

**PENERAPAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES*
(SMED) DALAM MEMINIMASI WAKTU *DANDORI* PROSES
ROUTER BOKAKI KELOMPOK *SOUNDBOARD GLUE UP*
(Studi Kasus : Departemen *Assembly Upright Piano* PT. Yamaha
Indonesia)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Fitriani Adhichahya
No. Mahasiswa : 19522399

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

ta, 09 Oktober 2023



[Signature]
Fitri Adhichahya
1922399

SURAT BUKTI PENELITIAN



PT. YAMAHA INDONESIA
Jl. Rawagelam V/5, Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta 13930 Indonesia, PO. Box. 1190/JAT
Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

Confidenti

SURAT KETERANGAN

No. : 07 /YI/ PKL /X/2023

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD)
PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : FITRIAN ADHICAHYA
Nomor Induk Mahasiswa : 19522399
Jurusan : Teknik Industri
Fakultas : Teknologi Industri
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul
"*Penerapan Metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) dalam Meminimasi Waktu Dandori
Proses Router Bokaki Kelompok Soundboard Glue UP (Studi Kasus: Departemen Assembly
Upright Piano PT. Yamaha Indonesia)*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 2 Maret 2023 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2023.
Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 4 Oktober 2023

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA



Muhammad Isnaini
Manager HRD

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENERAPAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES*
(SMED) DALAM MEMINIMASI WAKTU *DANDORI* PROSES
ROUTER BOKAKI KELOMPOK *SOUNDBOARD GLUE UP* (Studi
Kasus : Departemen *Assembly Upright Piano* PT. Yamaha Indonesia)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fitriani Adhichahya
No. Mahasiswa : 19522399

Yogyakarta, 09 Oktober 2023

Dosen Pembimbing



(Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PENERAPAN METODE *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES*
(SMED) DALAM MEMINIMASI WAKTU *DANDORI* PROSES
ROUTER BOKAKI KELOMPOK *SOUNDBOARD GLUE UP*
(Studi Kasus : Departemen *Assembly Upright Piano* PT. Yamaha
Indonesia)**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fitrian Adhichahya

No. Mahasiswa : 19 522 399

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

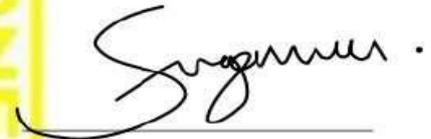
Yogyakarta, 25 – Oktober - 2023

Tim Penguji

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM
Ketua

Danang Setiawan, S.T., M.T.
Anggota I

Amarria Dila Sari, S.T., M.Sc.
Anggota II



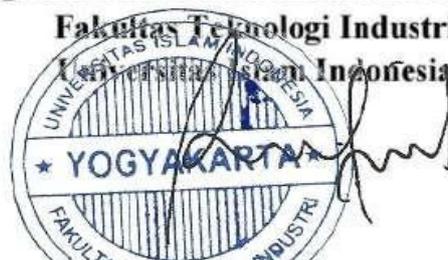


Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Nur Fauzono, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM

NIK 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur Tugas Akhir saya ini persembahkan untuk diri saya sendiri selaku penulis, kedua orang tua penulis yaitu Joko Hartono dan Herna Kismiyati yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis serta adik Pradesta Wirayudha dan rekan-rekan penulis yang sudah membantu dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Tidaklah mungkin bagi Matahari mengejar Bulan dan malam pun tidak dapat mendahului siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya.”

(Yasin: 40)

“...Dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada-Mu, ya Tuhanku”

(Maryam: 4)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil‘alamin, puji syukur penulis berikan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat, nikmat serta hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Sholawat dan salam tak lupa diberikan kepada Nabi besar Muhammad SAW. Penulisan Tugas Akhir merupakan salah satu prasyarat dalam memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia dengan judul “Penerapan Metode *Single Minute Exchange Of Dies* (Smed) Dalam Meminimasi Waktu *Dandori* Proses *Router Bokaki* Kelompok *Soundboard Glue Up* (Studi Kasus : Departemen *Assembly Upright* Piano Pt. Yamaha Indonesia)”.

Selama proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini, penulis senantiasa mendapatkan bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Berdasarkan hal itu melalui kata pengantar ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muchammad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing penulis dalam penulisan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak M. Syahfatahillah dan Mas Ari yang telah memberikan banyak ilmu serta petuah kepada penulis ketika pelaksanaan magang.
5. Kedua Orang Tua dan Saudara penulis yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil kepada penulis selama berkuliah di Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Dinamika dan Bapak Rama Ginanjar selaku *Leader* dan *Foreman Backpost Assy* yang telah membantu penulis melaksanakan *project* dan pengambilan data Tugas Akhir.
7. Kepada kawan-kawan magang Yamaha Indonesia *Batch 16* terima kasih sudah selalu ada, baik suka maupun duka, terima kasih atas hari-harinya, mohon maaf banyak kurangnya semoga dapat bertemu kembali di lain kesempatan.
8. Kepada kawan-kawan penulis yaitu Igun, Anas, Aldi, Arkan, dan Sul-ton yang selalu ada selama penulis menempuh pendidikan sarjana di Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
9. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas segala kebaikannya.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir bermanfaat bagi semua pihak terkhusus kepada peneliti selanjutnya. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dari laporan Tugas Akhir ini , maka dari itu penulis berharap mendapat kritik dan saran yang membangun sebagai perbaikan kepada penulis kedepannya.

Yogyakarta, 28 September 2023

Penulis



Fitriani AdhicaHYA

ABSTRAK

Kelompok kerja *Soundboard Glue UP* pada Departemen *Assembly UP PT. Yamaha Indonesia* terdapat proses *Router Bokaki* yang berfungsi untuk meratakan permukaan *Backpost* dan membuat *rib hole*. Dengan variasi model kabinet yang diproses menyebabkan munculnya waktu *set up*. PT. Yamaha Indonesia memiliki target penurunan waktu standar sebesar 5%. Maka dari itu fokus dari penelitian ini adalah untuk meminimasi waktu *set up* dengan metode *Single Minute Exchange of Dies (SMED)* untuk mendukung target dari PT. Yamaha Indonesia. Penerapan metode SMED diterapkan pada Proses *Router Bokaki*. Hasilnya waktu *set up* sebelum dan sesudah adanya konversi aktivitas internal menjadi eksternal melalui perhitungan tidak langsung adalah untuk proses *Router* dengan model B1, B2, B3, dan P22 secara berurutan adalah dari yang sebelumnya 3,21 menit menjadi 1,21 menit dengan selisih 2 menit, 3,25 menit menjadi 1,24 menit dengan selisih 2,01 menit, 4,65 menit menjadi 2,09 menit dengan selisih 2,56 menit, dan 4,65 menit menjadi 4,37 menit dengan selisih selama 0,28 menit. Sementara untuk proses *Bokaki* didapat waktu sebelum dan sesudah adanya konversi aktivitas pada setiap model secara berurutan B1, B2, B3, dan P22 adalah 1,04 menit menjadi 0,60 menit dengan selisih selama 0,44 menit, 1,66 menit menjadi 1,19 menit dengan selisih selama 0,47 menit, 1,71 menit menjadi 1,30 menit dengan selisih selama 0,41 menit dan 2,11 menit menjadi 1,69 menit dengan selisih selama 0,42 menit. Kontribusi penurunan waktu *set up* terhadap penurunan waktu proses pada target perusahaan adalah sebesar 7,6% untuk model B1, 8% untuk model B2, 5,8% untuk model B3 dan 3,8% untuk model P22. Pendekatan simulasi juga dicoba untuk melihat hasil alternatif perbaikan waktu *set up* yang mana hasilnya proses *Router Bokaki* selesai dua menit lebih cepat untuk model B1 dan B2 *series* setelah adanya perbaikan dengan metode SMED, sementara untuk model B3 dan P22 proses *Router Bokaki* selesai dengan selisih waktu selama 3 menit.

Kata Kunci: Aktivitas internal, Aktivitas eksternal, Metode SMED, Simulasi

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Batasan Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Kajian Induktif	8
2.2. Kajian Deduktif.....	25
2.2.1. Lean Manufacturing/ Toyota Production System	25
2.2.2. 7 Waste	26
2.2.3. Waktu Set Up	28
2.2.4. Quick Changeover	29
2.2.5. Single Minute Exchange of Dies (SMED)	30
2.2.6. Time Study	31
2.2.7. Rating Factor	33
2.2.8. Allowance	38
2.2.9. Uji Kecukupan Data	40
2.2.10. Uji Keseragaman Data	40
2.2.11. Simulasi Diskrit	41
BAB III METODE PENELITIAN.....	42

3.1.	Objek Penelitian	42
3.2.	Jenis dan Metode Pengumpulan Data	42
3.3.	Pengolahan Data.....	43
3.4.	Analisis Data	44
3.5.	Alur Penelitian	45
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		46
4.1.	Pengumpulan Data	46
4.4.1	Sejarah Perusahaan.....	46
4.4.2	Visi dan Misi Perusahaan.....	47
4.4.3	Struktur Perusahaan	47
4.4.4	Produk Perusahaan	49
4.4.5	Layout dan Aliran Produksi Kelompok Soundboard Glue UP	51
4.4.6	Data Frekuensi Setup Mesin	51
4.4.7	Waktu Proses Tiap Model Kabinet (Standard Time).....	52
4.4.8	Waktu Setup Mesin	53
4.4.9	Nilai Rating Factor dan Allowance.....	53
4.2.	Pengolahan Data.....	55
4.4.10	Uji Kecukupan Data.....	55
4.4.11	Uji Keseragaman Data	58
4.4.12	Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal	69
4.4.13	Perubahan Aktivitas Internal Menjadi Eksternal	78
4.4.14	Penyederhanaan Aktivitas Set Up.....	87
4.4.15	Perbandingan Waktu Set Up Sebelum & Sesudah Penerapan SMED..	91
BAB V PEMBAHASAN.....		94
5.1	Penerapan SMED	94
5.5.1	Dokumentasi	94
5.5.2	Klasifikasi Aktivitas Setup Internal & Eksternal	94
5.5.3	Konversi Aktivitas Setup Internal Menjadi Eksternal	94
5.5.4	Hasil Penerapan SMED.....	96
5.2	Simulasi Hasil Usulan Perbaikan	98
BAB VI PENUTUP.....		102
6.1	Kesimpulan	102
6.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....		105
LAMPIRAN		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	13
Tabel 4. 1 Frekuensi <i>set up</i>	52
Tabel 4. 2 Waktu Standar Proses <i>Router</i>	52
Tabel 4. 3 Waktu Standar Proses <i>Bokaki</i>	52
Tabel 4. 4 Waktu <i>Set Up</i> Proses <i>Router</i>	53
Tabel 4. 5 Waktu <i>Set Up</i> Proses <i>Bokaki</i>	53
Tabel 4. 6 <i>Rating Factor</i> Operator <i>Router</i>	53
Tabel 4. 7 <i>Allowance</i> Operator Proses <i>Router</i>	54
Tabel 4. 8 <i>Rating Factor</i> Operator Proses <i>Bokaki</i>	55
Tabel 4. 9 <i>Allowance</i> Operator Proses <i>Bokaki</i>	55
Tabel 4. 10 Hasil Uji Kecukupan Data	56
Tabel 4. 11 Waktu & Elemen Kerja <i>Set Up Router B1 series</i>	69
Tabel 4. 12 Waktu & Elemen Kerja <i>Set Up Router B2 Series</i>	71
Tabel 4. 13 Waktu & Elemen Kerja <i>Set Up Router B3 Series</i>	72
Tabel 4. 14 Waktu <i>Set Up</i> Proses <i>Router P22 Series</i>	73
Tabel 4. 15 Waktu & Elemen Kerja <i>Set Up Bokaki B1 Series</i>	74
Tabel 4. 16 Waktu & Elemen Kerja <i>set up Bokaki B2 series</i>	75
Tabel 4. 17 Waktu & Elemen Kerja <i>set up Bokaki B3 series</i>	75
Tabel 4. 18 Konversi Elemen Kerja <i>set up Router B1 series</i>	78
Tabel 4. 19 Konversi Elemen Kerja <i>set up Router B2 series</i>	79
Tabel 4. 20 Konversi Elemen Kerja <i>set up Router B3 series</i>	80
Tabel 4. 21 Konversi Elemen Kerja <i>set up Router P22 series</i>	82
Tabel 4. 22 Konversi Elemen Kerja <i>set up Bokaki B1 series</i>	83
Tabel 4. 23 Konversi Elemen Kerja <i>set up Bokaki B2 series</i>	84
Tabel 4. 24 Konversi Elemen Kerja <i>set up Bokaki B3 series</i>	85
Tabel 4. 25 Konversi Elemen Kerja <i>set up Bokaki P22 series</i>	85
Tabel 4. 26 Usulan Perbaikan <i>set up</i>	87
Tabel 4. 27 Ide Perbaikan Peletakan Jig <i>Router</i>	87
Tabel 4. 28 Ide Perbaikan Klem Manual	88
Tabel 4. 29 Ide Perbaikan Klem Manual	89
Tabel 4. 30 Ide Perbaikan Klem Manual	89
Tabel 4. 31 Ide Perbaikan <i>air cylinder</i>	90
Tabel 4. 32 Perbandingan Waktu <i>Set Up Router</i> Sebelum & Sesudah Perbaikan.....	91
Tabel 4. 33 Perbandingan Waktu <i>set up Bokaki</i>	92
Tabel 4. 34 Waktu Sebelum & Sesudah Penerapan SMED pada Kelompok <i>Soundboard Glue UP</i>	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Rincian Elemen <i>Work Sampling</i>	4
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	45
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. Yamaha Indonesia.....	48
Gambar 4. 2 <i>Upright Piano PE</i>	50
Gambar 4. 3 <i>Grand Piano PE</i>	50
Gambar 4. 4 <i>Layout Soundboard Glue UP</i>	51
Gambar 5. 1 Simulasi Usulan Model <i>b1 series</i>	98
Gambar 5. 2 Hasil Simulasi Model <i>B2 series</i>	99
Gambar 5. 3 Model Simulasi <i>B3 series</i>	100
Gambar 5. 4 Model Simulasi <i>P22 Series</i>	100

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di zaman sekarang ini banyak memunculkan persaingan usaha yang sangat kompetitif bagi setiap perusahaan. Untuk itu perusahaan wajib untuk mempunyai strategi khusus agar mampu bersaing dalam mempertahankan bisnis mereka di pasar global. Dengan cepatnya aliran pengetahuan dan informasi yang beredar saat ini turut memberikan andil bagi perusahaan dalam merancang strategi guna mempertahankan, memperbaiki dan atau meningkatkan kinerja perusahaan. Perbaikan proses produksi yang efektif dan mampu memberikan nilai tambah bagi perusahaan merupakan salah satu cara agar perusahaan dapat bersaing. Proses produksi yang efektif adalah proses produksi yang didalamnya tidak terdapat aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah atau *waste* seperti waktu *set up*, waktu *idle*, *material handling*, *loading-unloading* dan lain-lain (Wignjosoebroto, 1995).

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur alat musik yaitu piano, secara garis besar terdapat 2 jenis piano yang diproduksi yaitu *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP) serta beberapa model atau tipe dari kedua jenis piano tersebut. Selain piano, PT. Yamaha Indonesia juga memproduksi dan mengekspor *part* piano ke berbagai benua seperti Asia, Amerika, dan Eropa. Dalam usaha untuk mempertahankan mutu dan kinerja perusahaan, PT. Yamaha Indonesia memiliki program Yamaha *Productivity Management* dengan strategi *Kaizen* untuk meningkatkan produktivitas perusahaan, menjamin kualitas produk dan meminimalisir pemborosan dalam lini produksi (Arief Fatkhurrohman, 2016).

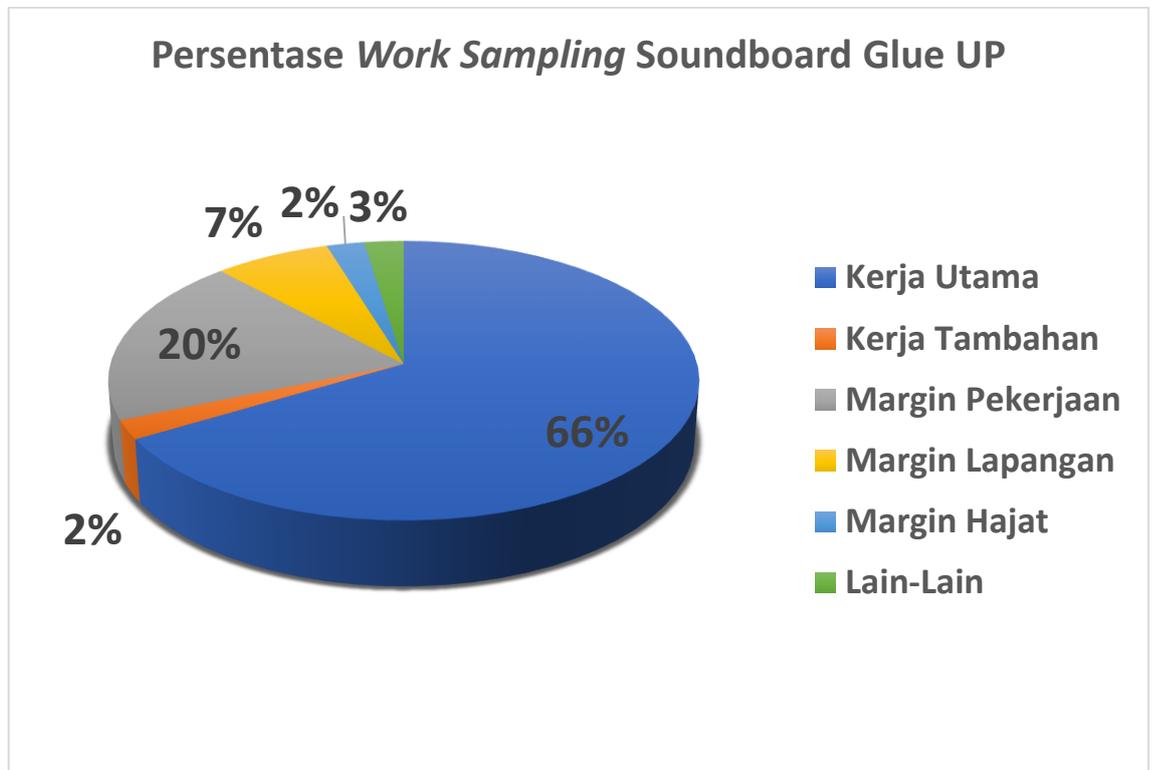
Proses produksi pada PT. Yamaha Indonesia secara garis besar terbagi menjadi 3 departemen, yaitu departemen *Wood Working* yang bertugas mengolah bahan dasar piano menjadi beberapa kabinet atau *parts* untuk diproses lebih lanjut, kemudian departemen *Painting* yang bertugas untuk pengecatan kabinet serta proses *Sanding* dan *Buffing*, selanjutnya departemen terakhir adalah departemen *Assembly* yang dibagi menjadi 2 yaitu *Assembly Upright Piano* dan *Assembly Grand Piano*. Departemen ini bertanggung jawab dalam proses *assembly* beberapa kabinet menjadi satu piano utuh yang siap untuk dikirim kepada konsumen.

Dalam menjawab tantangan kebutuhan pasar fluktuatif di zaman sekarang ini, PT. Yamaha Indonesia dituntut untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan memproduksi piano dengan berbagai model dengan efektif dan efisien. Semakin banyaknya varian produk yang dihasilkan tentunya memunculkan adanya *set up* yaitu penggantian model dari produk yang akan diproses, seperti penggantian jig, penggantian *tools* kerja, *setting* mesin dan lain sebagainya, sementara waktu *set up* sendiri merupakan waktu yang terhitung sejak produk *finish good* terakhir selesai diproduksi hingga produk *finish good* pertama selesai diproduksi. Waktu *set up* ini menjadi krusial lantaran memiliki pengaruh khusus terhadap kelancaran proses suatu produk (Dian F. Hidayat, 2020).

Beragamnya model piano yang diproduksi oleh PT. Yamaha Indonesia, contohnya model U1J, JX113, b121, M3, P22, B1 PE dan lain-lain otomatis membuat adanya waktu Dandori atau waktu *Set up* (Refdilzon Yasra, 2021) terkhusus pada *Section Soundboard Glue UP* PT. Yamaha Indonesia, contoh waktu *set up* pada *section* tersebut adalah model U1J ke model B3 misalnya. Berdasarkan observasi awal oleh peneliti di lapangan, ditemukan tidak teraturannya urutan proses model *backpost* yang akan diproduksi setelah proses *Moulder Backpost* yaitu proses *Router Bokaki* yang mana sebelum memulai proses *Router Bokaki* terdapat aktivitas *set up*. Adanya aktivitas *set up* tersebut berefek kepada ditemukannya waktu *set up* yang berulang-ulang. Lebih lanjut total waktu *set up* untuk tipe B3, B2 dan B1 *series* adalah masing-masing selama 4,89 menit dengan rincian 3,50 menit total waktu *set up* proses *Router Crown* dan 1,39 menit untuk total waktu *set up* proses Bokaki, untuk tipe B2 *series* adalah 3,83 menit dengan rincian 2,51 menit waktu *set up Router* dan 1,32 menit waktu *set up Bokaki* dan untuk B1 *series* adalah 3,34 menit dengan rincian 2,42 menit untuk waktu *set up Router* dan 0,92 menit untuk waktu *set up Bokaki*. Sebagai contoh dalam satu hari frekuensi *set up* untuk model B3 *series* dapat mencapai 44 kali, jika dikalikan dengan total waktu *set up* maka total waktu *set up* dalam satu hari dapat mencapai 191,4 menit atau 3,19 jam. Untuk tipe lainnya seperti B2 *series* rincian waktu *set up*-nya adalah 3,83 menit dengan rincian 2,51 menit *set up Router Crown* dan 1,32 menit untuk *set up Bokaki*. Sementara perusahaan memiliki target untuk menurunkan waktu proses keseluruhan pada kelompok *Soundboard Glue UP* sebesar 5%.

Melalui pengamatan *work sampling* oleh peneliti selama dua hari pada tanggal 20-21 Maret 2023, terdapat elemen kerja saat aktivitas *set up* berlangsung yang tergolong

margin atau kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah contoh elemen kerja tersebut adalah memindahkan *backpost* dari meja *router* ke meja *bokaki* dan membersihkan meja *router* sebelum proses *router* dimulai. Adapun rincian visualisasi data *work sampling* sebagai berikut:



Grafik 1.1 Persentase *Work Sampling*

Elemen	Proses	Before
Kerja Tambahan	Repair	1%
	Membuat Lem	1%
Margin Kerja	Taruh barang ke proses berikutnya	4%
	Ambil Soundboard	3%
	Ambil Backpost	3%
Margin Lapangan	Membersihkan area kerja	4%
	Komunikasi antar pekerja	2%
	Persiapan kerja	1%
Keperluan Pribadi	Toilet	1%
	Membersihkan badan	1%
	Minum	1%
Lain-Lain	Menunggu material	2%
	Tidak ada di tempat	1%

Gambar 1.1 Rincian Elemen *Work Sampling*

Dari visualisasi dan rincian elemen pekerjaan melalui *tools work sampling* diketahui persentase kerja utama sebesar 66% dan *margin* kerja sebesar 34%. Dimana untuk *margin* pekerjaan dan *margin* lapangan menyumbang persentase terbesar terhadap 34% dari margin kerja yang ada dengan persentase 4% untuk kedua *margin* tersebut. Tingginya waktu *set up* menjadi salah satu jenis *waste* atau pemborosan yang harus dihilangkan dari kelompok atau *section Sounboard Glue UP* karena tidak mendatangkan keuntungan serta menyebabkan proses produksi yang tidak efisien (Dian F. Hidayat, 2020).

