kerja, keadaan atmosfer, dan keadaan lingkungan yang baik. Penerapan kelonggaran yang tepat dapat meningkatkan efektivitas kerja dan kesejahteraan pekerja dalam proses produksi.

Faktor	Contoh Pekerjaan	Ekuivalen Beban	Kelonggaran (%)	
A. Tenaga yang dikeluarkan				
1. Dapat dibalkan	Bekerja di meja, duduk	tanpa beban	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja di meja, berdiri	0,0-2,25 kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Memekok, ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Menangkul	9,00-18,00	12,0-18,0	16,0-30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	18,00-27,00	18,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung beras	didas 50 kg		
B. Sikap kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00-1,0	
2. Berdiri di atas dua kaki	Balan tagak, ditumpu dua kaki		1,0-2,5	
3. Berdiri di atas satu kaki	Satu kaki mengoprasikan alat kontrol		2,5-4,0	
4. Berhening	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2,5-4,0	
5. Membungkuk	Bedak dibungkus ke dalam karung pada kedua kaki		4,0-30,0	
C. Gerakan kerja				
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0-5	
3. Sulit	Mem bawa beban berat dengan satu tangan		0-5	
4. Pada anggota anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan di atas kepala		5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja di lorong pertambangan yang sempit		10-15	
D. Kelelahan mata				
1. Pandangan yang terputus-putus	Mem bawa alat ukur		Pencapaian Baik	Buruk
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti		0,0-6,0	0,0-6,0
3. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti		6,0-7,5	6,0-7,5
4. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain		7,5-12,0	7,5-16,0
5. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus tetap			12,0-18,0	16,0-30,0
6. Pandangan terus menerus dengan konsentrasi tinggi dan fokus berubah-ubah			18,0-30,0	
E. Keadaan suhu tempat kerja**				
1. Baik	Suhu (°C)	Kelelahan normal		Berbahaya
2. Rendah	di bawah 0	di atas 30	di atas 32	
3. Sedang	0-13	10-15	12-15	
4. Normal	13-22	5-10	6-10	
5. Tinggi	22-28	0-5	0-8	
6. Sangat tinggi	28-38	5-40	8-100	
	di atas 38	di atas 40	di atas 100	
F. Keadaan atmosfer***				
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauam (tidak berbahaya)		0-5	
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun atau tidak beracun tetapi banyak		5-10	
4. Buruk	Adanya bau-bauam berbahaya yang membahayakan menggunakan alat pemangasan		10-20	
G. Keadaan lingkungan yang baik				
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah			0	
2. Sirkulasi udara yang baik antara 5-20 detik			1-3	
3. Sirkulasi udara yang baik antara 0-5 detik			0-5	
4. Sangat bising			0-5	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0-5	
6. Terasa adanya getaran lantai			5-10	
7. Keadaan kegelapan yang luar biasa (bunyi, kebisingan, dll)			5-15	

Gambar 2.3. Penilaian Faktor Kelonggaran

(Sumber : Analisis dan perancangan sistem kerja. Zadry dkk. 2015)