Salah satu pendekatan yang cocok untuk meminimasi waktu *set up* pada sebuah proses produksi adalah dengan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED). Pendekatan ini diperkenalkan pertama kali oleh salah satu *founder Toyota Production System* yaitu Shigeo Shingo pada tahun 1960 di Jepang. Metode SMED merupakan salah satu *tools* pada *Lean Manufacturing* yang berfokus kepada minimasi *waste* waktu *set up* yaitu pergantian dari satu jenis tipe produk ke tipe yang lainnya. Secara singkat penerapan metode SMED ini dalam meminimasi waktu *set up* pada suatu proses adalah dengan

memisahkan antara kegiatan internal dengan kegiatan eksternal. Kegiatan internal merupakan kegiatan yang dilakukan ketika mesin berada dalam kondisi mati, sebaliknya kegiatan eksternal adalah kegiatan yang dapat dilakukan saat mesin beroperasi (Rivan Saputra, 2016). Metode SMED merupakan metode yang tidak asing dalam menyelesaikan permasalahan waktu *set up* dari berbagai industri. Penelitian oleh (Ahmad Mulyana, 2017), penelitian tersebut berhasil mereduksi waktu *set up* produksi panel telekomunikasi sebesar 75,59% dari yang sebelumnya selama 44,90 jam menjadi 10,96 jam. Kemudian penelitian dengan metode sejenis pada industri yang bergerak di bidang farmasi oleh (Setiawan, 2023) dari penerapan metode SMED pada penelitian tersebut menghasilkan penurunan waktu *set up* sebesar 19,22% dengan waktu *set up* awal selama 80,91 menit menjadi 65,36 menit. Penelitian oleh (M. Malindzakova, 2021) berhasil meminimasi waktu *set up* sebanyak 30% atau selama 76 menit dan menghemat biaya sebesar 2000 Euro setiap *set up* berlangsung pada industri produk kebersihan. Selanjutnya penelitian mengenai penerapan SMED pada industri pertanian oleh (Murilo Augusto Silva Ribeiro, 2022) hasilnya melalui metode SMED tersebut waktu *set up* turun sebesar 58%, pengurangan jarak yang ditempuh oleh operator ketika bekerja sebesar 50% dan adanya peningkatan kapasitas produksi sebesar 14%.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan sebelumnya, fokus dari penelitian ini adalah meminimasi waktu *set up* sebagai salah satu perbaikan dalam mendukung target dari perusahaan. Salah satu cara dalam meminimasi waktu *set up* adalah mengeliminasi elemen kerja saat proses *set up* berlangsung. Lebih jauh lagi, metode SMED dianggap sebagai salah satu pendekatan yang tepat dalam meminimasi waktu *set up* dari suatu proses atau pun mesin. Pendekatan SMED juga terbukti mampu dalam mengatasi permasalahan mengenai penentuan *man power*, memperlancar proses produksi, meminimasi biaya yang muncul pada proses produksi dan yang pasti dapat meminimalisir kesalahan dalam melakukan *set up* (Ary Arvianto, 2011).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas, rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dimana aktivitas yang menyebabkan tingginya waktu *set up* proses *Router & Bokaki*?
2. Berapa selisih penurunan dan persentase waktu *set up* sesuai dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan?
3. Bagaimana hasil perbaikan melalui metode SMED untuk meminimasi waktu *set up* proses *Router & Bokaki* melalui pendekatan simulasi?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan rumusan masalah dari subbab sebelumnya, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dimana aktivitas yang menyebabkan tingginya waktu *set up* proses *Router & Bokaki*.
2. Mengetahui selisih penurunan dan persentase waktu *set up* sesuai dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan.
3. Mengetahui hasil simulasi waktu *set up* yang terbaru berdasarkan rekomendasi yang telah diusulkan.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Usulan yang diberikan dapat diterapkan sebagai perbaikan waktu *set up* proses *Router & Bokaki* Kelompok *Soundboard Glue UP* PT. Yamaha Indonesia untuk memperlancar proses produksi.
2. Peneliti memperoleh pengetahuan dan pengalaman melalui penelitian yang berdasarkan studi kasus nyata pada dunia industri.
3. Hasil dari penelitian dapat digunakan untuk menambah referensi pada bidang penelitian yang sejenis.

1.5. Batasan Penelitian

Adapun batasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Penelitian dilakukan pada kelompok *Soundboard Glue UP Factory 4*, PT. Yamaha Indonesia.
2. Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 2 Maret 2023 - 31 Agustus 2023.
3. Penelitian hanya dilakukan sampai tahap analisis secara teoritis saja, tidak sampai tahap penerapan.
4. Pembuatan model simulasi hanya berfokus kepada waktu *set up* proses *Router Bokaki* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED saja, tidak mempertimbangkan tata letak dan ongkos *material handling* (OMH).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kajian Induktif

Kajian induktif berisi teori-teori yang dibahas pada penelitian ini untuk membandingkan dan juga menjadi perbaikan bagi penelitian yang telah ada sebelumnya. Adapun penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan oleh (Monteiro, et al., 2019) yang berjudul “*Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED*”. Penelitian tersebut membahas tentang peningkatan produktivitas serta eliminasi *waste* pada sektor permesinan pada sebuah industri logam. Metode yang digunakan pada penelitian tersebut adalah *Value Stream Mapping* untuk melihat alur proses pada sektor permesinan perusahaan dan juga metode *Single Minute Exchange of Dies* untuk meminimasi waktu *set up* yang muncul pada sektor tersebut. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah melalui metode *Single Minute Exchange of Dies* diperoleh penurunan waktu *set up* sebesar 40% pada mesin *milling* vertikal dan 57% pada mesin *milling* horizontal.

Penelitian oleh (Yazici, Gokler, & Boran, 2021) dengan judul “*An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time*” penelitian ini dilakukan berdasarkan target oleh perusahaan untuk meminimasi waktu *set up* akibat dari banyaknya model produk yang diproduksi dalam lini produksi pulpen menggunakan integrasi metode tradisional *Single Minute Exchange of Dies (SMED)* dengan metode *Fuzzy Failure Modes Effects and analysis (fuzzy-FMEA)*. Metode *Fuzzy-FMEA* digunakan untuk mencegah adanya penyimpangan yang menyebabkan tingginya waktu *set up* saat proses *set up* berlangsung. Dari hasil penelitian tersebut didapat sebuah lembar kerja baru ketika *set up* berlangsung pada proses mencetak plastik menggunakan mesin injeksi. Waktu *set up* proses mencetak plastik yang sebelumnya selama 71,32 menit menjadi 36,97 menit dengan peningkatan pencapaian sebesar 48%.

Penelitian oleh (Pinto, et al., 2019) dengan judul penelitian “*Continuous Improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools*” dimana pada penelitian tersebut menerapkan indikator performa pemeliharaan produksi MTBF, MTTR, OEE dan juga *tools lean manufacturing* yaitu *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) dan 5S untuk meningkatkan performa dari perusahaan otomotif. Metode SMED dan 5S diterapkan dikarenakan waktu *set up* yang tinggi menjadi permasalahan utama dari perusahaan otomotif tersebut. Dari hasil perbaikan berupa pengaturan *jig* dan komponen lainnya menyebabkan pengurangan waktu *set up* eksternal sebesar 11%. Melalui pengurangan waktu *set up* tersebut, nilai performa OEE perusahaan meningkat menjadi sebesar 90,22%. Tidak hanya perbaikan waktu *set up*, penelitian tersebut juga memperbaiki alur dari informasi dan prosedur perusahaan.

Penelitian oleh (Azim, Hamja, & Hasle, 2023) dengan judul “*Reduction of changeover time through SMED with RACI integration in garment factories*” pada penelitian tersebut bertujuan untuk menerapkan metode *Single Minute Exchange of Dies* dalam meminimasi waktu *set up* sebuah perusahaan garmen pada negara berkembang. Metode SMED diintegrasikan dengan metrik *responsible, accountable, consulted, informed* (RACI) sebagai tindakan perbaikan Penerapan metode SMED menunjukkan adanya pengurangan waktu *set up* sebesar 50% hingga 64% yang diukur dengan dua kondisi yaitu ketika waktu produksi berjalan secara normal dan waktu produksi besar-besaran. Namun penerapan metode SMED tersebut dapat bergantung dengan keberhasilan tindakan nyata berdasarkan metrik RACI yaitu pembagian kerja ketika *set up* dan integrasi dengan alur produksi sebelum dan sesudah penerapan SMED.

Penelitian oleh (Suryaprakash, Prabha, Yuvaraja, & Revanth, 2021) dengan judul “*Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm*” penelitian tersebut bertujuan untuk memperbaiki tingginya waktu *set up* pada sebuah perusahaan manufaktur, tingginya waktu *set up* tersebut membuat ketersediaan mesin menurun dan juga nilai dari *overall equipment effectiveness* perusahaan juga menurun.

Dari penerapan metode SMED yang semula waktu *set up* pada perusahaan adalah 90 menit, dengan penyederhaan waktu *set up* dan penerapan 5S, waktu *set up* berkurang menjadi 30 menit saja pada proses *set up* CNC mesin *milling*. Dari pengurangan waktu *set up* ini persentase ketersediaan mesin meningkat menjadi 3% yang semula adalah 74,79% menjadi 77,79% otomatis persentase OEE dari perusahaan juga meningkat menjadi 60,15% dari yang awalnya sebesar 54,09%. Hasil dari penerapan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) dan *Single*

Minute Exchange of Dies (SMED) membuat produktivitas dan kualitas dari perusahaan turut meningkat.

Penelitian oleh (Maalouf & Zaduminska, 2019) dengan judul penelitian “*A Case Study of VSM and SMED In the Food Processing Industry*” dalam penelitian tersebut membahas mengenai penerapan dua *tools lean manufacturing* yaitu *Value Stream Mapping* (VSM) dan *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk menjawab permasalahan dalam industri makanan yaitu tingginya waktu *set up*, umur barang yang tergolong pendek, variasi produk yang heterogen, dan permesinan yang kompleks dan tidak fleksibel. Hasilnya melalui penerapan dua metode tersebut dapat meminimasi *waste* yang ada berupa waktu *set up* menjadi 34%, tidak hanya itu produktivitas lini produksi 1 perusahaan juga meningkat menjadi 11%. Perbaikan ini juga berhasil mencapai target produksi perusahaan yaitu menambah jam kerja ketika permintaan produksi sedang tinggi alih-alih memakai tenaga kerja kontrak. Penelitian ini juga membuktikan penggunaan metode yang tepat sesuai dengan permasalahan perusahaan dapat membuahkan perbaikan yang besar.

Penelitian oleh (Halim, et al., 2020) dengan judul penelitian “*Single Minute Exchange of Dies (SMED) in 200-Tonne Stamping Machine – A Case Study*” dalam penelitian tersebut membahas mengenai implementasi dari salah satu *tools lean manufacturing* yaitu *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk memperbaiki waktu *set up* dari 200-ton mesin pengecap pada sistem produksi komponen otomotif. Dengan penetapan ulang proses *set up* dan perbaikan *kaizen* untuk mengeliminasi *waste* yang muncul ketika *set up*, waktu *set up* berkurang menjadi 60,7% yang sebelumnya adalah 1708 detik menjadi hanya 666 detik saja, hal ini juga berdampak terhadap peningkatan kapasitas mesin, produktivitas dan penurunan biaya produksi.

(Ribeiro, et al., 2019) melakukan penelitian dengan judul “*Application of the single-minute exchange of die system to the CNC sector of a shoe mold company*” tujuan penelitian tersebut adalah untuk mengevaluasi kuantitatif mengenai penerapan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) pada perusahaan sepatu. Tanpa investasi besar-besaran dan penerapan metode SMED serta penyederhanaan metode kerja, didapat keuntungan yang besar diantaranya pengurangan waktu *set up* sebesar 60% dengan rata-rata waktu *set up* selama 7 menit dan adanya peningkatan kapasitas produksi sebesar 3%. Melalui pengurangan waktu *set up* ini sama dengan penghematan biaya produksi sekitar R\$ 680,00 per bulan untuk tiap mesin, itu artinya perusahaan dapat menghemat biaya tahunan sekitar R\$ 40.000,00 dengan investasi untuk

penerapan metode SMED sebesar R\$ 1.725,23 saja dengan rincian untuk modifikasi *jig* dan pelatihan operator.

(Agung & Hasbullah, 2019) melakukan penelitian yang berjudul “*Reducing the product changeover time using SMED & 5S methods in the injection molding industry*” penelitian tersebut membahas mengenai penerapan *tools lean manufacturing* yaitu *Single Minute Exchange of Dies* dalam meminimasi waktu *set up* pada perusahaan plastik agar dapat bertahan dari perusahaan kompetitor dan memenuhi permintaan konsumen. Metode SMED dipilih karena pada perusahaan tersebut belum terdapat pengukuran waktu saat proses *set up*, dari hasil perbaikan dengan metode SMED dan didukung dengan konsep 5S waktu *set up* berhasil berkurang sebesar 18% dengan waktu rata-rata selama 44 menit diikuti oleh pengurangan aktivitas ketika *set up* berkurang sebesar 38% dengan jumlah rata-rata aktivitas adalah 8 aktivitas. Pengurangan waktu *set up* yang paling signifikan terdapat pada kategori mesin D dengan penurunan sebesar 24%.

Penelitian yang berjudul “*Setup time reduction with SMED in a corrugated box plant*” oleh (Keyser, Severin, & Geiger, 2022) tentang penerapan metode SMED dalam mereduksi waktu *set up* pada mesin pemotong rotari pada perusahaan kardus. Dengan perbaikan SMED yang dibantu oleh analisis sebab akibat berhasil mengkonversi 9 aktivitas internal menjadi eksternal diikuti penurunan waktu *set up* menjadi 32 menit yang semula adalah 55 menit. Didapat persentase ketercapaian dengan perbaikan SMED sebesar 42%.

Selanjutnya penelitian yang berjudul “*SMED as an indispensable part of lean manufacturing in the small and medium enterprises*” oleh (Nikolic, Dasic, & Dapan, 2022) pada penelitian tersebut membahas mengenai penerapan metode *lean manufacturing* yaitu *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) dalam meminimasi waktu yang hilang akibat adanya proses *set up* pada usaha mikro kecil menengah, tak hanya SMED metode *Overall Equipment Effectiveness* juga dihitung untuk sebelum dan sesudah penerapan SMED. Hasilnya didapat beberapa peningkatan yang signifikan bagi usaha mikro tersebut diantaranya waktu *set up* mesin berkurang menjadi 34 menit dari 50 menit, produktivitas meningkat diikuti peningkatan nilai OEE sebesar 2,83% yang semula adalah 68,10% menjadi 70,93%.

Penelitian oleh (Bukhsh, et al., 2021) tentang “*Productivity Improvement in Textile Industry using Lean Manufacturing Practices of 5S & Single Minute Die Exchange (SMED)*” tujuan pada penelitian tersebut adalah meningkatkan produktivitas perusahaan tekstil melalui perbaikan waktu *set up* pada mesin percetakan dengan metode *Single Minute Exchange of Dies*

(SMED) serta penyederhanaan metode kerja dengan metode 5S. Melalui perbaikan dengan metode SMED didapat waktu *set up* yang terbaru adalah 117 menit yang sebelumnya adalah selama 142 menit. Sementara salah satu perbaikan dengan metode 5S adalah memperbaiki pengaturan barang-barang secara berkala yang sebelumnya belum terdapat standar dalam peletakan barang.

Selanjutnya penelitian oleh (Santos, et al., 2022) tentang “*Applying the SMED Methodology to Tire Calibration Procedures*” penelitian tersebut membahas mengenai peningkatan kegiatan perawatan mesin produksi ban melalui perbaikan waktu kalibrasi mesin menggunakan metode *Single Minute Exchange of Dies*, yang mana metode tersebut identik diterapkan pada reduksi waktu *set up*. Hasilnya melalui penerapan metode SMED yang dibantu dengan analisa 5S berhasil mereduksi waktu proseduk kalibrasi mesin menurun sebanyak 31% yang semula adalah selama 1065 menit menjadi 730 menit saja diikuti dengan penambahan aktivitas eksternal menjadi 17% yang artinya kegiatan *set up* dapat dilakukan ketika mesin berjalan. Perlu pemahaman mendalam mengenai 5S bagi semua pihak agar perbaikan dapat terus berjalan, salah satu contohnya adalah operator harus mengetahui alat apa yang akan digunakan dan bagaimana melakukannya agar tidak membuang-buang waktu dalam mencari alat.

Penelitian oleh (Kusrini & Parmasari, 2020) dengan topik mengenai “*Productivity Improvement for Unit Terminal Container Using Lean Supply Chain Management and Single Minute Exchange of Dies (SMED): A Case Study at Semarang Port in Indonesia*” yang mana penelitian tersebut membahas tentang peningkatan produktivitas pada Unit Terminal Petikemas di Semarang, Indonesia menggunakan *tools* seperti *Value Stream Mapping*, (VSM), *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), dan 5S. Diketahui *waste* yang paling tinggi berdasarkan penilaian VSM adalah gerakan yang tidak perlu dan kegiatan pengiriman dokumen dengan persentase sebesar 18,57% dan 18,15%, sementara berdasarkan perbaikan dengan metode SMED dan 5S didapat penurunan waktu *set up* pada proses pelayanan, didapat penurunan sebesar 57,33% yang awalnya adalah 215 menit menjadi 12.900 detik, efisiensi dari proses pengadaan barang juga meningkat dari 60,81% menjadi 70,20%.

Selanjutnya penelitian oleh (Runtuk & Sembiring, 2021) dengan judul “*Set Up Time Reduction Using Single Minute Exchange of Dies (SMED) and 5S: A Case Study*” pada penelitian tersebut membahas mengenai penerapan metode SMED dalam meminimasi pemborosan pada departemen *filling* yang mana pemborosan dalam departemen tersebut adalah

penghentian mesin secara terencana yang di dalamnya termasuk waktu *set up*, yang kemudian dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk melihat produktivitas mesin *filling* sebelum dan sesudah perbaikan. Hasilnya melalui perbaikan metode SMED dan 5S didapati penurunan waktu *set up* sebesar 24 menit yang semula adalah 34 menit menjadi 10 menit kemudian diikuti kenaikan nilai OEE dari bulan April sampai ke bulan Juni yaitu 76% menjadi 78% , kenaikan nilai OEE ini didasari dari adanya pengurangan waktu *set up* dengan metode SMED dan 5S.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1.	<i>Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using the Lean Tool SMED</i>	(Monteiro, et al., 2019)	2019	SMED	Hasil penelitian menggunakan metode SMED pada sebuah industri logam menunjukkan adanya penurunan waktu <i>set up</i> sebesar 40% pada mesin <i>milling</i> vertikal dan 57% pada mesin <i>milling</i> horizontal.
2	<i>An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time</i>	(Yazici, Gokler, & Boran, 2021)	2021	Fuzzy-FMEA & SMED	Metode Fuzzy-FMEA digunakan untuk mencegah

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
3.	<i>Continous Improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools</i>	(Pinto, et al., 2019)	2019	MTBF, MTTR, OEE, 5S, & SMED	<p>adanya penyimpangan dalam analisis mengenai lamanya waktu <i>set up</i> , sementara hasil perbaikan dengan metode SMED didapat penurunan waktu <i>set up</i> pada mesin injeksi sebesar 48% dengan waktu <i>set up</i> awal selama 71,32 menit menjadi 36,97</p> <p>Dari hasil perbaikan penataan jig dan komponen lainnya ketika <i>set up</i> berlangsung dengan metode SMED dan 5S didapat penurunan</p>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
4.	<i>Reduction of changeover time through SMED with RACI integration in garment factories</i>	(Azim, Hamja, & Hasle, 2023)	2023	SMED & RACI	<p>waktu <i>set up</i> sebesar 11% diikuti dengan kenaikan nilai OEE perusahaan sebesar 90,22%</p> <p>Didapat penurunan waktu <i>set up</i> setelah adanya perbaikan dengan metode SMED dan metrik RACI adalah sebesar 50%-64%, namun tindakan ini bergantung dengan salah satu metrik RACI yaitu pengaturan kerja ketika <i>set up</i> serta integrasi alur produksi</p>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
5.	<i>Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm</i>	(Suryaprakash, Prabha, Yuvaraja, & Revanth, 2021)	2021	TPM, SMED, 5S	<p>sebelum dan sesudah <i>set up</i>. Hasil perbaikan dengan metode SMED dan 5S didapat penurunan waktu <i>set up</i> sebesar 60 menit dengan waktu <i>set up</i> sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan adalah 90 dan 30 menit. Kemudian nilai ketersediaan mesin meningkat sebesar 3% dari 74,79% menjadi 77,79% dan nilai OEE perusahaan</p>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
6.	<i>A Case Study of VSM and SMED In the Food Processing Industry</i>	(Maalouf & Zaduminska, 2019)	2019	VSM, SMED	menjadi 60,15%. Hasil penelitian menunjukkan melalui penerapan dua metode VSM dan SMED didapat pengurangan <i>waste</i> waktu <i>set up</i> sebesar 34%, kemudian produktivitas pada lini produksi 1 perusahaan juga meningkat 11%. Target perusahaan lainnya pun juga tercapai yaitu menambah jam kerya karyawan ketika

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
7.	<i>Single Minute Exchange of Dies (SMED) in 200-Tonne Stamping Machine – A Case Study</i>	(Halim, et al., 2020)	2020	SMED	produksi sedang tinggi. Hasil perbaikan dengan metode SMED dan pendekatan <i>Kaizen</i> didapat waktu <i>set up</i> berkurang dari yang awalnya 1708 detik menjadi 666 detik saja atau secara persentase sebesar 60,7%. Tak hanya waktu <i>set up</i> peningkatan kapasitas, produktivitas serta penurunan biaya produksi pun dapat tercapai juga.
8.	<i>Application of the single-minute exchange of die</i>	(Ribeiro, et al., 2019)	2019	SMED	Melalui penerapan metode SMED

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
	<i>system to the CNC sector of a shoe mold company</i>				didapat keuntungan berupa pengurangan waktu <i>set up</i> sebesar 60% dengan rata-rata waktu <i>set up</i> menjadi 7 menit diikuti dengan adanya peningkatan kapasitas produksi sebesar 3% dan biaya penghematan biaya produksi sekitar R\$ 680,00 per bulan.
9.	<i>Reducing the product changeover time using SMED & 5S methods in the injection molding industry</i>	(Agung & Hasbullah, 2019)	2019	SMED & 5S	Setelah adanya perbaikan melalui minimasi waktu <i>set up</i> menggunakan metode SMED dan 5S didapat penurunan

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
10.	<i>Setup time reduction with SMED in a corrugated box plant</i>	(Keyser, Severin, & Geiger, 2022)	2022	SMED, <i>Root Cause Analysis</i>	<p>sebesar 18% dengan rata-rata waktu yang terbaru adalah menjadi 44 menit dan adanya pengurangan aktivitas sebanyak 8 aktivitas atau sebesar 38%</p> <p>Sebanyak 9 aktivitas internal berhasil dikonversi menjadi aktivitas eksternal dengan metode SMED, kemudian penurunan waktu <i>set up</i> yang awalnya selama 55 menit menjadi hanya 32 menit saja.</p>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
11.	<i>SMED as an indispensable part of lean manufacturing in the small and medium enterprises</i>	(Nikolic, Dasic, & Dapan, 2022)	2022	SMED & OEE	Penurunan ini sebesar 42%. Hasil perbaikan waktu <i>set up</i> pada usaha mikro kecil menengah dengan metode SMED didapat penurunan waktu <i>set up</i> menjadi 34 menit dari yang awalnya selama 50 menit. Nilai OEE dan produktivitas UMKM tersebut juga meningkat menjadi 2,83% yang awalnya adalah 68,10% menjadi 70,93%.
12.	<i>Productivity Improvement in Textile Industry</i>	(Bukhsh, et al., 2021)	2021	SMED & 5S	Melalui penataan area kerja pada lini

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
	<i>using Lean Manufacturing Practices of 5S & Single Minute Die Exchange (SMED)</i>				produksi perusahaan tekstil dan perbaikan waktu <i>set up</i> menggunakan metode SMED didapat perubahan waktu <i>set up</i> menjadi 117 menit dari yang sebelumnya adalah selama 142 menit.
13	<i>Applying the SMED Methodology to Tire Calibration Procedures</i>	(Santos, et al., 2022)	2022	SMED, 5S	Hasil penelitian menunjukkan penerapan metode 5S dan SMED berhasil mereduksi waktu <i>set up</i> kalibrasi mesin sebesar 31% yang semula adalah selama 1065 menit

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
14	<i>Productivity Improvement for Unit Terminal Container Using Lean Supply Chain Management and Single Minute Exchange of Dies (SMED): A Case Study at Semarang Port in Indonesia</i>	(Kusrini & Parmasari, 2020)	2020	VSM, 5S, SMED	menjadi 730 menit. Selain itu sebanyak 17% aktivitas eksternal menjadi bertambah Hasil penilaian <i>waste</i> dengan metode VSM didapat <i>waste</i> berupa gerakan yang tidak perlu dan transportasi dokumen sebanyak 18,57% dan 18,15%. Sementara metode SMED berhasil menurunkan waktu <i>set up</i> pada proses pelayanan sebesar 57,33% yang awalnya selama 215

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
15	<i>Set Up Time Reduction Using Single Minute Exchange of Dies (SMED) and 5S: A Case Study</i>	(Runtuk & Sembiring, 2021)	2021	SMED, 5S	<p>menit menjadi 12.900 detik, kemudian diikuti dengan efisiensi dari proses pengadaan barang 60,81% menjadi 70,20%. Dengan perbaikan menggunakan metode SMED dan 5S didapati penurunan waktu <i>set up</i> selama 24 menit yang awalnya sebesar 34 menit menjadi hanya 10 menit saja, hal ini diikuti dengan kenaikan nilai OEE dari bulan April</p>

No	Judul	Penulis	Tahun	Metode	Hasil Penelitian
					sampai ke bulan Juni dari 76% menjadi 78%.

2.2. Kajian Deduktif

Landasan teori berisikan tentang istilah, teori atau formula yang terkait dengan topik penelitian. Landasan teori disusun dengan bersumber pada jurnal bereputasi dan/atau buku.

2.2.1. *Lean Manufacturing/ Toyota Production System*

Konsep dari *lean manufacturing* pertama kali diperkenalkan di Jepang oleh perusahaan Toyota dengan nama *Toyota Production System*. Penerapan konsep *lean manufacturing* adalah untuk meningkatkan kualitas sistem produksi dengan cara mengeliminasi pemborosan-pemborosan yang muncul serta turut membantu dalam meningkatkan kepuasan kerja karyawan (Gupta & Jain, 2013). Pemborosan disini diartikan sebagai segala sesuatu yang tidak memberikan nilai tambah kepada sebuah sistem produksi atau bisa juga sebuah produk. Dengan bantuan analisis dari matriks SWOT (*strength, weakness, opportunity, threats*) penggunaan *tools lean* dapat membantu menghilangkan pemborosan yang muncul dalam suatu sistem seperti mengurangi produk cacat, penyimpanan berlebih, pengurangan *lead time* dan lain-lain (Upadhye, Deshmukh, & Garg, 2010).

Sistem *lean* digambarkan sebagai dua pilar yang pertama adalah *jidoka* dan yang kedua adalah sistem *just-in-time*. Kedua pilar tersebut menggambarkan tujuan utama dari konsep *lean* yaitu untuk memproduksi dalam kualitas yang tinggi dengan biaya yang seminimal mungkin sembari menghilangkan pemborosan yang ada (Dennis, 2007). Adapun langkah-langkah dalam penerapan konsep *lean* adalah sebagai berikut (Gupta & Jain, 2013):

1. Menelusuri pemborosan yang muncul dalam suatu sistem produksi. Penting bagi sebuah perusahaan untuk mengetahui bahwa mereka mempunyai banyak sekali pemborosan yang muncul dalam sebuah sistem produksi, baik itu yang terlihat atau pun tak terlihat. Dengan mengetahui pemborosan apa saja yang muncul maka akan lebih mudah untuk menetapkan tujuan serta langkah perbaikan yang akan dilakukan.

2. Terdapat banyak jenis pemborosan yang muncul dalam sebuah perusahaan. Perusahaan juga perlu mengetahui jenis pemborosan apa yang muncul serta penyebab dari adanya pemborosan tersebut. Terdapat banyak *tools* dari konsep *lean* yang dapat menyelesaikan permasalahan sesuai dengan jenis pemborosan yang muncul dalam sistem produksi perusahaan.
3. Langkah selanjutnya adalah mencari solusi dari akar masalah penyebab pemborosan tersebut. Konsep *lean* dalam menyelesaikan permasalahan yang ada adalah dengan mengidentifikasi akar dari penyebab suatu pemborosan yang muncul serta efeknya kepada keseluruhan sistem produksi.
4. Langkah terakhir dalam implementasi konsep *lean* adalah mencari solusi dari permasalahan yang muncul kemudian menguji coba dahulu solusi tersebut. Setelah solusi yang diuji coba berhasil, maka selanjutnya adalah menerapkan solusi tersebut sekaligus melakukan pemantauan secara terus menerus karena implementasi dari solusi yang sudah ada membutuhkan waktu yang lama.

2.2.2. 7 Waste

Menurut (Liker, 2020) dalam bukunya yang berjudul “*The Toyota Way*” Toyota mengkategorikan tujuh jenis aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah atau pemborosan pada sistem produksi manufaktur. Pemborosan ini merupakan salah satu hambatan dalam menerapkan sistem *one-piece flow* yang berarti aliran produksi tanpa henti dalam implementasi *Toyota Production System*. Adapun tujuh jenis pemborosan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Overproduction*

Overproduction artinya memproduksi produk melebihi jumlah yang sudah ditentukan sebelumnya atau tidak sesuai dengan permintaan konsumen, yang mana hal ini menyebabkan adanya penyimpanan dan jumlah pekerja yang berlebih, hal ini pun berefek kepada pengeluaran biaya perusahaan karena harus membayar biaya simpan, kirim dan pekerja yang jumlahnya berlebihan.

2. *Waiting*

Waiting merupakan seluruh kegiatan yang terhitung ketika proses produksi berhenti contohnya seperti waktu menunggu barang, waktu menunggu mesin menyala, atau bahkan menunggu adanya arahan untuk memproduksi barang yang akan dikirim ke konsumen. Penyebab adanya *waiting* ini adalah salah satunya waktu *set up* yang lama.

3. *Overprocessing*

Overprocessing berarti adanya proses yang tidak perlu atau proses yang keliru dalam memproduksi sebuah produk sehingga perlu mengulang hingga beberapa kali dalam memproses produk. Hal ini disebabkan adanya gerakan yang tidak perlu dan cacat pada produk. Pemborosan *overprocessing* juga timbul ketika memproduksi banyak barang melebihi yang diperlukan.

4. *Unnecessary transport*

Unnecessary transport artinya mengirim barang dengan jarak yang panjang serta mengirim barang-barang yang sebenarnya tidak diperlukan, hal ini menyebabkan pemborosan yang tidak menambah nilai tambah pada sistem produksi. Pemborosan ini disebabkan oleh adanya aliran dalam tata letak yang kurang tertata dengan rapi, koordinasi antar departemen yang kacau, serta jarak antar departemen yang saling berjauhan. Tentunya ini berakibat kepada munculnya biaya penyimpanan serta lamanya waktu produksi.

5. *Excess Inventory*

Excess Inventory artinya adanya jumlah yang berlebih pada bahan baku, produk yang sedang diproses, maupun barang yang sudah jadi, hal ini menyebabkan tingginya waktu dalam menyelesaikan satu jenis produk, keterlambatan dalam pengiriman, produk menjadi cacat, dan adanya biaya simpan. Pemborosan jenis ini disebabkan antara lain oleh adanya produksi yang berlebih, ukuran *lot* yang besar, waktu *set up* serta proses *set up* yang lama.

6. *Unnecessary Movement*

Unnecessary Movement berarti adanya gerakan-gerakan yang tidak perlu oleh operator ketika melakukan pekerjaannya, contohnya seperti mencari-cari peralatan, mengambil barang, memeriksa barang dan lain sebagainya. Pemborosan ini diakibatkan oleh belum tertatanya area kerja yang ada serta metode kerja yang belum memiliki standar yang sudah ditetapkan sebelumnya.

7. *Defects*

Defects atau yang biasa disebut dengan produk cacat adalah produk yang dinilai kurang memenuhi standar yang sudah ditentukan sehingga produk harus dilakukan perbaikan. Hal ini menyebabkan adanya pemborosan waktu dan juga *handling*. Produk cacat ini disebabkan oleh banyak hal diantaranya proses kerja yang kurang baik, operator yang memiliki *skill* yang kurang, kesalahan dalam penggunaan alat serta peralatan dan mesin produksi yang sudah usang.

2.2.3. Waktu Set Up

Proses *set up* atau *changeover* merupakan sebuah proses pengaturan mesin atau peralatan produksi lainnya agar sesuai dengan metode kerja yang sudah ditentukan sebelumnya, sedangkan waktu *set up* ini dihitung sejak *finished good* model pertama selesai diproduksi hingga *finished good* model kedua atau yang lainnya selesai diproduksi. Dengan kata lain waktu *set up* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan peralatan sebelum dimulainya proses produksi utama, aktivitas yang termasuk dalam waktu *set up* antara lain seperti operator mempersiapkan jig, menyiapkan mesin, melakukan pengaturan mesin dan *trial run* untuk menghasilkan produk sesuai standar yang ada. Proses *set up* ini sering kali dilakukan ketika mesin dalam kondisi tidak beroperasi (Sugarindra, Ikhwan, & Suryoputro, 2019). *Set Up* sendiri terbagi atas dua jenis yaitu sebagai berikut:

1. *Major Set Up*, yaitu proses *set up* yang dilakukan untuk memproduksi kabinet-kabinet dari piano yang berbeda model.
2. *Minor Set Up*, yaitu proses *set up* yang dilakukan untuk memproduksi kabinet-kabinet dari piano yang masih tergolong dalam satu jenis model.

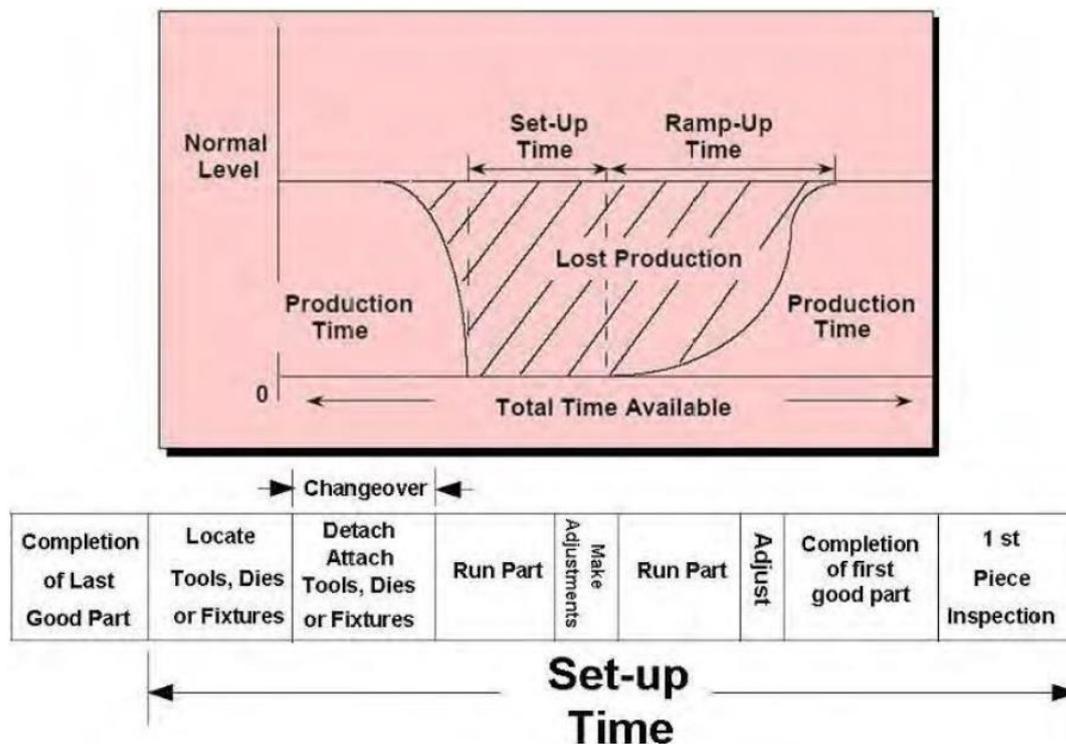
Secara umum jenis aktivitas yang tergolong dalam *set up* adalah sebagai berikut (Shingo, 1985):

1. Pertama yaitu segala persiapan dan pengecekan jig dan komponen lainnya sebelum proses *set up* berlangsung, kemudian membersihkan area kerja, mengecek dan mengembalikan jig ke tempat asalnya setelah proses *set up* selesai dilakukan.
2. Kedua yaitu memindahkan dan menata kembali jig dan komponen lainnya.
3. Ketiga yaitu melakukan pengukuran, kalibrasi mesin dan jig ketika *set up* berlangsung.
4. Keempat yaitu melakukan *trial run* satu produk setelah *set up* selesai sebagai contoh apakah produk tersebut sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan setelah lolos uji kelayakan barulah proses produksi dilanjutkan seperti biasanya.

Dengan mempelajari aktivitas-aktivitas yang telah disebutkan sebelumnya, terdapat kemungkinan untuk menyederhanakan prosedur yang ada ketika *set up* sehingga dapat mengurangi kesalahan ketika proses *set up*, meminimasi waktu *set up* yang ada dan menghemat biaya produksi yang muncul (Maharani & Musfiroh, 2021).

2.2.4. Quick Changeover

Quick Changeover merupakan segala aktivitas dan waktu yang terhitung antara produksi produk model terakhir hingga produksi produk model terbaru dalam kondisi yang normal tanpa adanya hambatan, dalam *lean manufacturing* segala aktivitas *changeover* tersebut masuk ke dalam kategori pemborosan karena tidak memiliki nilai tambah sama sekali terhadap proses produksi dan dianggap sebagai prosedur yang tidak efisien (Indrawati, Pratiwi, Sunaryo, & Azzam, 2018)



Gambar 2.2 1 Rangkaian aktivitas *Set Up*

Gambar di atas merupakan seluruh rangkaian dari proses *changeover*, ada dua pendapat mengenai cara dalam meminimasi waktu *changeover/set up* yaitu dengan cara mengurangi frekuensi dari *changeover* tersebut atau mengurangi waktu dari *changeover* itu sendiri. Terdapat penelitian bahwa dengan mengurangi frekuensi *changeover* dianggap lebih mampu dalam meminimasi waktu *changeover* namun pernyataan tersebut kurang disukai jika dibandingkan dengan mengurangi waktu *changeover* itu sendiri (Goubergen, Sherali, & Landeghem, 2004).

Dengan semakin cepatnya *changeover* atau *set up* beberapa keuntungan akan didapat bagi sistem produksi, diantaranya adalah sebagai berikut (Pannesi, 1995) dalam (Singh & Khanduja, 2009):

1. Memungkinkan perusahaan memproduksi ukuran *lot* yang lebih kecil

2. Mengurangi biaya tenaga kerja ketika *set up*
3. Sistem produksi yang fleksibel
4. Mengurangi *lead time* suatu produk
5. Meningkatkan produktivitas serta penggunaan aset
6. Mengurangi biaya produksi

2.2.5. Single Minute Exchange of Dies (SMED)

Metode *Single Minute Exchange of Dies* merupakan salah satu *tools lean manufacturing* yang bertujuan untuk mengurangi atau mempercepat waktu *set up* pergantian produk sampai dengan kurang dari 10 menit secara ideal. Waktu *set up* perlu dipercepat atau diminimasi karena waktu *set up* termasuk ke dalam aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah dalam sistem produksi *lean*. Metode SMED memiliki beberapa istilah lain seperti *One Touch Setup* (OTS), *Quick Change Over* (QCO), *One Touch Exchange of Die* (OTED), *Four Step Rapid Setup* (4SRS) dan *Setup Reduction*. Meskipun memiliki beberapa istilah yang berbeda, tetapi semua istilah tersebut mengarah ke satu tujuan yang sama yaitu mereduksi pemborosan waktu *set up* pada proses produksi (Heriansyah & Ikatrinasari, 2017).

Pada awalnya metode SMED hanya diterapkan pada industri otomotif saja, namun seiring berjalannya waktu penerapan metode SMED ini diterapkan pada berbagai industri manufaktur seperti elektronik, alat musik, farmasi, dan lain-lain (Rahayu, 2020). Dengan banyaknya penerapan metode SMED di berbagai industri, manfaat dari metode tersebut antara lain adalah (Goubergen, Sherali, & Landeghem, 2004):

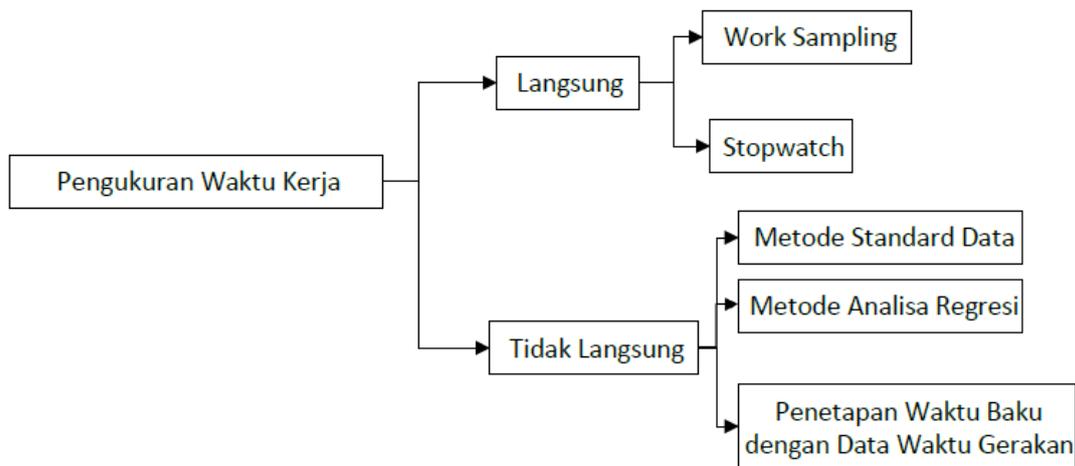
1. Sistem produksi yang fleksibel sehingga perusahaan dapat beradaptasi dengan cepat dalam merespon permintaan konsumen tanpa menimbulkan penumpukan stok barang.
2. Mempercepat pengiriman barang dikarenakan perusahaan memproduksi ukuran *lot* yang lebih kecil sehingga waktu tunggu oleh konsumen lebih cepat.
3. Kualitas yang lebih baik dikarenakan dengan cepatnya waktu pergantian produk itu artinya terdapat penurunan barang yang disimpan sehingga kemungkinan adanya barang rusak menjadi berkurang.
4. Produktivitas meningkat dikarenakan adanya penurunan waktu produksi sehingga *output* yang dihasilkan menjadi lebih banyak.

Secara sederhana penerapan metode SMED adalah memisahkan elemen aktivitas ketika *set up* ke dalam dua jenis yaitu aktivitas internal dan aktivitas eksternal, aktivitas internal dapat dilakukan ketika mesin dalam kondisi mati, sementara aktivitas eksternal dilakukan ketika mesin dalam keadaan menyala. Menurut (Shingo, 1985) tahapan dalam penerapan metode SMED adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan yang meliputi melakukan penataan material dan pembersihan area kerja sebelum proses *set up* dimulai dan mengembalikan material ketika proses *set up* selesai. Bagi peneliti melakukan proses dokumentasi dengan bantuan kamera untuk mendokumentasikan proses *set up* dari awal hingga akhir dan mencatat waktu yang muncul pada lembar kerja yang sudah ada.
2. Tahap pemisahan aktivitas internal dan aktivitas eksternal, tahapan ini merupakan tahapan yang krusial dalam penerapan metode SMED. Identifikasi aktivitas internal dan eksternal ini dapat diketahui melalui observasi secara langsung, melakukan wawancara dengan operator yang bersangkutan dan melakukan evaluasi terhadap proses *set up* yang sudah didokumentasikan, setelah diketahui aktivitas internal dan aktivitas eksternal maka selanjutnya adalah memisahkan antara aktivitas internal dan eksternal saja.
3. Tahap yang ketiga adalah mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal dengan cara mengevaluasi kembali rangkaian proses *set up* apakah terdapat kekeliruan dalam mengklasifikasikan antara aktivitas internal dengan aktivitas eksternal. Cara yang kedua adalah dengan mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal melalui perbaikan *Kaizen* contohnya.
4. Tahapan yang terakhir adalah melakukan perbaikan pada seluruh rangkaian aktivitas *set up* yang masih terdapat pemborosan seperti banyaknya aktivitas mencari oleh operator, terlalu banyak mengirim barang, membersihkan area kerja dan lain sebagainya. Dikarenakan untuk mengurangi waktu *set up* seluruh prosedur harus dievaluasi dan dianalisis secara mendalam guna mendapat perbaikan yang memiliki luaran yang besar.

2.2.6. Time Study

Pengukuran kerja atau *time study* merupakan suatu kegiatan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan oleh seorang operator dengan keterampilan normal dan keterampilan yang baik ketika melakukan sebuah pekerjaan dalam kondisi dan periode kerja yang normal (Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, 1995). Pengukuran waktu kerja dapat diklasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 2.2 2 Pengukuran Kerja

(Sumber: (Barnes, 1980)

Tujuan dari adanya pengukuran waktu kerja adalah untuk mengetahui bagaimana proses pekerjaan dilakukan, memperbaiki dan menyederhanakan metode kerja agar tidak terdapat pekerjaan yang tidak perlu atau meminimasi pemborosan sumber daya, dan menentukan waktu standar dalam pelaksanaan suatu pekerjaan (Duran, et al., 2015) dalam (Yudhistira, Hidayah, Rahajeng, Perdana, & Basumerda, 2022). Adapun beberapa manfaat dari adanya perhitungan waktu baku ini adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, 1995):

1. Sebagai perencanaan kebutuhan tenaga kerja
2. Sebagai penentu dalam merencanakan biaya yang dikeluarkan
3. Sebagai dasar dalam penentuan jumlah operator dan kebutuhan jumlah mesin dalam lini produksi
4. Perencanaan pemberian bonus dan insentif bagi pekerja
5. Indikator dalam menilai *output* yang mampu dihasilkan oleh pekerja

Pengukuran waktu kerja salah satunya dapat dilakukan secara langsung dengan bantuan *Stopwatch* atau jam henti untuk pekerjaan yang berlangsung singkat dan berulang-ulang (Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, 1995). Terdapat tiga jenis pembacaan *stopwatch* yang sering digunakan yaitu *continous timing*, *repetitive timing*, dan *accumulative timing* (Barnes, 1980), namun yang digunakan dalam penelitian ini adalah *repetitive timing* dimana pembacaan *stopwatch* ini dilakukan dengan cara *stopwatch* di *STOP* ketika elemen pekerjaan yang pertama selesai, kemudian dilanjut *START* ketika elemen pekerjaan yang kedua dimulai dan seterusnya.

Langkah-langkah dalam melakukan pengukuran waktu kerja dengan *stopwatch* antara lain sebagai berikut (Sutalaksana, 2006) dalam (Pradana & Pulansari, 2021):

1. Menetapkan tujuan dari pengukuran waktu kerja
2. Pemilihan operator yang telah terlatih dengan baik
3. Membagi pekerjaan menjadi beberapa elemen kerja
4. Pelaksanaan pengukuran waktu kerja
5. Pengecekan syarat pengukuran kerja
6. Penetapan *Rating Factor*
7. Perhitungan waktu standar

2.2.7. *Rating Factor*

Rating factor adalah faktor penyesuaian operator ketika bekerja yang bertujuan untuk memberi kewajaran waktu hasil pengukuran. Faktor penyesuaian diperlukan karena operator tidak selalu bekerja kondisi normal, ada kalanya operator bekerja dalam tempo yang lambat dan cepat. Selain itu, untuk mendapatkan waktu normal dari hasil pengukuran waktu kerja diperlukan faktor penyesuaian untuk operator, yang mana waktu normal adalah perkalian antara waktu siklus dengan faktor penyesuaian (Niebel & Freivalds, 2003). Terdapat nilai untuk mengukur penyesuaian faktor bagi operator, nilai bagi setiap faktor penyesuaian bersifat subjektif oleh peneliti. Nilai bagi penyesuaian faktor menurut (Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, 1995) adalah sebagai berikut:

1. $P > 1$, apabila peneliti beranggapan bahwa operator bekerja melewati batas normalnya.
2. $P < 1$, apabila peneliti beranggapan bahwa operator bekerja dibawah standar normalnya.
3. $P = 1$, apabila peneliti beranggapan bahwa operator bekerja secara normal.

Salah satu cara dalam menentukan faktor penyesuaian adalah menggunakan tabel *Westinghouse* berdasarkan empat aspek yaitu keterampilan yang dimiliki, usaha yang dikeluarkan, kondisi kerja yang ada dan konsistensi ketika bekerja (Suyono, Dewi, Ferdian, & Anwar, 2021). Berikut adalah tabel nilai-nilai faktor penyesuaian *Westinghouse*:

Tabel 2.2.1 Tabel *Westinghouse*

SKILL			EFFORT		
+0,15	A1	Superskill	+0,13	A1	Superskill
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excellent	+0,10	B1	Excellent
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Good	+0,05	C1	Good
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,05	E1	Fair	-0,04	E1	Fair
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Poor	-0,12	F1	Poor
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENCY		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Ideal
+0,04	B	Excellent	+0,03	B	Excellent
+0,02	C	Good	+0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
-0,03	E	Fair	-0,02	E	Fair
-0,07	f	Poor	-0,04	f	Poor

Faktor penyesuaian untuk kategori keterampilan terdapat enam kelas dengan pembagian sebagai berikut:

1. *Skill* merupakan kemampuan dasar operator dalam menjalankan pekerjaannya, faktor ini dipengaruhi oleh pengalaman dari seorang operator itu sendiri.
 - a. *Super Skill*:
 1. Cocok dengan pekerjaan yang diberikan
 2. Bekerja dengan sempurna
 3. Terlihat sudah terlatih dengan baik
 4. Gerakan operator halus dan cepat sehingga sulit diikuti
 5. Terkadang hampir sama dengan gerakan mesin
 6. Perpindahan antar elemen kerja hampir tidak terlihat karena saking cepatnya
 7. Tidak terdapat gerakan yang membingungkan
 8. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerjaan yang diberikan adalah pekerjaan yang sesuai.
 - b. *Excellent*

1. Percaya diri
2. Cocok degan pekerjaannya
3. Terlihat sudah terlatih dengan baik
4. Bekerja dengan teliti tanpa adanya pengecekan
5. Gerakan kerja dilakukan tanpa adanya kesalahan
6. Cermat dalam menggunakan peralatan
7. Bekerja cepat tetapi tetap sesuai standar kualitas
8. Bekerja cepat dan halus
9. Bekerja dengan irama normal dan saling terkoordinasi

c. *Good*

1. Kualitas pekerjaan baik
2. Bekerja lebih baik dibanding pekerja lainnya
3. Dapat mengajarkan pekerjaan kepada pekerja lain yang memiliki keterampilan lebih rendah
4. Terlihat jelas bekerja dengan cakap
5. Tidak perlu banyak pengawasan
6. Tidak ada keraguan dalam bekerja
7. Bekerja dalam kondisi stabil
8. Gerakan kerja terkoordinasi dengan baik
9. Gerakan bekerja cepat

d. *Average*

1. Tampak adanya kepercayaan diri
2. Gerakan kerja cepat
3. Terlihat ada pekerjaan yang terencana
4. Gerakan kerja tidak menunjukkan adanya keraguan
5. Koordinasi antara pikiran dengan tangan cukup baik
6. Sudah terlatih dan mengetahui seluk beluk pekerjaan
7. Bekerja cukup teliti
8. Pekerjaan yang dihasilkan cukup memuaskan

e. *Fair*

1. Tampak terlatih tapi belum cukup baik
2. Mengenal kondisi kerja secukupnya

3. Terlihat merencanakan pekerjaan sebelum bergerak
4. Belum memiliki kepercayaan diri yang cukup
5. Terlihat kurang cocok dengan pekerjaannya meski ditempatkan sudah lama
6. Mengetahui apa yang harus dilakukan dan tidak tetapi selalu kurang yakin
7. Sebagian waktu habis karena kesalahan diri sendiri
8. Jika tidak bekerja *output*-nya sangat rendah
9. Biasanya tidak ragu-ragu dalam menjalankan gerakannya

f. *Poor*

1. Tidak dapat mengkoordinasikan tangan dan pikiran
2. Gerakan kerja masih kaku
3. Tidak yakin dalam menjalankan pekerjaannya
4. Belum terlatih untuk pekerjaannya
5. Tidak terlihat adanya kecocokan dengan pekerjaannya
6. Ragu-ragu dalam bekerja
7. Sering melakukan kesalahan dalam bekerja
8. Tidak percaya diri dalam bekerja
9. Tidak bias dalam mengambil inisiatif sendiri

2. *Effort* adalah usaha yang dimiliki oleh operator dalam menjalankan pekerjaannya.

a. *Excessive effort*

1. Kecepatan bekerja sangat berlebihan
2. Usaha yang berlebihan hingga mengancam kesehatannya
3. Kecepatannya tidak bertahan lama ketika bekerja

b. *Excellent effort*

1. Kecepatan bekerja yang tinggi
2. Gerakan kerja yang lebih ekonomis dibanding yang lainnya
3. Memberi perhatian yang penuh kepada pekerjaannya
4. Banyak memberikan saran
5. Menerima saran dengan baik hati
6. Percaya dengan adanya pengukuran waktu
7. Tidak bertahan lama lebih dari beberapa hari
8. Bangga atas kelebihannya
9. Jarang terjadi kesalahan dalam gerakan kerjanya

10. Bekerja sistematis
 11. Tidak terlihat perpindahan antar elemen kerja karena kecepatan dalam bekerja
- c. *Good effort*
1. Bekerja berirama
 2. Sedikit sekali menganggur
 3. Penuh perhatian pada pekerjaan
 4. Senang pada pekerjaannya
 5. Percaya dengan tujuan dari pengukuran waktu
 6. Menerima saran dan petunjuk dengan baik hati
 7. Dapat memberikan saran untuk perbaikan kerja
 8. Tempat kerja yang rapi dan baik
 9. Terampil dalam menggunakan alat
 10. Memelihara kondisi alat-alat kerja
- d. *Average effort*
1. Tidak sebaik *good effort* tetapi lebih baik dari *poor*
 2. Bekerja dengan stabil
 3. Menerima saran dengan baik namun tidak dilaksanakan
 4. *Set up* dilakukan dengan baik
 5. Melakukan kegiatan dengan terencana
- e. *Fair effort*
1. Saran-saran yang baik diterima dengan kesal
 2. Terkadang tidak memperhatikan pekerjaannya
 3. Kurang sungguh-sungguh
 4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya
 5. Terjadi sedikit kekeliruan dari petunjuk kerja
 6. Alat-alat yang dipakai tidak selalu yang terbaik
 7. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya
 8. Terlampau hati-hati
 9. Sistematis kerjanya sedang-sedang saja
 10. Gerakan kerja tidak terencana
- f. *Poor effort*
1. Banyak membuang-buang waktu

2. Tidak memiliki minat dalam bekerja
 3. Tidak mau menerima saran
 4. Tampak malas bekerja dan lambat
 5. Banyak melakukan gerakan kerja tidak perlu
 6. Tempat kerjanya tidak rapih
 7. Tidak peduli pada cocok atau baik tidaknya peralatan yang dipakai
 8. Mengubah tata letak kerja yang sudah ditetapkan sebelumnya
 9. *Set up* kerjanya terlihat tidak baik
3. *Condition* merupakan kondisi lingkungan kerja operator saat bekerja yang meliputi suhu, kelembapan, kebisingan dan pencahayaan.
 4. *Consistency* merupakan hasil pengukuran lama waktu kerja operator dalam melakukan pekerjaan dengan menunjukkan hasil yang sama.

2.2.8. Allowance

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran waktu kerja adalah faktor kelonggaran atau *allowance*, faktor kelonggaran ini diberikan atas dasar kebutuhan pribadi operator, menghilangkan rasa lelah operator dan kelonggaran untuk hal-hal yang tidak dapat dihindarkan oleh operator (Montororing, 2018). Faktor kelonggaran perlu ditambahkan setelah mendapatkan perhitungan waktu normal (Wignjosuebrotto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, 1995). Penjelasan mengenai faktor-faktor kelonggaran adalah sebagai berikut:

1. Kelonggaran untuk keperluan pribadi

Contoh dari kelonggaran untuk keperluan pribadi adalah pergi ke kamar mandi, minum atau mengambil air minum untuk menghilangkan rasa haus dan mengobrol sewajarnya dengan rekan kerja guna menghindari ketegangan dalam bekerja (Sutalaksana, 2006). Besarnya nilai kelonggaran untuk keperluan pribadi dibedakan berdasarkan jenis kelamin, nilai kelonggaran untuk pria 2%-25% sementara untuk wanita 2,5%-5% (Montororing, 2018).

2. Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan

Kelonggaran untuk menghilangkan kelelahan berawal dari adanya kelelahan operator yang dapat memicu menurunnya hasil produksi. Jika terjadi kelelahan pada operator dan operator tetap dituntut untuk melakukan pekerjaannya maka tenaga yang dikeluarkan operator akan lebih besar dan dapat menambah rasa lelah.

3. Kelonggaran untuk hal-hal yang tidak dapat dihindari

Kelonggaran untuk hal-hal yang tidak dapat dihindari contohnya seperti meminta atau menerima petunjuk dari atasan, melakukan proses *setting* mesin, memperbaiki mesin, mengasah peralatan, mengambil barang khusus dari luar area kerja, hambatan yang bersumber dari kesalahan penggunaan alat, dan mesin yang berhenti akibat pemadaman listrik.

Kelonggaran ditentukan atas dasar dua hal yaitu kelonggaran untuk kegiatan yang tidak dapat berdiri sendiri, contohnya kelelahan operator tidak selalu harus berhenti bekerja secara penuh, alternatifnya bisa dengan bekerja dengan lebih pelan. Hal yang kedua aktivitas kelonggaran yang dilakukan oleh operator adalah kegiatan yang benar-benar menggambarkan aktivitas kelonggaran bukan kelonggaran yang dibuat-buat contohnya seperti mengobrol terlalu lama, sering pergi ke kamar mandi akibat terlalu banyak minum dan lain sebagainya. Hal tersebut bertujuan agar kelonggaran yang diberikan tepat sasaran dan sepantasnya bagi operator (Sutalaksana, 2006).

2.2.9. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data diperlukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan secara aktual dianggap cukup untuk proses pengolahan data selanjutnya. Jumlah sample yang dibutuhkan untuk penelitian terlebih dahulu ditentukan dengan derajat ketelitian atau (s) yang artinya penyimpangan maksimum dari hasil penelitian dan juga tingkat kepercayaan atau (k) yang artinya adalah besarnya keyakinan peneliti terhadap data yang sudah ada (Dewi, Handayani, & Prasetyo, 2019). Rumus dari uji kecukupan data antara lain:

$$N' = \left[k/s \frac{\sqrt{(N \sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2 \quad 2.1$$

Dimana:

- N = Jumlah data aktual
- N' = Jumlah data teoritis
- s = Derajat ketelitian
- k = Tingkat kepercayaan
- xi = Data hasil pengamatan

Data dianggap telah cukup apabila $N' < N$ atau jumlah data teoritis lebih kecil dari jumlah data pengamatan secara aktual (Wignjosoebroto, Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja, 1995).

2.2.10. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data digunakan untuk mengetahui apakah data yang hasil pengamatan sama atau seragam. Data pengamatan dapat dikatakan seragam apabila berada dalam batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) apabila suatu data berada di luar batas kontrol tersebut maka data tersebut dikatakan tidak seragam (Febrilliandika & Nasution, 2020). Adapun rumus dalam menghitung Batas Kontrol Atas dan Batas Kontrol Bawah adalah sebagai berikut:

$$BKA = X + k\sigma \quad 2.2$$

$$BKA = \bar{X} + k \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad 2.3$$

$$BKB = \bar{X} - k\sigma \quad 2.4$$

$$BKB = \bar{X} - k \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad 2.5$$

Dimana:

\bar{X} = Rata-rata dari data pengamatan

k = Tingkat kepercayaan

σ = Standar deviasi

2.2.11. Simulasi Diskrit

Sistem manufaktur merupakan sebuah sistem yang rumit untuk dipelajari lebih dalam, maka dari itu diperlukan sebuah alat yang dapat menyerupai sistem manufaktur secara nyata untuk dipelajari yaitu simulasi diskrit (Kampa, Golda, & Paprocka, 2017). Simulasi diskrit memungkinkan tingkat ketelitian yang tinggi sampai mencakup kepada distribusi waktu maupun prioritas pemrosesan suatu barang. Melalui pendekatan simulasi diskrit permasalahan seperti penjadwalan, efisiensi dan kestabilan dalam lini produksi dapat diatasi.

Fungsi dari simulasi diskrit memiliki manfaat yang sangat penting guna mendukung pengambilan keputusan oleh para *expert* karena sifatnya yang operasional, taktis dan strategis. Dalam persaingan dunia manufaktur diperlukan pengetahuan berbagai kemungkinan skenario-skenario yang terjadi guna adanya perbaikan-perbaikan dalam sebuah sistem (Baraka, Singh, & Naicker, 2012).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah meminimasi waktu *set up* pada proses *Router Bokaki* Kelompok *Soundboard Glue UP* yang berada pada Departemen *Assembly Upright Piano* PT. Yamaha Indonesia.

3.2. Jenis dan Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan melalui observasi dan wawancara langsung oleh peneliti di lantai produksi atau pada objek penelitian. Adapun metode yang digunakan oleh peneliti dalam mendapatkan data primer adalah sebagai berikut:

1. Observasi

Metode observasi digunakan untuk memperoleh data primer dengan cara melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian. Data yang akan diambil melalui metode observasi pada penelitian ini antara lain:

- Waktu Siklus *Set Up*

Waktu siklus *set up* proses *Router Bokaki* adalah waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan proses *Router Bokaki*. Waktu siklus ini dibagi menjadi 4 model piano antara lain *B1 series*, *B2 series*, *B3 series*, dan *P22 series*. Kamera digunakan untuk merekam waktu siklus *set up* proses *Router Bokaki* pada setiap model piano. Setelah itu data akan diuji kecukupan serta keseragaman data sebelum diolah lebih lanjut.

- Frekuensi *Set Up*

Frekuensi *set up* pada proses *Router Bokaki* didapat melalui *plan* harian kelompok *Soundboard Glue UP* untuk mengetahui dalam sehari. *Plan* harian ini didapatkan melalui wawancara kepada *leader* kelompok yang bersangkutan.

- *Layout* rantai produksi

Data *layout* rantai produksi kelompok *Soundboard Glue UP* digunakan untuk melihat keadaan tata letak fasilitas produksi pada kelompok tersebut. Data ini juga didapat melalui wawancara kepada *leader* kelompok yang bersangkutan.

- Elemen gerakan kerja

Data elemen gerakan kerja operator kelompok *Soundboard Glue UP* ketika proses *set up* didapat melalui rekaman kamera secara langsung.

2. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan secara tanya jawab secara langsung kepada ahlinya, ahli dalam penelitian ini adalah *leader* pada kelompok *Soundboard Glue UP*. Wawancara yang dilakukan kepada *leader* pada kelompok yang bersangkutan untuk mengetahui data *layout* rantai produksi serta elemen kerja operator ketika melakukan *set up* proses *Router Bokaki*.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung, dapat melalui artikel, catatan perusahaan maupun penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- Profil perusahaan secara umum

Profil perusahaan secara umum meliputi sejarah perusahaan, alamat, jam kerja, proses produksi secara umum dan lain-lain.

- Kajian Literatur

Kajian literatur berupa teori-teori pendukung yang memiliki keterkaitan dengan penelitian ini.

3.3. Pengolahan Data

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui waktu siklus, elemen gerakan kerja serta rekomendasi hasil perbaikan berdasarkan pendekatan simulasi setelah metode SMED diterapkan. Data yang sudah diperoleh selanjutnya akan diolah untuk melihat perbaikan berdasarkan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) berdasarkan elemen gerakan kerja operator ketika proses *set up* berlangsung. Alur dalam pengolahan data adapaun sebagai berikut:

1. Mengolah data waktu *set up* dari tiap *series* yang telah diperoleh menggunakan observasi untuk mendapatkan waktu normal dan waktu baku dari proses *set up* tersebut.
2. Analisis Data Menggunakan SMED
 - a. Pendahuluan

Mencatat langkah-langkah elemen kerja operator ketika melakukan proses *set up* tanpa memisahkan elemen kerja tersebut berdasarkan aktivitas internal maupun aktivitas eksternal.
 - b. Urutan Pertama

Mengelompokkan elemen kerja ketika *set up* berdasarkan aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Aktivitas internal merupakan aktivitas *set up* ketika mesin atau proses utama sedang berlangsung, sementara aktivitas eksternal adalah ketika mesin sedang nonaktif atau tidak beroperasi.
 - c. Urutan Kedua

Mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal. Untuk mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal adalah dengan mengecek kembali semua aktivitas internal apakah semua aktivitas tersebut tergolong kepada aktivitas internal selanjutnya mencari cara untuk mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal.
 - d. Urutan Ketiga

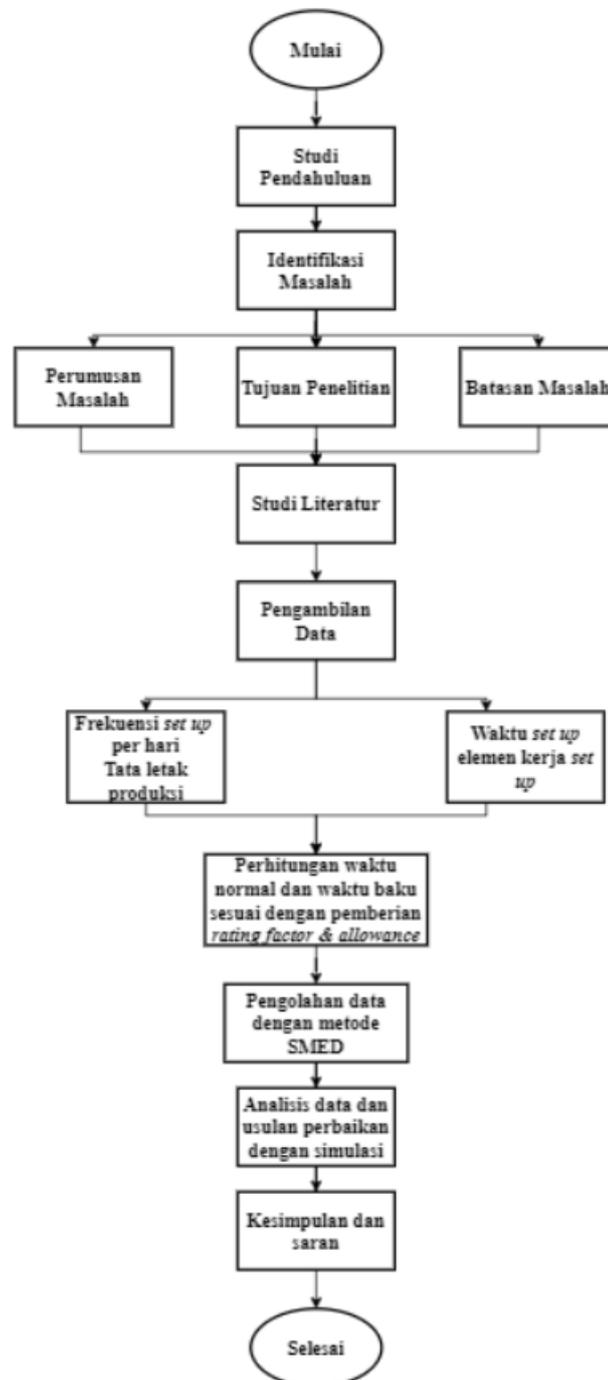
Menghilangkan *waste* pada setiap elemen kerja operasi melalui perbaikan *kaizen* sehingga waktu aktivitas internal dan eksternal menjadi berkurang.
3. Membuat model simulasi dengan *software* Flexsim untuk mensimulasikan perbaikan *kaizen* dalam meminimasi waktu *set up* proses *Router Bokaki*.
4. Menghitung serta membandingkan waktu *set up* sebelum dan sesudah dengan hasil perbaikan yang ada melalui metode SMED dan hasil simulasi Flexsim.

3.4. Analisis Data

Analisis dan pembahasan dilakukan setelah melakukan proses pengolahan data menggunakan metode SMED dan pembuatan model simulasi alternatif perbaikan dengan *software* Flexsim. Setelah itu dapat diketahui perbandingan waktu *set up* sebelum adanya perbaikan dan sesudah adanya usulan perbaikan yang melalui hasil simulasi *software* Flexsim.

3.5. Alur Penelitian

Berikut merupakan alur dari penelitian ini:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV Pengumpulan dan Pengolahan Data *atau* Pembangunan Sistem menguraikan proses pengolahan data dengan prosedur tertentu, termasuk gambar dan grafik yang diperoleh dari hasil penelitian. Apabila topik TA adalah pembangunan sistem, maka langkah detail pembangunan sistem diuraikan secara jelas dalam bab ini.

4.1. Pengumpulan Data

4.4.1 Sejarah Perusahaan

PT. Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan manufaktur alat musik yang didirikan pada tanggal 27 Juni 1974 yang berlokasi di Jalan Rawagelam I/5 13930, Kawasan Industri Pulo Gadung, Jakarta Timur, DKI Jakarta. PT Yamaha Indonesia ahir berkat adanya kerja sama perusahaan Yamaha Organ Works dengan salah satu pengusaha di Indonesia, Yamaha Organ Works sendiri merupakan perusahaan Yamaha awal yang didirikan oleh Mr. Torakusu Yamaha pada tahun 1887 di Jepang.

Pada awalnya PT. Yamaha Indonesia memproduksi beragam alat musik seperti Piano, Electone, Pianika dan lain sebagainya, namun sejak Oktober 1998 PT Yamaha Indonesia hanya memproduksi alat musik Piano saja. Ada dua jenis Piano yang diproduksi oleh PT. Yamaha Indonesia yaitu *Upright Piano* (UP) dengan bentuk vertikal dan *Grand Piano* (GP) yang memiliki bentuk horizontal. Kedua model Piano tersebut telah diekspor ke dalam negeri maupun luar negeri oleh PT. Yamaha Indonesia seperti ke Asia, Eropa dan Amerika Serikat.

Penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001 juga telah didapatkan oleh PT. Yamaha Indonesia yang membuktikan perusahaan tersebut memiliki perhatian khusus pada kualitas produksi serta kesehatan keamanan lingkungan. Secara singkat proses produksi Piano oleh PT. Yamaha Indonesia melalui tiga departemen yaitu Departemen *Wood Working*, Departemen *Painting* dan Departemen *Assembly* UP dan GP.

4.4.2 Visi dan Misi Perusahaan

Seperti perusahaan pada umumnya, PT. Yamaha Indonesia memiliki visi dan misi perusahaan seperti berikut:

a. Visi

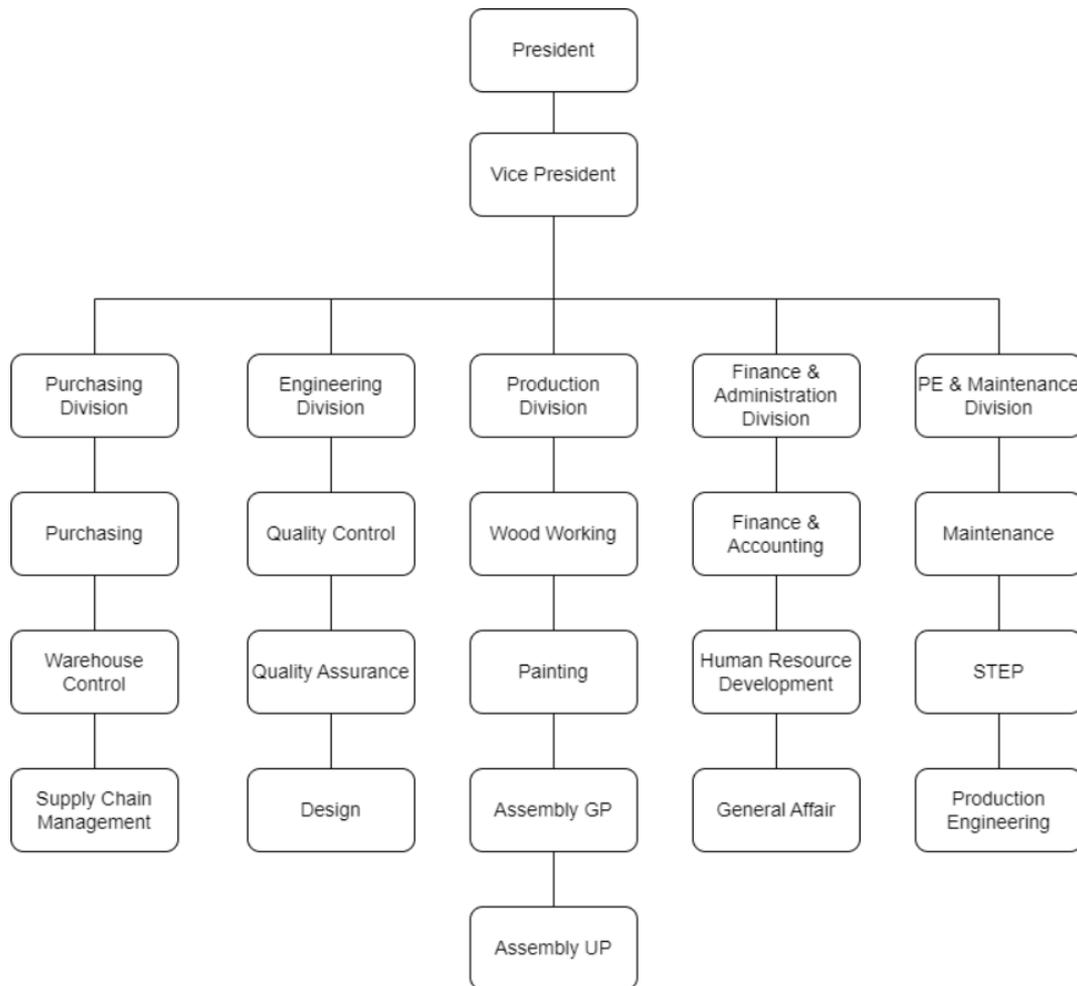
“Berbakti kepada negara melalui industri dalam rangka berpartisipasi mensukseskan pelaksanaan pembangunan negara bagi terciptanya masyarakat adil dan makmur”.

b. Misi

1. Mempromosikan dan mendukung kepopuleran pendidikan musik
2. Operasi dan manajemen yang berorientasi pada pelanggan
3. Kesempurnaan dalam produk dan pelayanan
4. Usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar
5. Peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berskala serta globalisasi dari bisnis Yamaha secara terus menerus mengembangkan pertumbuhan bisnis yang positif melalui diversifikasi produk.

4.4.3 Struktur Perusahaan

Berikut merupakan struktur organisasi yang terdapat pada PT. Yamaha Indonesia:



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. Yamaha Indonesia

Dimana deskripsi dari tugas pokok dan fungsi dari setiap divisi yang terdapat pada PT. Yamaha Indonesia antara lain sebagai berikut:

1. *Purchasing Division*

Divisi *Purchasing* membawahi tiga divisi antara lain *purchasing*, *warehouse control* dan *supply chain management* yang memiliki tugas untuk pengadaan barang, penentuan harga barang, penentuan *vendor*, pembuatan laporan pengularan dan pembelian perusahaan dan melakukan audit untuk memastikan ketersediaan stok barang.

2. *Engineering Division*

Divisi *Engineering* membawahi divisi *Quality Control*, *Quality Assurance*, *Design*. Divisi *Engineering* bertugas dalam memastikan kualitas piano serta desain piano yang diproduksi.

3. *Production Division*

Divisi produksi pada PT. Yamaha Indonesia antara lain *Wood Working* yang bertugas proses pembuatan kabinet-kabinet piano dari bahan mentah, kemudian divisi *Painting* yang bertugas melakukan pemberian cat kepada tiap kabinet yang sudah melalui proses pada *Wood Working*, kemudian divisi *Assembly GP & UP* yang bertugas melakukan perakitan kabinet-kabinet menjadi satu piano utuh atau proses *finishing*.

4. *Finance & Administration Division*

Divisi *Finance & Administration* bertugas untuk menangani permasalahan yang berkaitan dengan keuangan perusahaan seperti divisi *Finance* yang memiliki kendali penuh terhadap pemasukan dan pengeluaran sementara divisi *Accounting* yang melakukan audit terhadap pemasukan dan pengeluaran perusahaan. Selain divisi *Finance & Accounting*, pada divisi *Finance & Administration Division* juga membawahi divisi *Human Resource Development & General Affair*.

5. *Production Engineering & Maintenance Division*

Divisi *Production Engineering & Maintenance* memiliki tugas utama dalam hal yang berkaitan dengan perbaikan pada lini produksi apabila terdapat permintaan *user*, selanjutnya akan dilakukan pengecekan apakah permintaan yang diajukan dapat dilakukan oleh perusahaan sendiri atau melalui bantuan *vendor*.

4.4.4 Produk Perusahaan

Produk yang diproduksi oleh PT. Yamaha Indonesia adalah alat musik piano yang terbagi atas dua jenis yaitu piano *Upright* dengan posisi *Soundboard* tegak lurus atau vertikal dan *Grand Piano* dengan posisi *Soundboard* mendatar atau horizontal. Untuk piano *Upright* sendiri terdapat beberapa warna dan model seperti b1, b2, b3, JU109, JX113, M3 *series* dan warna PE atau *Polish Ebony*, PWH atau *Polish White*, PM atau *Polish Mahogany*, PW atau *Polish Walnut* dengan tujuan ke benua Eropa, Amerika, Jepang dan Asia Pasifik. Untuk model *Grand Piano* sendiri terdapat beberapa model seperti GB1K, GN1, GN2 dengan warna PAW atau *Polish American Walnut*, FP atau *French Provincial Cherry*, dan G atau *Georgian Brown Mahogany*, dengan tujuan ekspor yang sama seperti dengan model piano *Upright*. Berikut merupakan gambar dari *Upright Piano*



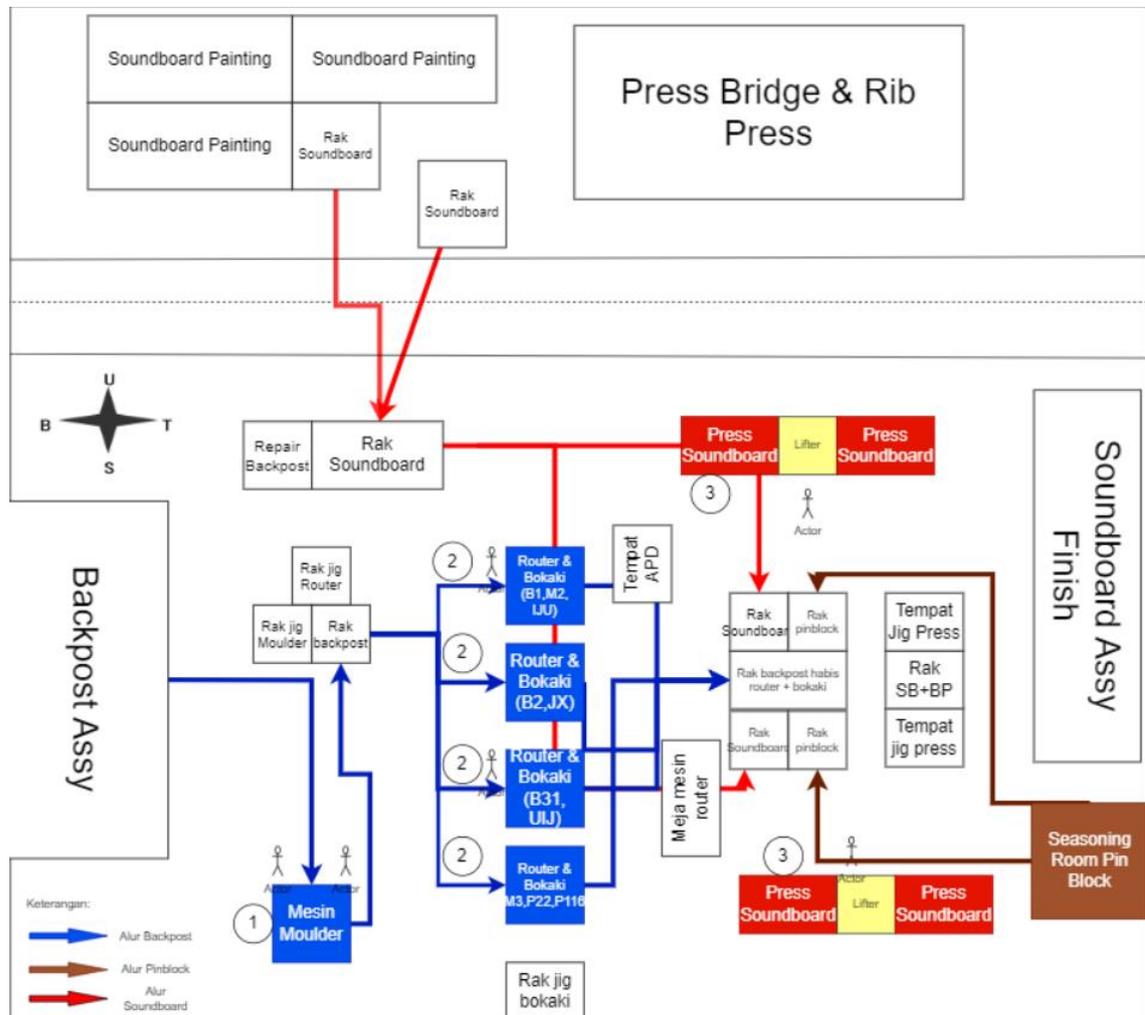
Gambar 4. 2 *Upright Piano PE*



Gambar 4. 3 *Grand Piano PE*

4.4.5 Layout dan Aliran Produksi Kelompok *Soundboard Glue UP*

Kelompok *Soundboard Glue UP* berada di departemen *Assembly Upright Piano* yang terletak pada lantai tiga *factory* empat PT. Yamaha Indonesia. Berikut merupakan *layout* dan proses produksi dari kelompok *Soundboard Glue UP*.



Gambar 4. 4 *Layout Soundboard Glue UP*

Berdasarkan gambar 4.4 diketahui proses perakitan *Soundboard* dengan *Back Post* diawali dengan proses *Moulder* untuk kabinet *Backpost*, kemudian proses kedua adalah *Router & Bokaki* untuk kabinet *Backpost*, kemudian proses terakhir adalah proses *Press* dimana dalam proses ini menggabungkan tiga kabinet sekaligus menjadi satu kesatuan antara lain *Backpost*, *Soundboard*, dan *Pinblock*.

4.4.6 Data Frekuensi *Setup* Mesin

Proses *set up* pada proses *Router & Bokaki* untuk tiap model dilakukan ketika model tersebut ingin diproduksi sesuai dengan *plan* harian atau *output* aktual kelompok

Soundboard Glue UP. Berikut data aktual produksi kelompok *Soundboard Glue UP* dari tanggal 7-11 Agustus 2023:

Tabel 4. 1 Frekuensi *set up*

Tanggal	Model	Jumlah <i>Set Up</i>
7 Agustus 2023	<i>B1 series</i>	17
	<i>B2 series</i>	16
	<i>B3 series</i>	29
	<i>P22 series</i>	0
8 Agustus 2023	<i>B1 series</i>	28
	<i>B2 series</i>	4
	<i>B3 series</i>	31
	<i>P22 series</i>	6
9 Agustus 2023	<i>B1 series</i>	30
	<i>B2 series</i>	10
	<i>B3 series</i>	23
	<i>P22 series</i>	5
10 Agustus 2023	<i>B1 series</i>	31
	<i>B2 series</i>	16
	<i>B3 series</i>	26
	<i>P22 series</i>	0
11 Agustus 2023	<i>B1 series</i>	24
	<i>B2 series</i>	13
	<i>B3 series</i>	31
	<i>P22 series</i>	3

4.4.7 Waktu Proses Tiap Model Kabinet (*Standard Time*)

Waktu proses atau *standard time* merupakan waktu yang terhitung dari awal hingga akhir proses *Router Bokaki*. Berikut merupakan waktu standar atau waktu siklus dari tiap model yang dihitung secara langsung menggunakan bantuan kamera.

Tabel 4. 2 Waktu Standar Proses *Router*

No	Model	ST Net (menit)
1	<i>B1 series</i>	1,63
2	<i>B2 series</i>	1,61
3	<i>B3 series</i>	1,69
4	<i>P22 series</i>	2,77

Tabel 4. 3 Waktu Standar Proses *Bokaki*

No	Model	ST Net (menit)
1	<i>B1 series</i>	1,16
2	<i>B2 series</i>	1,22

3	B3 series	1,23
4	P22 series	1,37

4.4.8 Waktu *Setup* Mesin

Berikut merupakan waktu standar dari proses *set up Router* dan *Bokaki* yang diukur secara langsung menggunakan bantuan kamera.

Tabel 4. 4 Waktu *Set Up* Proses *Router*

No	Model	ST Net (menit)
1	B1 series	1,77
2	B2 series	1,92
3	B3 series	2,47
4	P22 series	2,69

Tabel 4. 5 Waktu *Set Up* Proses *Bokaki*

No	Model	ST Net (menit)
1	B1 series	0,62
2	B2 series	0,99
3	B3 series	1,10
4	P22 series	1,17

4.4.9 Nilai *Rating Factor* dan *Allowance*

Tabel 4. 6 *Rating Factor* Operator *Router*

<i>Rating Factor</i> Operator Proses <i>Router</i>		
<i>Skill</i>	<i>Good (C1)</i>	0,06
<i>Effort</i>	<i>Good (C1)</i>	0,05
<i>Condition</i>	<i>Good (C)</i>	0,02
<i>Consistency</i>	<i>Good (C)</i>	0,01

Asumsi operator bekerja dalam kondisi normal, maka nilai *rating factor* menjadi $p = 1 + \text{rating factor}$ atau sama dengan $p = 1 + 0,14 = 1,14$.

Tabel 4. 7 Allowance Operator Proses Router

Faktor	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	7
Sikap Kerja	2,5
Gerakan Kerja	0
Kelelahan Mata	6
Keadaan Temperatur	5
Keadaan Atmosfer	6
Keadaan Lingkungan	5
Kebutuhan Pribadi	2,5
Jumlah	34

Pertimbangan peneliti dalam memilih nilai pada faktor-faktor kelonggaran sesuai dengan tabel 4.6 di atas adalah sebagai berikut:

1. Untuk faktor tenaga yang dikeluarkan, dengan jenis kelamin operator laki-laki dan bekerja berdiri maka kebutuhan kelonggaran diberikan nilai 7% dari rentang 6-7,5%.
2. Untuk sikap bekerja, posisi operator bekerja secara tegak dan ditumpu dengan dua kaki diberikan nilai 2,5% dari rentang nilai 1-2,5%.
3. Untuk gerakan kerja diberikan nilai 0% karena operator bekerja secara normal.
4. Untuk faktor kelelahan mata kondisi operator ketika *set up* membutuhkan ketelitian dan didukung dengan pencahayaan yang baik diberikan nilai 6% dari rentang 0-6%.
5. Untuk faktor temperatur tempat kerja, keadaan tempat kerja dikategorikan tinggi maka diberikan nilai 5% dari rentang 5-40%.
6. Untuk faktor keadaan atmosfer pada keadaan tempat kerja kurang baik dikarenakan banyaknya debu-debu yang tidak beracun maka diberikan nilai 6% dari rentang 5-10%.
7. Untuk faktor keadaan lingkungan dikarenakan keadaan kelompok *Soundboard Glue UP* tergolong sangat bising maka diberikan nilai 5% dari rentang 0-5%.
8. Faktor kelonggaran terakhir diberikan sebesar 2,5% dikarenakan operator yang melakukan proses *set up* adalah pria.

Tabel 4. 8 *Rating Factor Operator Proses Bokaki*

<i>Rating Factor Operator Proses Bokaki</i>		
<i>Skill</i>	<i>Good (C1)</i>	0,06
<i>Effort</i>	<i>Good (C1)</i>	0,05
<i>Condition</i>	<i>Good (C1)</i>	0,02
<i>Consistency</i>	<i>Good (C1)</i>	0,01

Asumsi operator bekerja dalam kondisi normal, maka nilai *rating factor* menjadi $p = 1 + \text{rating factor}$ atau sama dengan $p = 1 + 0,14 = 1,14$.

Tabel 4. 9 *Allowance Operator Proses Bokaki*

Faktor	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	7
Sikap Kerja	2,5
Gerakan Kerja	0
Kelelahan Mata	6
Kedaaan Temperatur	5
Kedaaan Atmosfer	6
Kedaaan Lingkungan	5
Kebutuhan Pribadi	2,5
Jumlah	34

4.2. Pengolahan Data

4.4.10 Uji Kecukupan Data

Uji Kecukupan data dilakukan agar data hasil pengamatan yang telah dilakukan sudah memenuhi kecukupan atau tidak dan data yang sudah ada dapat mewakili keseluruhan populasi. Data dikatakan cukup apabila $N' \leq N$ dimana N' adalah data teoritis sementara N adalah jumlah data aktual (Diniaty & Ariska, 2017). Pada penelitian ini digunakan tingkat keyakinan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 20%. Adapun rumus dan hasil perhitungan uji kecukupan data dengan *software* Microsoft Excel adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

- k = Tingkat keyakinan (95%)
 s = Derajat ketelitian
 N = Jumlah data pengamatan
 N' = Jumlah data teoritis
 xi = Data pengamatan

Tabel 4. 10 Hasil Uji Kecukupan Data

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
1	Membersihkan meja <i>Router</i>	B1	3	1,17	Data Cukup
		B2	3	1,10	Data Cukup
		B3	3	0,03	Data Cukup
		P22	3	1,67	Data Cukup
2	Memasang di meja	B1	3	0,17	Data Cukup
		B2	3	0,23	Data Cukup
		B3	3	2,27	Data Cukup
		P22	3	1,09	Data Cukup
3	Memasang Jig Tepi	B1	3	0,03	Data Cukup
		B2	3	0,89	Data Cukup
		B3	3	1,30	Data Cukup
		P22	3	0,63	Data Cukup
4	Memasang Klem	B1	3	0,33	Data Cukup
		B2	3	1	Data Cukup
		B3	3	1,07	Data Cukup
		P22	3	1,29	Data Cukup
5	Mengambil Jig Tengah	B1	3	1,74	Data Cukup
		B2	3	0,89	Data Cukup
		B3	3	2,04	Data Cukup
		P22	3	0,51	Data Cukup
6	Memasang Jig Tengah	B1	3	1,97	Data Cukup
		B2	3	2,04	Data Cukup
		B3	3	1,28	Data Cukup
		P22	3	1,72	Data Cukup
7	Melepas Jig Tepi	B1	3	0,44	Data Cukup

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
		B2	3	0,87	Data Cukup
		B3	3	3	Data Cukup
		P22	3	0,20	Data Cukup
		B1	3	2,03	Data Cukup
8	Melepas Klem	B2	3	0,30	Data Cukup
		B3	3	0	Data Cukup
		P22	3	1,90	Data Cukup
		B1	3	2,78	Data Cukup
9	Melepas Jig Tengah	B2	3	0	Data Cukup
		B3	3	1,37	Data Cukup
		P22	3	3	Data Cukup
		B1	3	0,20	Data Cukup
10	Mengambil & Meletakkan Jig Tengah	B2	3	2,55	Data Cukup
		B3	3	0,67	Data Cukup
		P22	3	2,81	Data Cukup
		B1	3	0,31	Data Cukup
11	Memindahkan <i>Backpost</i>	B2	3	2,48	Data Cukup
		B3	3	0,17	Data Cukup
		P22	3	1,54	Data Cukup
		B1	3	0,57	Data Cukup
12	Mengambil & Memasang Jig <i>Bokaki</i>	B2	3	1,04	Data Cukup
		B3	3	1,13	Data Cukup
		P22	3	0,33	Data Cukup
		B1	3	0,55	Data Cukup
13	Memasang Pasak <i>Bokaki</i>	B2	3	1,46	Data Cukup
		B3	3	1,13	Data Cukup
		P22	3	1,07	Data Cukup
		B1	3	0,07	Data Cukup
		B2	3	1,75	Data Cukup
14	Melepas Pasak <i>Bokaki</i>	B3	3	2,48	Data Cukup
		P22	0	0	Data tidak dibutuhkan

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
15	Melepas & Meletakkan Jig <i>Bokaki</i>	B1	3	1,43	Data Cukup
		B2	3	1,08	Data Cukup
		B3	3	0,33	Data Cukup
		P22	3	0,80	Data Cukup
16	Menaruh <i>Backpost</i> ke rak.	B1	3	1,28	Data Cukup
		B2	3	1,28	Data Cukup
		B3	3	0	Data Cukup
		P22	3	2,49	Data Cukup

4.4.11 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data perlu dilakukan untuk mengetahui apakah data yang telah dikumpulkan sudah seragam atau belum, yang diketahui melalui tidak adanya data yang berada di luar batas kontrol atas maupun batas kontrol bawah (Diniaty & Ariska, 2017). Adapun hasil perhitungan uji keseragaman data dengan menggunakan *software* Microsoft Excel dan rumus perhitungan adalah sebagai berikut:

$$BKA = X + k\sigma$$

$$BKA = X + k \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

$$BKB = X - k\sigma$$

$$BKB = X - k \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Dimana:

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

X = Rata-rata Data Pengamatan

k = Tingkat keyakinan (95%)

σ = Standar Deviasi

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
1		B1	0,57	0,49	0,72	0,42	Seragam

No	Proses	Model	X bar	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
	Membersihkan Meja			0,57			Seragam
	<i>Router</i>			0,64			Seragam
		B2	0,59	0,65	0,74	0,44	Seragam
				0,50			Seragam
				0,61			Seragam
		B3	0,44	0,43	0,46	0,42	Seragam
				0,45			Seragam
				0,44			Seragam
		P22	0,83	0,69	1,10	0,57	Seragam
				0,94			Seragam
				0,87			Seragam
2	MeMemasang di meja	B1	0,16	0,16	0,17	0,14	Seragam
				0,15			Seragam
				0,16			Seragam
		B2	0,22	0,22	0,22	0,01	Seragam
				0,23			Seragam
				0,21			Seragam
		B3	0,53	0,56	0,53	0,10	Seragam
				0,42			Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,61			Seragam
		P22	0,42	0,36	0,53	0,31	Seragam
				0,44			Seragam
				0,47			Seragam
3	Memasang Jig Tepi	B1	0,25	0,25	0,26	0,23	Seragam
				0,24			Seragam
				0,25			Seragam
		B2	0,21	0,18	0,25	0,16	Seragam
				0,20			Seragam
				0,23			Seragam
		B3	0,24	0,23	0,31	0,18	Seragam
				0,28			Seragam
				0,22			Seragam
		P22	0,20	0,22	0,24	0,16	Seragam
				0,19			Seragam
				0,18			Seragam
4	Memasang Klem	B1	0,08	0,08	0,09	0,07	Seragam
				0,08			Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,07			Seragam
		B2	0,13	0,12	0,15	0,11	Seragam
				0,14			Seragam
				0,12			Seragam
		B3	0,29	0,30	0,36	0,22	Seragam
				0,25			Seragam
				0,32			Seragam
		P22	0,13	0,14	0,17	0,09	Seragam
				0,14			Seragam
				0,11			Seragam
5	Mengambil Jig Tengah	B1	0,11	0,10	0,14	0,07	Seragam
				0,10			Seragam
				0,13			Seragam
		B2	0,09	0,10	0,11	0,07	Seragam
				0,09			Seragam
				0,08			Seragam
		B3	0,10	0,12	0,13	0,06	Seragam
				0,08			Seragam
				0,09			Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
		P22	0,14	0,13	0,16	0,11	Seragam
				0,13			Seragam
				0,15			Seragam
6	Memasang Jig Tengah	B1	0,08	0,08	0,11	0,05	Seragam
				0,07			Seragam
				0,09			Seragam
		B2	0,10	0,08	0,13	0,06	Seragam
				0,10			Seragam
				0,12			Seragam
		B3	0,09	0,10	0,11	0,06	Seragam
				0,08			Seragam
				0,08			Seragam
		P22	0,12	0,10	0,16	0,08	Seragam
				0,14			Seragam
				0,12			Seragam
7	Melepas Jig Tepi	B1	0,20	0,21	0,24	0,17	Seragam
				0,19			Seragam
				0,22			Seragam

No	Proses	Model	X bar	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
		B2	0,21	0,18	0,26	0,16	Seragam
				0,23			Seragam
				0,22			Seragam
		B3	0,36	0,40	0,51	0,20	Seragam
				0,40			Seragam
				0,27			Seragam
		P22	0,09	0,09	0,09	0,08	Seragam
				0,09			Seragam
				0,08			Seragam
8	Melepas Klem	B1	0,05	0,04	0,06	0,03	Seragam
				0,04			Seragam
				0,05			Seragam
		B2	0,08	0,08	0,09	0,07	Seragam
				0,08			Seragam
				0,07			Seragam
		B3	0,13	0,13	0,13	0,13	Seragam
				0,13			Seragam
				0,13			Seragam
		P22	0,07	0,08	0,09	0,04	Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,05			Seragam
				0,06			Seragam
9	Melepas Jig Tengah	B1	0,02	0,02	0,03	0,01	Seragam
				0,02			Seragam
				0,03			Seragam
		B2	0,03	0,03	0,05	0,01	Seragam
				0,02			Seragam
				0,04			Seragam
		B3	0,12	0,13	0,16	0,08	Seragam
				0,13			Seragam
				0,10			Seragam
		P22	0,02	0,02	0,03	0,01	Seragam
				0,02			Seragam
				0,02			Seragam
10	Mengambil & Menaruh Jig Tengah	B1	0,08	0,07	0,09	0,07	Seragam
				0,08			Seragam
				0,08			Seragam
		B2	0,14	0,17	0,19	0,08	Seragam
				0,12			Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,12			Seragam
		B3	0,09	0,08	0,11	0,08	Seragam
				0,10			Seragam
				0,10			Seragam
		P22	0,14	0,10	0,19	0,08	Seragam
				0,15			Seragam
				0,15			Seragam
11	Memindahkan <i>Backpost</i>	B1	0,26	0,25	0,30	0,22	Seragam
				0,25			Seragam
				0,28			Seragam
		B2	0,20	0,18	0,27	0,12	Seragam
				0,17			Seragam
				0,24			Seragam
		B3	0,30	0,28	0,33	0,27	Seragam
				0,30			Seragam
				0,31			Seragam
		P22	0,54	0,48	0,71	0,38	Seragam
				0,51			Seragam
				0,64			Seragam
12	Mengambil & Memasang Jig Bokaki	B1	0,20	0,18	0,24	0,16	Seragam
				0,22			Seragam
				0,20			Seragam
		B2	0,41	0,37	0,51	0,31	Seragam
				0,39			Seragam
				0,47			Seragam
		B3	0,16	0,15	0,20	0,12	Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,15			Seragam
				0,19			Seragam
		P22	0,30	0,28	0,34	0,26	Seragam
				0,33			Seragam
				0,30			Seragam
13	Memasang Pasak Bokaki	B1	0,14	0,12	0,16	0,11	Seragam
				0,14			Seragam
				0,14			Seragam
		B2	0,15	0,14	0,20	0,11	Seragam
				0,18			Seragam
				0,14			Seragam
		B3	0,16	0,15	0,2	0,1	Seragam
				0,15			Seragam
				0,19			Seragam
		P22	0,24	0,21	0,30	0,18	Seragam
				0,24			Seragam
				0,27			Seragam
14	Melepas Pasak Bokaki	B1	0,11	0,11	0,12	0,10	Seragam
				0,11			Seragam
				0,11			Seragam
		B2	0,12	0,12	0,15	0,08	Seragam

No	Proses	Model	X bar	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,10			Seragam
				0,13			Seragam
		B3	0,08	0,08	0,11	0,05	Seragam
				0,06			Seragam
				0,09			Seragam
15	Melepas & Meletakkan Jig Bokaki	B1	0,06	0,07	0,08	0,04	Seragam
				0,06			Seragam
				0,05			Seragam
		B2	0,17	0,14	0,21	0,12	Seragam
				0,17			Seragam
				0,19			Seragam
		B3	0,15	0,14	0,18	0,13	Seragam
				0,16			Seragam
				0,15			Seragam
		P22	0,32	0,36	0,40	0,25	Seragam
				0,30			Seragam
				0,31			Seragam
16	Taruh <i>Backpost</i> ke Rak	B1	0,09	0,08	0,12	0,07	Seragam
				0,09			Seragam

No	Proses	Model	X	Hasil	BKA	BKB	Keterangan
				0,11			Seragam
		B2	0,22	0,25	0,29	0,16	Seragam
				0,24			Seragam
				0,19			Seragam
		B3	0,35	0,35	0,35	0,35	Seragam
				0,35			Seragam
				0,35			Seragam
		P22	0,36	0,28	0,49	0,22	Seragam
				0,37			Seragam
				0,42			Seragam

4.4.12 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

a. Proses *Router*1) *B1 Series*Tabel 4. 11 Waktu & Elemen Kerja *Set Up Router B1 series*

No	Elemen Kerja	Rata-rata Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,57	✓	
2	Memasang di meja	0,16	✓	
3	Pasang jig tepi	0,25	✓	
4	Pasang klem	0,08	✓	
5	Ambil jig tengah	0,11	✓	
6	Pasang jig tengah	0,08	✓	
7	Lepas jig tepi	0,20	✓	
8	Lepas klem	0,05	✓	
9	Lepas jig tengah	0,02	✓	
10	Ambil & taruh jig tengah	0,08	✓	
11	Memindahkan backpost	0,26	✓	
	Total (menit)			1,86

Selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku, untuk menghitung waktu normal didapat dari perkalian antara nilai p pada *rating factor* dikali dengan waktu siklus sesuai dengan perhitungan pada tabel 4.5 adalah sebagai berikut:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} \times p \quad 4.1$$

$$= 1,86 \times 1,14 = 2,12 \text{ menit}$$

Didapat waktu normal untuk proses *set up Router* adalah sebesar 2,12 menit, selanjutnya menghitung waktu baku yang didapat dari waktu normal ditambah waktu normal yang sudah dikalikan dengan *Allowance* sebagai berikut:

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \left(\frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right) \quad 4.2$$

$$= 2,12 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 3,21 \text{ menit}$$

Maka waktu baku operator untuk proses *set up Router B1 series* adalah 3,21 menit.

2) B2 Series

Tabel 4. 12 Waktu & Elemen Kerja *Set Up Router B2 Series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,59	✓	
2	Memasang di meja	0,22	✓	
3	Pasang jig tepi	0,25	✓	
4	Pasang klem	0,08	✓	
5	Ambil jig tengah	0,11	✓	
6	Pasang jig tengah	0,08	✓	
7	Lepas jig tepi	0,20	✓	
8	Lepas klem	0,05	✓	
9	Lepas jig tengah	0,02	✓	
10	Ambil & taruh jig tengah	0,08	✓	
11	Memindahkan backpost	0,20	✓	
Total (menit)			1,88	

Selanjutnya menghitung kembali waktu normal dan waktu baku dari proses *set up B2 series* dengan perhitungan yang sama didapat waktu normal adalah perkalian antara waktu siklus *set up* sebagai berikut:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} \times p$$

$$\text{Waktu Normal} = 1,88 \times 1,14 = 2,14 \text{ menit}$$

Waktu normal untuk *set up Router B2 series* adalah 2,14 menit, setelah itu mencari waktu baku dari proses *set up Router B2 series* dengan rumus:

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \left(\frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right)$$

$$Waktu\ Baku = 2,14 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 3,25\ Menit$$

Waktu baku bagi operator proses *Router B2 series* adalah sebesar 3,25 menit.

3) B3 Series

Tabel 4. 13 Waktu & Elemen Kerja *Set Up Router B3 Series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,44	✓	
2	Memasang di meja	0,53	✓	
3	Pasang jig tepi	0,24	✓	
4	Pasang klem	0,29	✓	
5	Ambil jig tengah	0,10	✓	
6	Pasang jig tengah	0,09	✓	
7	Lepas jig tepi	0,36	✓	
8	Lepas klem	0,13	✓	
9	Lepas jig tengah	0,12	✓	
10	Ambil & taruh jig tengah	0,09	✓	
11	Memindahkan backpost	0,30	✓	
Total			2,69	

Sama seperti dua model Piano sebelumnya, rumus untuk mencari waktu normal dari proses *Set Up B3 series* adalah sebagai berikut:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus \times p$$

$$Waktu\ Normal = 2,69 \times 1,14 = 3,07\ Menit$$

Didapat waktu normal untuk proses *set up B3 series* adalah 3,07 menit, selanjutnya kembali menghitung waktu baku dari model *B3 series* dengan rumus:

$$Waktu\ Baku = Waktu\ Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu\ Baku = 3,07 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 4,65\ Menit$$

Didapat waktu baku operator untuk proses *set up* model B3 *series* adalah sebesar 4,65 menit.

4) P22 *Series*

Tabel 4. 14 Waktu *Set Up* Proses Router P22 *Series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,83	✓	
2	Memasang di meja	0,42	✓	
3	Pasang jig tepi	0,20	✓	
4	Pasang klem	0,13	✓	
5	Ambil jig tengah	0,14	✓	
6	Pasang jig tengah	0,12	✓	
7	Lepas jig tepi	0,09	✓	
8	Lepas klem	0,05	✓	
9	Lepas jig tengah	0,02	✓	
10	Ambil & taruh jig tengah	0,14	✓	
11	Memindahkan backpost	0,54	✓	
	Total		2,68	

Dengan langkah yang sama seperti sebelumnya untuk mencari waktu normal dari proses *set up* model P22 *series* adalah seperti berikut:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus + p$$

$$Waktu\ Normal = 2,68 \times 1,14 = 3,06\ Menit$$

Langkah terakhir mencari waktu baku dari proses *set up Router P22 series* dengan rumus:

$$Waktu\ Baku = Waktu\ Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu\ Baku = 3,06 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 4,63\ \text{menit}$$

Jadi waktu baku untuk operator proses *set up Router P22 series* adalah selama 4,63 menit.

b. Proses Bokaki

1) B1 Series

Tabel 4. 15 Waktu & Elemen Kerja *Set Up Bokaki B1 Series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,20	✓	
2	Pasang pasak bokaki	0,14	✓	
3	Lepas pasak bokaki	0,11	✓	
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,06	✓	
5	Taruh ke rak	0,09	✓	
Total (menit)			0,60	

Didapat waktu siklus proses *set up Bokaki B1 series* selama 0,60 menit selanjutnya menghitung waktu normal dari proses *set up Bokaki B1 series* dengan rumus:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus \times p$$

$$Waktu\ Normal = 0,60 \times 1,14 = 0,68\ \text{menit}$$

Didapat waktu normal dari proses *set up Bokaki B1 Series* selama 0,68 menit, selanjutnya menghitung waktu baku dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu\ Baku = Waktu\ Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu\ Baku = 0,68 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,04\ \text{menit}$$

Diketahui waktu baku untuk proses *set up Bokaki B1 series* adalah selama 1,04 menit.

2) B2 Series

Tabel 4. 16 Waktu & Elemen Kerja *set up Bokaki B2 series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,41	✓	
2	Pasang pasak bokaki	0,15	✓	
3	Lepas pasak bokaki	0,12	✓	
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,06	✓	
5	Taruh ke rak	0,22	✓	
Total (menit)			0,96	

Setelah didapat waktu siklus proses *set up Bokaki B2 series* yaitu selama 0,96 menit selanjutnya menghitung waktu normal dengan rumus:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 0,96 \times 1,14 = 1,09 \text{ menit}$$

Setelah mendapat waktu normal untuk proses *set up Bokaki B2 series* yaitu selama 1,09 menit, langkah terakhir adalah menghitung waktu baku dengan rumus:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 1,09 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,66 \text{ menit}$$

Diketahui waktu baku untuk proses *set up Bokaki B2 series* adalah selama 1,66 menit.

3) B3 Series

Tabel 4. 17 Waktu & Elemen Kerja *set up Bokaki B3 series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,25	✓	
2	Pasang pasak bokaki	0,16	✓	

3	Lepas pasak bokaki	0,08	✓
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,15	✓
5	Taruh ke rak	0,35	✓
Total (menit)		0,99	

Didapat waktu siklus untuk proses *set up Bokaki B3 series* adalah 0,99 menit selanjutnya adalah menghitung waktu normal dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 0,99 \times 1,14 = 1,13 \text{ menit}$$

Diketahui waktu normal dari proses *set up Bokaki B3 series* adalah selama 1,13 menit selanjutnya dilakukan perhitungan waktu baku dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 1,13 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,71 \text{ menit}$$

Didapat waktu baku untuk proses *set up Bokaki B3 series* adalah selama 1,71 menit.

4) P22 Series

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,30	✓	
2	Pasang pasak bokaki	0,24	✓	
3	Lepas pasak bokaki	0,00	✓	
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,32	✓	
5	Taruh ke rak	0,36	✓	
Total (menit)			1,22	

Waktu siklus dari proses *set up Bokaki P22 series* adalah 1,22 menit, setelah mendapat waktu siklus selanjutnya adalah menghitung waktu normal dengan rumus:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} \times p$$

$$\text{Waktu Normal} = 1,22 \times 1,14 = 1,40 \text{ menit}$$

Diketahui waktu normal untuk proses *set up Bokaki P22 series* adalah 1,40 menit, langkah terakhir adalah mencari waktu baku dari proses *set up Bokaki P22 series* dengan rumus:

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \left(\frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right)$$

$$\text{Waktu Baku} = 1,40 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 2,11 \text{ menit}$$

Didapat waktu baku untuk proses *set up Bokaki P22 series* adalah 2,11 menit.

4.4.13 Perubahan Aktivitas Internal Menjadi Eksternal

Sebelum adanya penerapan metode SMED, semua aktivitas ketika *set up* berlangsung termasuk ke dalam aktivitas internal, setelah adanya penerapan metode SMED barulah diklasifikasikan elemen kerja yang termasuk ke dalam aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Tujuan dari adanya klasifikasi aktivitas ini adalah agar aktivitas internal atau aktivitas yang dilakukan ketika mesin berhenti beroperasi dapat dilakukan ketika aktivitas eksternal atau ketika mesin sedang beroperasi (Ahmad Mulyana, 2017). Selain itu apabila memungkinkan dapat mengurangi atau menghilangkan aktivitas internal yang tergolong dalam aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah.

a. Proses *Router*

1) *B1 Series*

Tabel 4. 18 Konversi Elemen Kerja *set up Router B1 series*

No	Elemen Kerja	Rata-rata waktu	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,57	✗	
2	Memasang di meja	0,16	✓	
3	Pasang jig tepi	0,25	✓	
4	Pasang klem	0,08	✓	
5	Ambil jig tengah	0,07	✓	
6	Pasang jig tengah	0,08	✓	
7	Lepas jig tepi	0,2		✓
8	Lepas klem	0,05		✓
9	Lepas jig tengah	0,02		✓
10	Ambil & taruh jig tengah	0,04	✓	
11	Memindahkan backpost	0,26	✗	

No	Elemen Kerja	Rata-rata waktu	Internal	Eksternal
	Total (menit)		0,70	0,25

Didapat waktu siklus untuk proses *set up Router B1 series* selama 0,7 menit. Selanjutnya menghitung waktu normal dengan rumus:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Siklus} \times p$$

$$\text{Waktu Normal} = 0,70 \times 1,14 = 0,80 \text{ menit}$$

Didapat waktu normal untuk proses *set up Router B1 series* adalah 0,80 menit. Setelah mendapatkan nilai waktu normal selanjutnya adalah mencari waktu baku dari proses *set up Router B1 series* dengan rumus:

$$\text{Waktu Baku} = \text{Waktu Normal} \times \left(\frac{100}{100 - \text{Allowance}} \right)$$

$$\text{Waktu Baku} = 0,80 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,21 \text{ menit}$$

Waktu baku untuk proses *set up Router B1 series* setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal adalah selama 1,21 menit.

2) B2 Series

Tabel 4. 19 Konversi Elemen Kerja *set up Router B2 series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,59	✗	
2	Memasang di meja	0,22	✓	
3	Pasang jig tepi	0,25	✓	
4	Pasang klem	0,04	✓	
5	Ambil jig tengah	0,07	✓	
6	Pasang jig tengah	0,08	✓	
7	Lepas jig tepi	0,2		✓
8	Lepas klem	0,02		✓

9	Lepas jig tengah	0,02		✓
10	Ambil & taruh jig tengah	0,04	✓	
11	Memindahkan backpost	0,2	✗	
Total (menit)			0,72	0,22

Waktu siklus untuk proses *set up Router B2 series* adalah selama 0,72 menit. Selanjutnya menghitung waktu normal untuk proses *set up Router B2 series* dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 0,72 \times 1,14 = 0,82 \text{ menit}$$

Didapat waktu normal untuk proses *set up B2 series* adalah selama 0,82 menit. Terakhir adalah menghitung waktu baku proses *set up B2 series* setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal dengan rumus:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 0,82 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,24 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku proses *set up B2 series* setelah adanya konversi aktivitas dengan metode SMED adalah selama 1,24 menit.

3) B3 Series

Tabel 4. 20 Konversi Elemen Kerja *set up Router B3 series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,44	✗	
2	Memasang di meja	0,53	✓	
3	Pasang jig tepi	0,24	✓	
4	Pasang klem	0,13	✓	
5	Ambil jig tengah	0,6	✓	

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
6	Pasang jig tengah	0,09	✓	
7	Lepas jig tepi	0,36		✓
8	Lepas klem	0,07		✓
9	Lepas jig tengah	0,12		✓
10	Ambil & taruh jig tengah	0,04	✓	
11	Memindahkan backpost	0,3	✗	
Total (menit)			1,21	0,43

Didapat waktu siklus proses *set up Router B3 series* setelah adanya konversi aktivitas adalah selama 1,21 menit. Selanjutnya menghitung waktu normal dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 1,21 \times 1,14 = 1,38 \text{ menit}$$

Diketahui waktu normal proses *set up Router B3 series* setelah adanya konversi adalah selama 1,38 menit. Terakhir adalah menghitung waktu baku proses *set up* setelah adanya konversi aktivitas dengan rumus:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 1,38 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 2,09 \text{ menit}$$

Waktu baku untuk proses *set up B3 series* setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal adalah selama 2,09 menit.

4) P22 Series

Tabel 4. 21 Konversi Elemen Kerja *set up Router P22 series*

No	Elemen Kerja	Waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Membersihkan meja router	0,83	✗	
2	Memasang di meja	0,42	✓	
3	Pasang jig tepi	0,20	✓	
4	Pasang klem	0,13	✓	
5	Ambil jig tengah	0,7	✓	
6	Pasang jig tengah	0,12	✓	
7	Lepas jig tepi	0,09		✓
8	Lepas klem	0,05		✓
9	Lepas jig tengah	0,02		✓
10	Ambil & taruh jig tengah	0,7	✓	
11	Memindahkan backpost	0,24	✓	
Total (menit)			2,53	0,14

Didapat waktu siklus untuk proses *set up Router P22 series* setelah adanya konversi aktivitas adalah selama 2,53 menit, selanjutnya kembali menghitung waktu normal untuk proses *set up* setelah adanya konversi aktivitas dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 2,52 \times 1,14 = 2,88 \text{ menit}$$

Waktu normal untuk proses *set up Router P22 series* adalah selama 2,88 menit. Langkah terakhir adalah menghitung waktu baku setelah adanya konversi aktivitas proses *set up Router P22 series* dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu\ Baku = Waktu\ Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu\ Baku = 2,88 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 4,37\ \text{menit}$$

Waktu baku proses *set up Router P22 series* setelah adanya proses konversi aktivitas adalah selama 4,37 menit.

b. Proses *Bokaki*

1) *B1 series*

Tabel 4. 22 Konversi Elemen Kerja *set up Bokaki B1 series*

No	Elemen Kerja	Rata-rata waktu	
		(menit)	Internal Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,2	✓
2	Pasang pasak bokaki	0,14	✓
3	Lepas pasak bokaki	0,11	✓
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,06	✓
5	Taruh ke rak	0,09	✓
Total (menit)			0,35 0,25

Didapat waktu siklus setelah adanya konversi aktivitas pada proses *set up Bokaki B1 series* adalah selama 0,35 menit, selanjutnya adalah menghitung waktu normal dari proses *set up Bokaki B1 series* dengan rumus:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Normal \times p$$

$$Waktu\ Normal = 0,35 \times 1,14 = 0,40\ \text{menit}$$

Setelah mendapat waktu normal selanjutnya menghitung waktu baku proses *set up Bokaki B1 series* setelah adanya konversi aktivitas dengan rumus:

$$Waktu\ Baku = Waktu\ Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu\ Baku = 0,40 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 0,60\ \text{menit}$$

Didapat waktu baku untuk proses *set up Bokaki B1 series* setelah adanya konversi aktivitas adalah selama 0,60 menit.

2) *B2 series*

Tabel 4. 23 Konversi Elemen Kerja *set up Bokaki B2 series*

No	Elemen Kerja	Rata-rata waktu	
		(menit)	Internal Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,41	✓
2	Pasang pasak bokaki	0,15	✓
3	Lepas pasak bokaki	0,12	✓
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,06	✓
5	Taruh ke rak	0,22	✓
Total (menit)			0,69 0,27

Didapat waktu siklus untuk proses *set up Bokaki B2 series* adalah selama 0,69 menit setelah adanya konversi aktivitas, selanjutnya waktu siklus akan dihitung kembali untuk menghitung waktu normal dengan rumus seperti berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 0,69 \times 1,14 = 0,79 \text{ menit}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh waktu normal untuk proses *set up Bokaki B2 series* adalah selama 0,79 menit setelah adanya konversi aktivitas. Selanjutnya menghitung waktu baku dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 0,79 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,19 \text{ menit}$$

Didapat waktu baku setelah adanya konversi aktivitas pada proses *set up Bokaki B2 series* adalah selama 1,19 menit.

3) *B3 series*

Tabel 4. 24 Konversi Elemen Kerja *set up Bokaki B3 series*

No	Elemen Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,25	✓	
2	Pasang pasak bokaki	0,16		✓
3	Lepas pasak bokaki	0,08		✓
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,15	✓	
5	Taruh ke rak	0,35	✓	
Total (menit)			0,75	0,24

Dari tabel di atas didapat waktu siklus proses *set up B3 series* setelah adanya konversi adalah selama 0,75 menit. Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu normal dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Normal \times p$$

$$Waktu Normal = 0,75 \times 1,14 = 0,86 \text{ menit}$$

Didapat waktu normal setelah adanya konversi aktivitas pada proses *set up B3 series* adalah 0,86 menit. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu baku dari proses *set up Bokaki B3 series* setelah adanya konversi aktivitas dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 0,86 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,30 \text{ menit}$$

Waktu baku proses *set up Bokaki B3 series* setelah adanya konversi aktivitas diketahui adalah selama 1,30 menit.

4) P22 series

Tabel 4. 25 Konversi Elemen Kerja *set up Bokaki P22 series*

No	Elemen Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
----	--------------	----------------------------	----------	-----------

1	Ambil & Pasang jig bokaki	0,3	✓	
2	Pasang pasak bokaki	0,24		✓
3	Lepas pasak bokaki	0		✓
4	Lepas & taruh jig bokaki	0,32	✓	
5	Taruh ke rak	0,36	✓	
Total (menit)			0,98	0,24

Didapat waktu siklus untuk proses *set up Bokaki P22 series* adalah selama 0,98 menit, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mendapatkan waktu normal dari proses *set up Bokaki P22 series* setelah adanya konversi aktivitas dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Normal = Waktu Siklus \times p$$

$$Waktu Normal = 0,98 \times 1,14 = 1,12 \text{ menit}$$

Setelah mendapatkan waktu normal selanjutnya menghitung waktu baku proses *set up Bokaki P22 series* setelah adanya konversi aktivitas dengan metode SMED dengan rumus sebagai berikut:

$$Waktu Baku = Waktu Normal \times \left(\frac{100}{100 - Allowance} \right)$$

$$Waktu Baku = 1,12 \times \left(\frac{100}{100 - 34} \right) = 1,69 \text{ menit}$$

Didapat waktu baku proses *set up Bokaki P22 series* setelah adanya konversi aktivitas adalah selama 1,69 menit.

4.4.14 Penyederhanaan Aktivitas *Set Up*

1. Perbaikan proses kerja

Tabel 4. 26 Usulan Perbaikan *set up*

<i>Before</i>	Ide Perbaikan
	
<p>Sebelum proses <i>Router</i> dimulai, operator selalu membersihkan meja dari serbuk kayu hasil proses sebelumnya. Aktivitas ini memakan waktu selama 0,57 menit pada meja B1</p>	<p>Mengaktifkan kembali pipa <i>dust collector</i> yang tidak terpakai. <i>Kaizen</i> yang diusulkan berkaitan dalam mengeliminasi elemen kerja Membersihkan meja <i>Router</i> pada elemen kerja <i>set up Router</i>.</p>

2. Perbaikan peletakan jig tengah *router*Tabel 4. 27 Ide Perbaikan Peletakan Jig *Router*

<i>Before</i>	Ide Perbaikan
----------------------	----------------------

	
<p>Setelah melakukan proses <i>Router</i> operator melakukan 12 langkah untuk mengambil dan meletakkan jig <i>router</i> ke tempat penyimpanannya. Estimasi pengurangan waktu selama 0,09 menit.</p>	<p>Membuat tempat khusus di tiap meja <i>Router Bokaki</i> untuk jig <i>Router</i> agar operator tidak perlu mengambil dan meletakkan jig <i>Router</i>. <i>Kaizen</i> ini untuk meminimasi waktu dari elemen kerja <i>set up</i> yaitu Mengambil Jig <i>Router</i> & Menaruh Jig <i>Router</i>.</p>

3. Mengubah klem model P22 series

Tabel 4. 28 Ide Perbaikan Klem Manual

Before	Ide Perbaikan
	
<p>Operator memerlukan waktu untuk memasang dan melepas klem manual selama total 0,18 menit.</p>	<p>Mengganti klem manual dengan toggle klem otomatis pada klem P22 series dengan estimasi pengurangan waktu selama 0,04 menit pada elemen kerja</p>

	Melepas dan Mengencangkan klem untuk model P22 <i>series</i> pada proses Router.
--	--

4. Mengubah klem model B3 *series*

Tabel 4. 29 Ide Perbaikan Klem Manual

Before	Ide Perbaikan
	
<p>Operator memerlukan waktu selama total 0,42 menit untuk memasang klem manual model B3 <i>series</i>.</p>	<p>Mengganti klem manual tipe B3 <i>series</i> dengan togel klem dengan estimasi pengurangan waktu selama 0,14 menit pada elemen kerja Melepas & Mengencangkan klem model B3 <i>series</i> pada proses Router.</p>

5. Mengubah klem model B2 *series*

Tabel 4. 30 Ide Perbaikan Klem Manual

Before	Ide Perbaikan
---------------	----------------------

	
<p>Operator memerlukan waktu selama 0,13 menit untuk memasang dan melepas dua buah klem manual untuk tipe B2 <i>series</i>.</p>	<p>Mengganti klem manual tipe B2 <i>series</i> menjadi klem tipe B1 <i>series</i> dengan estimasi pengurangan waktu pada elemen kerja Memasang dan Melepas selama 0,07 menit pada <i>set up</i> Proses <i>Router</i>.</p>

6. Menambah 1 *air cylinder*

Tabel 4. 31 Ide Perbaikan *air cylinder*

<i>Before</i>	Ide Perbaikan
	
<p>Saat ini untuk memindahkan <i>Back Post</i> tipe B3 dari satu meja ke meja yang lain membutuhkan dua orang operator.</p>	<p>Menambah satu <i>air cylinder</i> untuk mengangkat <i>Back Post</i> agar aktivitas memindahkan <i>Back Post</i> hanya dilakukan di satu meja saja tidak perlu dipindahkan. <i>Kaizen</i> ini berkaitan</p>

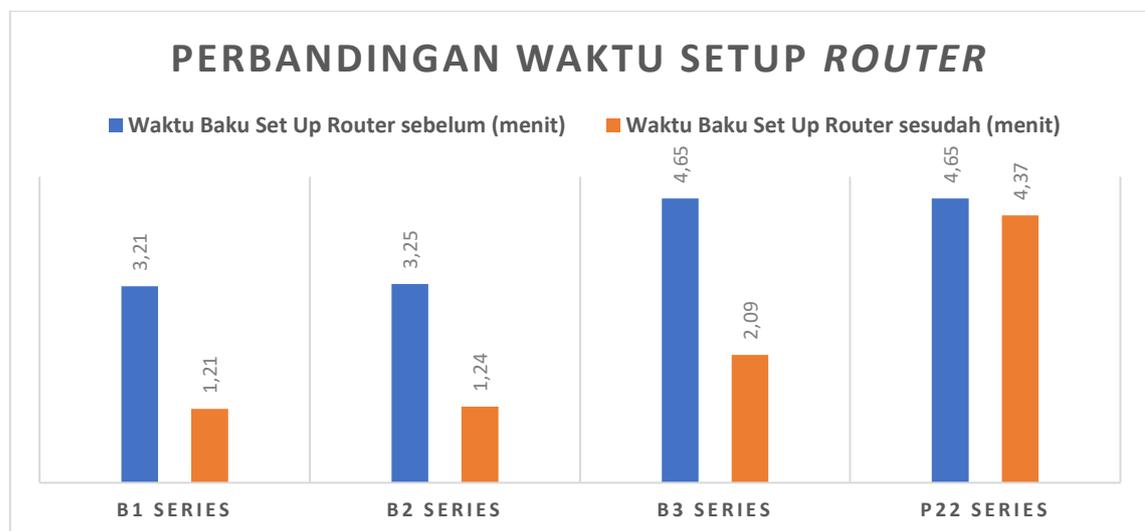
	dengan elemen kerja Memindahkan backpost pada proses <i>Router</i> .
--	--

4.4.15 Perbandingan Waktu *Set Up* Sebelum & Sesudah Penerapan SMED

Berikut merupakan perbandingan waktu *set up* sebelum dan sesudah perbaikan dengan metode SMED:

Tabel 4. 32 Perbandingan Waktu *Set Up Router* Sebelum & Sesudah Perbaikan

Model	Waktu Baku <i>Set Up Router</i> sebelum (menit)	Waktu Baku <i>Set Up Router</i> sesudah (menit)	Persentase Penurunan
B1 series	3,21	1,21	62%
B2 series	3,25	1,24	62%
B3 series	4,65	2,09	35%
P22 series	4,65	4,37	6%



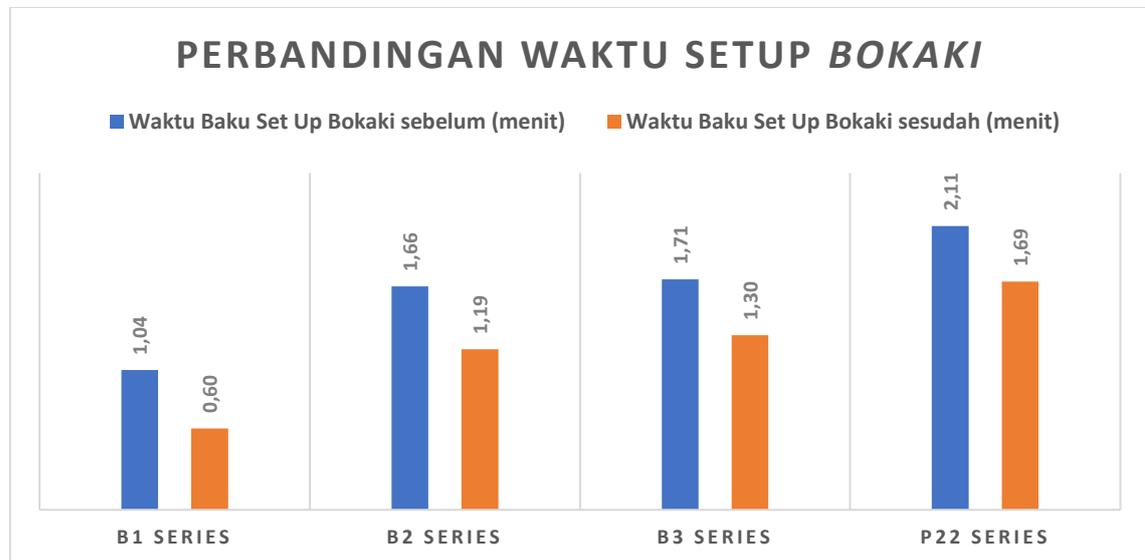
Grafik 4. 1 Perbandingan Waktu *Set Up Router*

Berdasarkan tabel 4.32 dan grafik 4.1 didapat selisih untuk waktu *set up* proses *Router* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED untuk model B1 series adalah selama 2 menit dengan persentase penurunan sebesar 62%. Selanjutnya untuk model B2 series

didapat selisih penurunan waktu *set up* selama 2,01 menit dengan persentase penurunan sebesar 62%. Untuk model B3 *series* didapat penurunan waktu *set up* selama 2,56 menit dengan persentase penurunan sebesar 35% dan untuk model terakhir yaitu model P22 *series* didapat selisih penurunan waktu *set up* selama 0,28 menit.

Tabel 4. 33 Perbandingan Waktu *set up* *Bokaki*

Model	Waktu Baku <i>Set Up</i> <i>Bokaki</i> sebelum (menit)	Waktu Baku <i>Set Up</i> <i>Bokaki</i> sesudah (menit)	Persentase Penurunan
B1 <i>series</i>	1,04	0,60	41%
B2 <i>series</i>	1,66	1,19	28%
B3 <i>series</i>	1,71	1,30	24%
P22 <i>series</i>	2,11	1,69	20%



Grafik 4. 2 Perbandingan Waktu *Set Up* *Bokaki*

Sementara berdasarkan tabel 4.33 dan grafik 4.2 diketahui selisih waktu *set up* proses *Bokaki* untuk model B1 *series* adalah selama 0,44 menit dengan persentase penurunan sebesar 41%. Untuk model B2 *series* diketahui selisih penurunan waktu *set up* selama 0,47 menit dengan persentase sebesar 28%. Selanjutnya untuk model B3 *series* didapat selisih penurunan selama 0,41 menit dengan persentase penurunan sebesar 24%. Dan

untuk model terakhir yaitu model P22 *series* didapat selisih waktu *set up* selama 0,42 menit dengan persentase sebesar 20%.

Tabel 4. 34 Waktu Sebelum & Sesudah Penerapan SMED pada Kelompok *Soundboard Glue UP*

Model	Waktu Standar/ Waktu Siklus Sebelum	Waktu Standar/Waktu Siklus Sesudah	Persentase Penurunan
B1 <i>series</i>	20,66	19,09	7,6%
B2 <i>series</i>	19,07	17,55	8%
B3 <i>series</i>	20,7	19,49	5,8%
P22 <i>series</i>	20,6	19,82	3,8%

Setelah mendapatkan waktu *set up* setelah adanya penerapan SMED, selanjutnya menggabungkan alternatif waktu *set up* tersebut dengan keseluruhan waktu standar pada kelompok *Soundboard Glue UP*. Didapat selisih waktu standar pada model B1, B2, B3 dan P22 *series* secara berurutan adalah selama 1,57 menit, 1,52 menit, 1,21 menit dan 0,78 menit dengan persentase penurunan sebesar 7,6%, 8%, 5,8% dan 3,8% pada setiap model secara berurutan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Penerapan SMED

Metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) adalah salah satu *tools Lean Manufacturing* yang bertujuan untuk meminimasi waktu *set up* dari sebuah proses produksi. Langkah-langkah dalam penerapan metode SMED antara lain sebagai berikut:

5.5.1 Dokumentasi

Langkah awal dalam penerapan metode SMED adalah mendokumentasikan segala aktivitas operator ketika melakukan *set up* dalam proses *Router Bokaki* dengan cara melakukan wawancara dan juga melakukan perekaman video ketika proses *set up* berlangsung. Kemudian setelah melakukan pengamatan langsung, dilakukan pencatatan aktivitas *set up* operator dan juga menghitung waktu yang dibutuhkan setiap proses *set up* berlangsung.

5.5.2 Klasifikasi Aktivitas *Setup* Internal & Eksternal

Setelah melakukan proses dokumentasi langkah selanjutnya adalah membagi aktivitas operator ketika *set up* ke dalam dua aktivitas yaitu aktivitas internal dan aktivitas eksternal. Aktivitas internal merupakan aktivitas *set up* yang dilakukan ketika mesin dalam keadaan berhenti beroperasi, sebaliknya aktivitas eksternal adalah aktivitas *set up* yang dilakukan ketika mesin sedang beroperasi atau proses utama sedang dilakukan.

Kondisi aktual ketika *set up* berlangsung pada proses *Router Bokaki* pada awalnya merupakan aktivitas internal. Dengan waktu baku *set up* proses *Router* untuk *B1 series* adalah selama 3,21 menit, *B2 series* adalah selama 3,25 menit, *B3 series* adalah selama 4,65 menit, dan untuk *P22 series* adalah selama 4,65 menit. Untuk waktu baku proses *set up Bokaki* model *B1 series* adalah selama 1,04 menit, *B2 series* adalah selama 1,66 menit, *B3 series* adalah selama 1,71 menit dan untuk model *P22 series* adalah selama 2,11 menit.

5.5.3 Konversi Aktivitas *Setup* Internal Menjadi Eksternal

Pada langkah ini dilakukan konversi aktivitas internal yang memungkinkan menjadi aktivitas eksternal sehingga diperoleh prosedur *set up* yang baru dan juga menghilangkan aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah atau *waste* (Heriansyah & Ikatrinasari, 2017). Konversi aktivitas internal menjadi eksternal bertujuan agar proses *set up* dapat dilakukan bersamaan dengan proses utama. Proses konversi aktivitas internal menjadi

eksternal tidak ada acuan khusus, maka dari itu proses konversi aktivitas *set up* didasarkan pada pengamatan secara langsung pada lini produksi (Haifa & Permatasari, 2020).

Waktu baku pada proses *Set Up Router* yang dilakukan dengan perhitungan secara tidak langsung berupa perubahan aktivitas internal menjadi eksternal didapat waktu baku setelah adanya konversi aktivitas dan adanya perbaikan pada proses *set up* untuk model B1 *series* adalah selama 1,21 menit dari yang sebelumnya adalah selama 3,21 menit dengan mengubah aktivitas internal melepas jig tepi dan melepas klem menjadi eksternal dengan cara aktivitas tersebut dibantu oleh operator lain atau pun *Leader* kelompok *Soundboard Glue UP* dan juga melakukan perbaikan pada aktivitas-aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah seperti membersihkan meja *router* yang memerlukan waktu selama 0,57 menit, memindahkan *Backpost* yang memerlukan waktu selama 0,26 menit, mengambil dan menaruh jig tengah yang memerlukan waktu selama 0,11 menit dan 0,08 menit.

Waktu baku proses *set up Router* model B2 *series* setelah adanya konversi aktivitas internal menjadi eksternal dan juga perbaikan *kaizen* untuk menghilangkan aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah adalah selama 1,24 menit dari yang sebelumnya adalah selama 3,25 menit. Perbaikan *kaizen* tersebut antara lain dengan menghilangkan proses membersihkan meja *Router* yang memakan waktu selama 0,59 menit, menghilangkan aktivitas memindahkan *Backpost* yang memakan waktu selama 0,20 menit, meminimasi waktu mengambil dan menaruh jig tengah yang memakan waktu 0,08 menit dan juga 0,05 menit, dan juga mengganti dua buah klem model B2 menjadi satu buah model klem B1 *series* yang memakan waktu selama 0,13 menit.

Waktu baku proses *set up Router* B3 *series* setelah adanya konversi aktivitas dan perbaikan *kaizen* untuk menghilangkan pemborosan didapat waktu baku selama 2,09 menit yang sebelumnya adalah selama 4,65 menit. Konversi aktivitas internal yaitu melepas jig tepi dan melepas klem menjadi aktivitas eksternal dengan cara dibantu oleh operator lain atau dapat dibantu oleh *Leader* kelompok *Soundboard Glue UP*. Sementara perbaikan *kaizen* diterapkan untuk menghilangkan aktivitas membersihkan meja *Router* yang memakan waktu selama 0,44 menit dengan cara mengaktifkan kembali pipa penyedot debu yang terdapat pada *section Soundboard Glue UP*, kemudian meminimasi waktu memasang dan melepas klem manual yang memakan waktu selama 0,42 menit dengan mengganti klem manual menjadi toggle klem, meminimasi waktu mengambil dan meletakkan jig tengah yang memakan waktu selama 0,10 menit dengan cara memperbaiki

peletakkan jig tengah yang dijadikan satu dengan meja *Router* sehingga dapat menghemat waktu operator ketika melakukan *set up*. Terakhir adalah menambah satu buah *air cylinder* untuk menghilangkan proses memindahkan *Backpost* dari satu meja ke meja lainnya yang memakan waktu selama 0,30 menit.

Hasil waktu baku setelah adanya konversi aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal dan adanya perbaikan *kaizen* pada proses *set up Router* model P22 *series* adalah selama 4,37 menit yang sebelumnya adalah selama 4,65 menit. Beberapa perbaikan *kaizen* diterapkan berupa mengaktifkan kembali pipa penyedot debu untuk menghilangkan proses membersihkan meja *router* yang memakan waktu selama 0,83 menit. Kemudian mengganti klem manual yang terdapat pada meja *Router P22 series* menjadi togle klem untuk meminimasi waktu memasang dan melepas klem yang memakan waktu selama 0,18 menit. Perbaikan selanjutnya adalah menggabungkan penyimpanan jig tengah P22 *series* dengan meja *Router* untuk menghemat waktu operator dalam mengambil dan menaruh jig tengah yang memakan waktu selama 0,28 menit. Perbaikan yang terakhir adalah menambah *air cylinder* agar proses mengangkat *Backpost* yang memerlukan dua orang yang memakan waktu selama 0,54 menit menjadi satu orang operator saja.

Hasil konversi aktivitas internal menjadi eksternal berdasarkan perhitungan secara tidak langsung pada proses *set up Bokaki* untuk tiap model mulai dari B1 *series*, B2 *series*, B3 *series*, & P22 *series* didapat waktu selama 0,60 menit, 1,19 menit, 1,30 menit dan 1,69 menit dari yang sebelumnya adalah 1,04 menit, 1,66 menit, 1,71 menit dan 2,11 menit, dimana penurunan waktu baku tersebut dikarenakan adanya aktivitas yang diubah menjadi aktivitas eksternal ketika proses *set up Bokaki* antara lain proses memasang pasak dan melepas pasak yang dapat dilakukan secara bersamaan dengan aktivitas gergaji *Backpost* yang termasuk proses utama dalam proses *Bokaki Backpost* sehingga proses *set up* dapat berjalan lebih cepat.

5.5.4 Hasil Penerapan SMED

Hasil penerapan metode SMED pada proses *set up Router* model B1, B2, B3 & P22 *series* menghasilkan perubahan waktu baku sebelum dan sesudah yaitu 1,21 menit dari yang sebelumnya 3,21 menit dengan penurunan sebesar 62% untuk model B1 *series*, sementara untuk model B2 *series* didapat perubahan waktu selama 1,24 menit dari yang sebelumnya adalah selama 3,25 menit dengan penurunan sebesar 62%. Untuk model B3 dan P22 *series* didapat penurunan selama 2,09 menit dari yang sebelumnya adalah 4,65 menit dan

selama 4,37 menit dari yang sebelumnya 4,65 menit dengan penurunan bagi kedua model tersebut adalah 35% dan 6%. Selanjutnya pada kondisi awal proses *set up Router* terdapat 11 aktivitas internal menjadi 9 aktivitas internal dan 2 aktivitas eksternal pada semua model.

Sementara untuk proses *set up Bokaki* model B1 *series* didapat setelah adanya penerapan SMED waktu *set up* menurun menjadi 0,60 menit dari yang sebelumnya adalah selama 1,04 menit dengan persentase penurunan sebesar 41%, untuk model B2 *series* didapat penurunan selama 1,19 menit dari yang sebelumnya adalah selama 1,66 menit dengan persentase penurunan sebesar 28%, selanjutnya untuk model B3 *series* didapat penurunan waktu dari yang awalnya adalah selama 1,71 menit menjadi 1,30 menit dengan persentase penurunan sebesar 24%. Untuk model terakhir yaitu model P22 *series* didapat penurunan menjadi 1,69 menit dari yang sebelumnya yaitu 2,11 menit dengan persentase penurunan sebesar 20%. Adanya penurunan waktu *set up* didapatkan dari adanya konversi aktivitas yang semula adalah lima aktivitas internal menjadi 3 aktivitas internal dan dua aktivitas eksternal.

Melalui perbaikan dengan metode SMED dan *kaizen* dalam meminimasi waktu *set up* pada proses *Router Bokaki* maka didapat waktu proses keseluruhan yang terbaru dalam kelompok *Soundboard Glue UP* untuk tiap model adalah selama 19,09 menit selisih 1,57 menit dari yang awalnya adalah selama 20,66 menit untuk model B1, 17,55 menit selisih 1,52 dari yang sebelumnya 19,07 menit untuk model B2, 20,7 menit selisih 1,21 menit dari yang awalnya selama 20,70 menit untuk model B3 dan yang terakhir adalah selama 19,82 menit selisih 0,78 menit dari yang awalnya adalah selama 20,60 menit pada model P22. Secara persentase untuk model B1 dan B2 sudah memenuhi target dari perusahaan yaitu penurunan waktu proses sebesar 5%, sementara persentase penurunan untuk model B1 dan B2 masing-masing adalah sebesar 7,6% dan 8%. Sedangkan untuk model B3 dan P22 masih belum mencapai target perusahaan yaitu sebesar 5,8% dan 3,8% sehingga diperlukan adanya perbaikan lanjutan untuk mencapai target yang sudah ditetapkan.

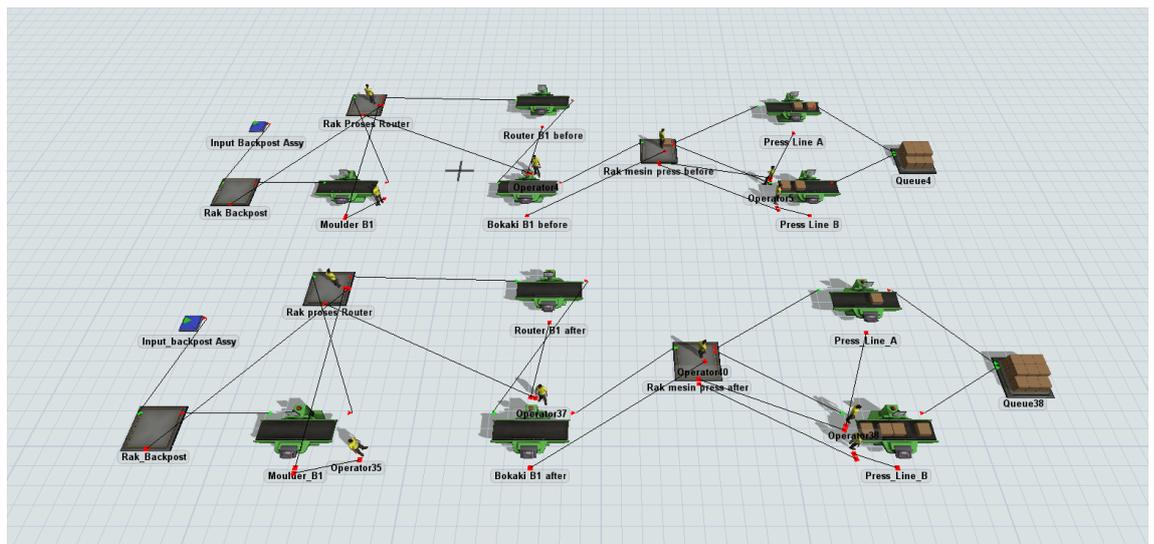
Adapun manfaat dari adanya penurunan waktu *set up* dengan pendekatan *Lean tools* yaitu SMED adalah perusahaan antara lain dapat meningkatkan produktivitas melalui banyaknya variasi produk yang dihasilkan, pengurangan *waste* waktu *set up* dan eliminasi jenis *waste* yang lainnya, produksi dalam jumlah *batch* yang lebih minimalis, serta berkurangnya *inventory* dalam lini produksi (Ataubakumarwa & Singgih, 2021).

Namun untuk menjaga agar perbaikan dengan metode SMED yang sudah diusulkan dapat berjalan secara terus menerus, diperlukan adanya pemahaman mengenai pentingnya standarisasi bagi semua pihak yang terlibat baik itu Kepala Kelompok maupun Operator yang bekerja terhadap perbaikan-perbaikan yang sudah diterapkan (Hendri, 2015).

5.2 Simulasi Hasil Usulan Perbaikan

Berdasarkan hasil perbaikan dengan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) diketahui penurunan waktu *set up* untuk proses *Router & Bokaki* untuk setiap model, selanjutnya dilakukan uji coba dalam model simulasi untuk melihat perbaikan yang diusulkan saja tidak untuk melihat perubahan *output* yang dihasilkan karena jumlah *output* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED berjumlah tetap, hal ini disebabkan *input* waktu yang berasal dari alternatif waktu *set up* yang terbaru berjumlah satu. Berikut merupakan model yang sudah dibuat dengan aplikasi Flexsim:

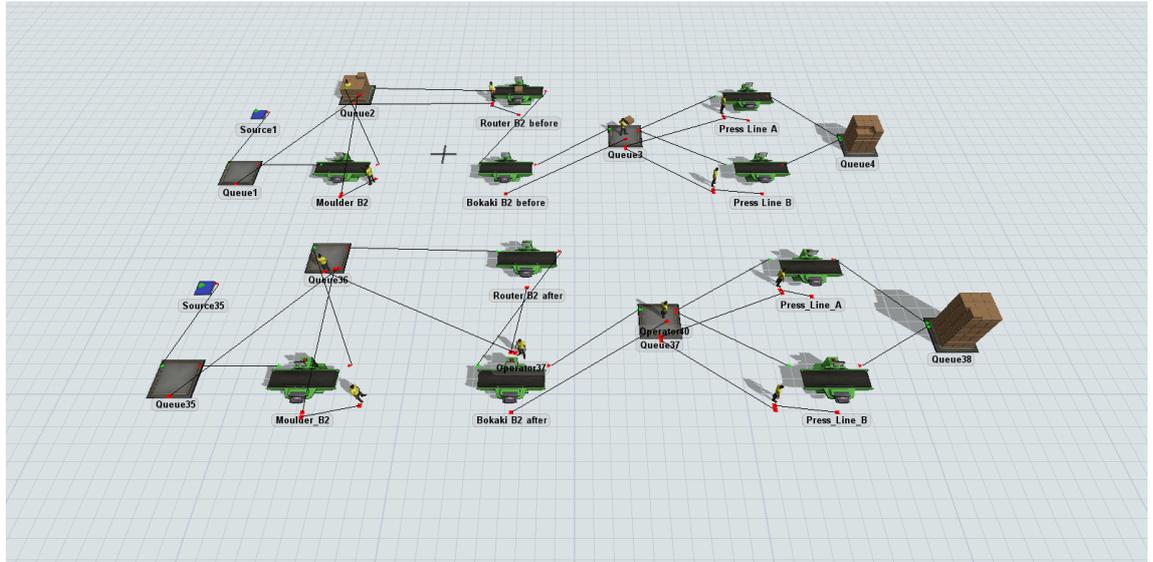
1. Model B1 series



Gambar 5. 1 Simulasi Usulan Model b1 series

Hasil simulasi usulan setelah dilakukan penerapan metode SMED berupa pengurangan aktivitas dan penurunan waktu *set up* pada proses *Router Bokaki* model B1 series didapat waktu selesai proses menurut simulasi selesai pada pukul 12:59 WIB, sementara sebelum adanya penerapan SMED proses *Router Bokaki* selesai pada pukul 13:01 WIB, selisih waktu selesai proses *Router Bokaki* adalah selama 2 menit meskipun sama-sama menghasilkan produk sebanyak 29 unit.

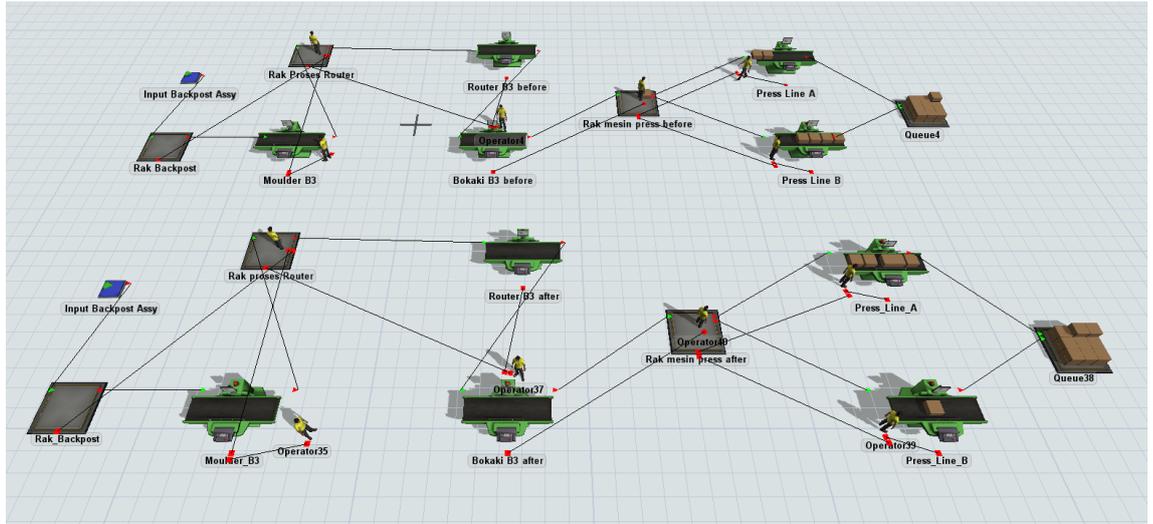
2. Model B2 series



Gambar 5. 2 Hasil Simulasi Model B2 series

Pada simulasi usulan terdapat pengurangan aktivitas maupun waktu aktivitas ketika *set up* pada proses *Router & Bokaki* model B2 series sesuai dengan penerapan metode SMED dan adanya usulan *kaizen* yang sesuai dengan gambar 5.1 di atas. Hasilnya terdapat penurunan waktu proses *Router Bokaki* sebanyak 2 menit yang mana berdasarkan hasil simulasi setelah adanya penerapan metode SMED proses *Router Bokaki* selesai dilakukan pada pukul 08:22 WIB, sementara proses *Router Bokaki* sebelum adanya penerapan SMED selesai pada pukul 08:24 WIB meskipun *output* yang dihasilkan sama-sama berjumlah 11 unit *Backpost*, data *input* untuk simulasi berasal dari data efisiensi *Backpost Assy* pada tanggal 23 Agustus 2023. Dengan adanya penghematan waktu produksi perusahaan dapat meningkatkan efisiensi dan pelayanan perusahaan kepada pelanggan (Malik S, 2011) dalam (Fardiansyah & Widodo, 2018).

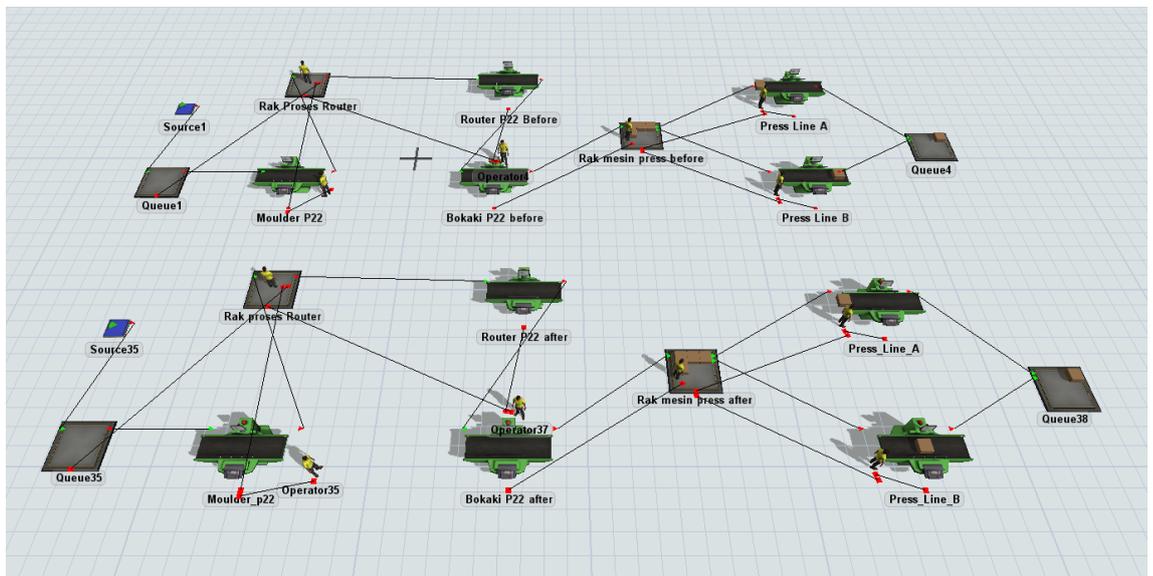
3. Model B3 series



Gambar 5. 3 Model Simulasi B3 series

Hasil simulasi pada model B3 series setelah adanya penerapan metode SMED dan usulan perbaikan dengan *kaizen* didapat waktu selesai dari proses *Router Bokaki* adalah pada pukul 10:33 WIB, sementara pada keadaan belum adanya penerapan SMED dan usulan *kaizen* waktu selesai proses *Router Bokaki* pada pukul 10:36 WIB meskipun *output* yang dihasilkan sama-sama berjumlah 26 unit *Backpost* model B3 series.

4. Model P22 series



Gambar 5. 4 Model Simulasi P22 Series

Hasil simulasi dengan bantuan *software Flexsim* untuk model P22 series dengan *input* sebanyak 7 unit kabinet *Backpost* didapatkan waktu selesai proses *Router Bokaki* setelah adanya penerapan metode SMED dan usulan perbaikan *kaizen*

adalah pada pukul jam 08:16 WIB atau model P22 *series* membutuhkan waktu 1 jam 1 menit setelah pabrik mulai melaksanakan produksi sementara untuk hasil simulasi sebelum adanya penerapan SMED dan usulan perbaikan *kaizen* adalah waktu selesai menunjukkan pada pukul 08:19 WIB atau 1 jam 4 menit dari pabrik mulai melaksanakan produksi, meskipun *output* akhir sama-sama berjumlah 7 unit kabinet, tetapi proses produksi *Router Bokaki* selesai lebih cepat dengan selisih 3 menit saja.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan identifikasi melalui hasil dokumentasi elemen kerja dengan metode SMED diketahui penyebab tingginya waktu *set up* berasal dari aktivitas membersihkan meja *Router* sebelum proses *set up* dimulai yang memiliki rata-rata waktu siklus tiap model selama 0,57 menit untuk model B1 *series*, 0,59 menit untuk model B2 *series*, 0,44 menit untuk model B3 *series* dan 0,83 menit untuk model P22 *series*.
2. Berdasarkan hasil perbaikan dengan metode SMED diketahui 11 aktivitas internal *set up* proses *Router* pada setiap model B1, B2, B3 & P22 *series* sebelum adanya konversi aktivitas dengan total waktu baku setiap model adalah masing-masing 3,21 menit, 3,25 menit, 4,65 menit & 4,63 menit. Untuk proses *Bokaki* diketahui 5 aktivitas internal *set up* dengan total waktu baku masing-masing model selama 1,04 menit, 1,66 menit, 1,71 menit & 2,11 menit. Setelah adanya konversi dan usulan perbaikan *kaizen* aktivitas internal untuk proses *set up Router* menjadi 9 aktivitas dengan total waktu baku masing-masing model 1,21 menit, 1,24 menit, 2,09 menit & 4,37 menit. Sementara untuk aktivitas internal *set up Bokaki* didapat 3 aktivitas internal dengan total waktu baku masing-masing model adalah selama 0,60 menit, 1,19 menit, 1,30 menit & 1,69 menit. Diketahui selisih dan persentase penurunan waktu *set up* proses *Router* dari setiap model secara berurutan adalah selama 2 menit, 2,01 menit, 2,56 menit, dan 0,28 menit. Sementara selisih penurunan untuk proses *Bokaki* adalah selama 0,44 menit, 0,47 menit, 0,41 menit dan 0,42 menit. Setelah alternatif waktu *set up* dikonversi ke dalam keseluruhan waktu proses pada kelompok

Soundboard Glue UP didapat persentase penurunan waktu proses setiap model B1, B2, B3, dan P22 secara berurutan sebesar 7,6%, 8%, 5,8%, dan 3,8%.

3. Hasil simulasi berdasarkan adanya penerapan metode SMED dan usulan perbaikan *kaizen* pada model B1 *series* didapat waktu proses *Router Bokaki* selesai lebih cepat pada pukul 12:59 WIB sementara sebelum adanya penerapan SMED dan usulan perbaikan *kaizen* selesai pada pukul 13:01 WIB, pada model B2 *series* waktu selesai proses *Router Bokaki* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED masing-masing pada pukul 08:24 WIB dan 08:22 WIB, untuk model B3 *series* waktu selesai proses *Router Bokaki* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED dan perbaikan *kaizen* adalah pada pukul 10:36 WIB dan 10:33 WIB, untuk model terakhir yaitu P22 *series* waktu selesai untuk proses *Router Bokaki* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED dan usulan perbaikan *kaizen* adalah pada pukul 08:19 WIB dan 08:16 WIB meskipun tidak terdapat perbedaan *output* baik sebelum maupun sesudah adanya penerapan SMED.

6.2 Saran

Pada penelitian ini masih banyak kekurangan dan cakupan penelitian yang dapat dijadikan potensi untuk penelitian berikutnya dengan topik yang sama. Atas dasar tersebut peneliti memberikan saran baik untuk perusahaan maupun kepada peneliti selanjutnya sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan
 - a. Pentingnya memiliki kesadaran dan pola pikir mengenai *lean* dan *kaizen* bagi setiap pihak yang bekerja agar perbaikan-perbaikan yang diusulkan dapat berjalan secara efektif dan optimal.
 - b. Perusahaan perlu melakukan monitor dan audit dan terhadap *kaizen* yang sudah dilaksanakan agar target peningkatan produktivitas bukanlah sebuah target saja tetapi terlaksana secara nyata.
2. Bagi Peneliti Selanjutnya
 - a. Karena adanya keterbatasan waktu dalam penelitian, maka dari itu peneliti tidak dapat melakukan pengambilan data setelah adanya perbaikan yang ada. Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan pengambilan data dan melakukan validasi terhadap data sesudah adanya perbaikan.
 - b. Simulasi yang dibuat hanya sebatas melihat perubahan waktu proses *Router Bokaki* saja, tanpa mempertimbangkan adanya perubahan *layout*, perubahan

output sebelum dan sesudah adanya penerapan metode SMED dan *kaizen*, dan perhitungan ongkos *material handling* (OMH).

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, D., & Hasbullah, H. (2019). Reducing the product changeover time using SMED & 5S methods in the injection molding industry. *SINERGI*, 199-212.
- Ahmad Mulyana, S. H. (2017). Implementasi Single Minute Exchange of Dies (SMED) Untuk Optimasi Waktu Changeover Model Pada Produksi Panel Telekomunikasi. *Sinergi*, 107-114.
- Arief Fatkhurrohman, S. (2016). Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Pada Bagian Banbury PT Bridgestone Tire Indonesia. *Jurnal Administrasi Kantor*, 14-31.
- Ary Arvianto, R. A. (2011). USULAN PERBAIKAN OPERATION POINT SHEET PADA MESIN FEEDER AIDA 1100 PT. XXX DENGAN MENGGUNAKAN METODE SMED. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri Undip*, 125-136.
- Ataubakumarwa, F. R., & Singgih, M. L. (2021). Pengurangan Waktu Setup pada High Frequency Welding Perusahaan Manufaktur Pipa Baja dengan Metode SMED. *Jurnal Teknik ITS*, 212-217.
- Azim, M., Hamja, A., & Hasle, P. (2023). Reduction of changeover time through SMED with RACI integration in garment factories. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- Baraka, J.-C. M., Singh, R., & Naicker, A. (2012). DISCRETE EVENT SIMULATION MODELING TO IMPROVE PRODUCTIVITY ON AN AUTOMOTIVE PRODUCTION LINE. *Conference: 42nd International conference of Computer and Industrial Engineering*, 1-12.
- Barnes, R. M. (1980). *Motion and time study design and measurement of work*. New York: John Wiley and Sons.
- Bonamigo, A., Bernardes, P. M., Conrado, L. F., Torres, L. F., & Calado, R. D. (2022). Patient Flow Optimization: SMED adoption in Emergency Care Units. *IFAC PapersOnLine*, 204-209.
- Bukhsh, M., Khan, M. A., Zaidi, I. H., Yaseen, R., Khalid, A., Razzaque, A., & Ali, M. (2021). Productivity Improvement in Textile Industry using Lean Manufacturing Practices of 5S & Single Minute Die Exchange (SMED). *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 7374-7385.
- Costa, T., Silva, F., & Ferreira, L. P. (2017). Improve the extrusion process in tire production using Six Sigma methodology. *Procedia Manufacturing*, 1104-1111.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*. New York: Productivity Press.

- Dewi, D. C., Handayani, C., & Prasetyo, I. H. (2019). Perancangan Alat Spinner Ergonomis (Study Kasus PT. Baasithu, Floating Storage and Offloading Petrostar). *Jurnal Inovator*, 1-5.
- Dian F. Hidayat, J. H. (2020). Perbaikan Waktu Set-up Menggunakan Metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) di PT. HP. *Journal Industrial Manufacturing*, 18-22.
- Diniaty, D., & Ariska, I. (2017). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Waktu Standar Dengan Metode Work Sampling Di Stasiun Repair Overhaul Gearbox (Studi Kasus: PT. IMECO Inter Sarana). *Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 1-6.
- Duran, M., Pohl, E., Grabitz, K., Schelzig, H., Sagban, T. A., & Simon, F. (2015). The importance of open emergency surgery in the treatment of acute mesenteric ischemia. *World Journal of Emergency Surgery*, 1-6.
- Fardiansyah, I., & Widodo, T. (2018). PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MENGGUNAKAN METODE LINE BALANCING PADA PROSES PENGEMASAN DI PT.XYZ. *Journal Industrial Manufacturing*, 57-63.
- Febrilliandika, B., & Nasution, A. E. (2020). PENGUKURAN BEBAN KERJA MENTAL KULIAH DARING MAHASISWA TEKNIK INDUSTRI USU DENGAN METODE NASA-TLX. *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, 1-7.
- Fransiscus, H., Cynthia, P. J., & Isabella, S. A. (2014). Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 3(2), 53-63.
- Ghiffari Ibrahim, A. H. (2013, Juli). Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1.
- Goubergen, D. V., Sherali, D. H., & Landeghem, H. V. (2004). A quantitative approach for set-up reduction of machine lines. *IIE Annual Conference Proceedings*, 1-6.
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 241-249.
- Haifa, A. I., & Permatasari, N. F. (2020). Pengurangan Lead Time Analisa Kemasan Primer Flexy Bag Dengan Metode Single Minute Exchange of Dies (SMED) Di Industri Farmasi X. *Jurnal Infokar*, 40-46.
- Halim, N. H., Manah, A. A., Tharazi, I., Salleh, F. M., Wong, F. R., & Murat, B. I. (2020). Single Minute Exchange of Dies (SMED) in 200-Tonne Stamping Machine - A Case Study. *Basic Engineering Procedia*, 27-30.
- Hendri. (2015). PENURUNAN WAKTU SET-UP UNTUK PENINGKATAN EFEKTIFITAS PADA PT. X. *SINERGI*, 91-100.

- Heriansyah, E., & Ikatrinasari, Z. F. (2017). PENINGKATAN KINERJA OPERATOR PADA MESIN FUKUI 600 TON MENGGUNAKAN METODE EXCHANGE OF DIES (SMED). *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 142-148.
- Ibrahim, G., Harsono, A., & Bakar, A. (2013, Juli). Analisis Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat di Stasiun Kerja Sablon (Studi Kasus: CV. Miracle). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1.
- Indrawati Sri, M. R. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing*, 528-534.
- Indrawati, S., & Ridwansyah, M. (2015). Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application. *Procedia Manufacturing*, 528-534.
- Indrawati, S., Pratiwi, M. E., Sunaryo, & Azzam, A. (2018). The effectiveness of single minute exchange of dies for lean changeover process in printing industry. *MATEC Web of Conferences*, 1-5.
- Kampa, A., Golda, G., & Paprocka, I. (2017). Discrete Event Simulation Method as a Tool for Improvement of Manufacturing Systems. *computers*, 1-12.
- Keyser, R. S., Severin, R. S., & Geiger, M. J. (2022). Setup Time Reduction with SMED in a Corrugated Box Plant. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, 264-271.
- Kusrini, E., & Parmasari, A. N. (2020). Productivity Improvement for Unit Terminal Container using Lean Supply Chain Management and Single Minute Exchange of Dies (SMED): A Case Study at Semarang Port in Indonesia. *International Journal of Integrated Engineering*, 122-131.
- Kussuma, & Fendy, M. (2014). Analisis Kualitas Produk Pakan Ternak Dengan Metode Six Sigma Di PT. Charoen Pokphand Indonesia (Tbk). *JTM*, 54-62.
- Liker, J. K. (2020). *The Toyota Way 2nd Edition*. New York: McGraw Hill Education.
- M. Malindzakova, D. M. (2021). Implementation of the Single Minute Exchange of Dies method for reducing changeover time in a hygiene production company. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 243-252.
- Maalouf, M. M., & Zaduminska, M. (2019). A CASE STUDY OF VSM AND SMED IN THE FOOD PROCESSING INDUSTRY. *Management and Production Engineering Review*, 60-68.
- Maharani, D. A., & Musfiroh, I. (2021). Review: Penerapan Metode Single-Minute Exchange of Dies Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kerja Di Industri Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 287-299.
- Malik S, P. N. (2011). Implementation of Cycle Time Reduction Technique in Industry. *International Journal of Manufacturing Science and Engineering International Science press*.

- Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sa, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. (2019). Improving the Machining Process of the Metalworking Industry Using Lean Tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 555-562.
- Montororing, Y. D. (2018). USULAN PENENTUAN WAKTU BAKU PROSES RACKING PRODUK AMPLIMESH DENGAN METODE JAM HENTI PADA DEPARTEMEN POWDER COATING. *Jurnal Teknik: Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 53-63.
- Murilo Augusto Silva Ribeiro, A. C. (2022). Analysis of the Implementation of the Single Minute Exchange of Die Methodology in an Agroindustry through. *Machines*, 287.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2003). *Niebel's Methods, Standards, & Work Design*. Boston: McGraw-Hill.
- Nikolic, J., Dasic, M., & Dapan, M. (2022). SMED AS AN INDISPENSABLE PART OF LEAN MANUFACTURING IN THE SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES. *International Journal for Quality Research*, 255-270.
- Pinto, G. F., Silva, F. J., Campilho, R. D., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). Continuous improvement in maintenance: a case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 1582-1591.
- Pradana, A. Y., & Pulansari, F. (2021). ANALISIS PENGUKURAN WAKTU KERJA DENGAN STOPWATCH TIME STUDY UNTUK MENINGKATKAN TARGET PRODUKSI DI PT. XYZ. *Juminten: Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, 13-24.
- Putri, & Fatma, C. (2010). Upaya Menurunkan Jumlah Cacat Produk Shuttlecock Dengan Metode Six Sigma. *Widya Teknika*, 18(2), 14-23.
- Putri, C. F. (2010). Upaya Menurunkan Jumlah Cacat Produk Shuttlecock Dengan Metode Six Sigma. *Widya Teknika*, 18(2), 14-23.
- Rahayu, A. A. (2020). IMPLEMENTASI SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED) UNTUK PERBAIKAN PROSES BRAND CHANGEOVER MESIN FOCKE DAN PROTOS. *Jurnal Industry Explore*, 8-15.
- Refdilzon Yasra, N. T. (2021). Perbaikan Metode Kerja Pada Proses Set Up Untuk Meningkatkan Produktivitas Machining Gate Valve di PT. Cameron Systems Batam. *Profisiensi*, 60-73.
- Ribeiro, R. B., Souza, J. D., Beluco, A., Biehl, L. V., Medeiros, J. L., Sporket, F., . . . Amaral, F. A. (2019). Application of the single-minute exchange of die system to the CNC sector of a shoe mold company. *Cogent Engineering*, 1-11.
- Rivan Saputra, H. A. (2016). Usulan Meminimasi Waktu Set Up dengan Menggunakan Metode Single Minute Exchange of Die (SMED) di Perusahaan X. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 206-218.

- Runtuk, J. K., & Sembiring, N. (2021). Set Up Time Reduction Using Single Minute Exchange of Dies (SMED) and 5S: A Case Study. *Journal of Industrial Engineering*, 162-171.
- Santos, V., Sousa, V. F., Silva, F. J., Matias, J. C., Costa, R. D., Pinto, A. G., & Campilho, R. D. (2022). Applying the SMED Methodology to Tire Calibration Procedures. *Systems*, 2-12.
- Setiawan, L. C. (2023). Mereduksi Waktu Set Up Menggunakan Metode SMED Pada Mesin ISS Kemas PT Phapros TBK Semarang. *E Journal Universitas Diponegoro*.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. UK: Productivity Inc.
- Singh, B. J., & Khanduja, D. (2009). SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 98-116.
- Sucipto, Sulistyowati, D. P., & Anggarini, S. (2017). Pengendalian Kualitas Pengalengan Jamur dengan Metode Six Sigma di PT Y, Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 1-7.
- Sugarindra, M., Ikhwan, M., & Suryoputro, M. R. (2019). Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changover Time, A Case Study in Automotive Part Industry. *IOP Conf.Series: Materials Science and Engineering*, 1-8.
- Suryaprakash, M., Prabha, M. G., Yuvaraja, M., & Revanth, R. V. (2021). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using tpm. *materialstoday: PROCEEDINGS*, 9348-9353.
- Sutalaksana, I. Z. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi, Departemen Teknik Industri ITB.
- Suyono, A. M., Dewi, K. S., Ferdian, R., & Anwar, A. (2021). Standard Time Calculation Of Tempe Production Process Using Snapback Time Study Method (Case Study: Tn Group Home Industry). *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 617-621.
- Tan, H. T. (2012). Metode DMAIC Sebagai Solusi Pengendalian Kualitas Produksi Sepatu Tambang: Studi Kasus PT Mangul Jaya-Bekasi. *ComTech*, 3, 509-523.
- Upadhye, N., Deshmukh, S. G., & Garg, S. (2010). Lean manufacturing system for medium size manufacturing enterprises: an Indian case. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 362-375.

LAMPIRAN

A-Dokumentasi Aktivitas Proses Router Bokaki

