PENERAPAN *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED) GUNA MEREDUKSI *WAKTU SET UP* PROSES *MOULDER BACKPOST* (Studi Kasus: Kelompok *Soundboard Glue* UP 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 : Fika Aliya Febriyana
No. Mahasiswa 21522381

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

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.

Yogyakarta, 06 Agustus 2025



(Fika Aliya Febriyana)
21522381

SURAT BUKTI PENELITIAN

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

Confidenti

SURAT KETERANGAN

No. : 47/YI/PKL/II/2025

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

Nama	: Fika Aliya Febriyana
Nomor Induk Mahasiswa	: 21522381
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) Guna Mereduksi Waktu Set-Up Proses Bor Caster Dan Frame Bolt Kelompok Soundboard Finish UP (Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia)"*.
Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 2 September 2024 sampai dengan 28 Februari 2025.
Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Februari 2025

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA

P.T. YAMAHA INDONESIA

Muhammad Isnaini
Manager HRD

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PENERAPAN *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED) GUNA MEREDUKSI WAKTU *SET UP* PROSES *MOULDER BACKPOST* (Studi Kasus: Kelompok *Soundboard Glue* UP PT. Yamaha Indonesia)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fika Aliya Febriyana
No. Mahasiswa : 21522381

Yogyakarta, 14 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENERAPAN *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED) GUNA MEREDUKSI WAKTU *SET UP* PROSES *MOULDER BACKPOST*
(Studi Kasus: Kelompok *Soundboard Glue* UP PT. Yamaha Indonesia)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Fika Aliya Febriyana
No. Mahasiswa : 21522381

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

Yogyakarta, *06* - Agustus – 2025

Tim Penguji

Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.
Ketua _____

Chancard Basumerda, S.T., M.Sc.
Anggota I _____

Mohammad Syah Fatahillah
Anggota II _____

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
NIK 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirahmanirrahim,
Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada,
Keluarga tercinta dan cinta pertama penulis yang sangat penulis rindukan.
I love you more than words can say dan tetaplah jadi bagian utama di setiap perjalanan, pencapaian, serta tempat penulis pulang.

MOTTO

"Tidaklah mungkin bagi matahari mengejar bulan dan malam pun tidak dapat mendahului
siang. Masing-masing beredar pada garis edarnya"
(Yasin: 40)

"Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release; you can't carry all things, decide what is yours to hold and let the rest go"
(Taylor Swift)

KATA PENGANTAR

Bismillahirahmanirrahim
Assalamuaalaikum warahmatullahi wabarakatuh,
Alhamdulillahirabil'alamin, segala puji bagi Allah yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **"Penerapan *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) Guna Mereduksi Waktu *Set Up* Proses *Moulder Backpost.* (Studi Kasus: Kelompok *Soundboard Glue* UP PT. Yamaha Indonesia)".**

Penulisan laporan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik bagi seluruh pihak mulai dari penulis, perusahaan, kampus khususnya untuk prodi Teknik Industri, dan juga para pembaca. Penulis juga menyadari, selama penulisan laporan tugas akhir ini banyak sekali bantuan, dukungan, doa, serta motivasi yang telah diberikan oleh berbagai pihak, sehinga penulisan laporan dapat terselesaikan dengan lancar tanpa adanya hambatan yang berarti. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng. 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 Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa membimbing penulis dalam penulisan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua dan Saudara selaku keluarga tercinta penulis yang tiada hentinya memberikan doa, semangat, nasihat, perhatian, kasih sayang, dan dukungan-dukungan lainnya baik moril maupun materil.
5. Bapak M. Syahfatahillah, Mas Faisal, dan segenap karyawan kelompok *Soundboard Glue* UP yang telah memberikan banyak ilmu, petuah, dan membantu dalam melaksanakan *project* selama magang serta pengambilan data Tugas Akhir.
6. Kepada teman-teman magang Yamaha Indonesia Batch 19 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.
7. Teman-teman penulis yang telah memberikan dukungan doa dan bantuan moril baik secara langsung maupun tidak langsung. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT membalas segala kebaikannya.

Penulis sadar bahwa hasil Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu Penulis berharap para pembaca dapat memberikan masukan dan saran agar Tugas Akhir ini dapat diperbaiki menjadi lebih baik lagi di masa mendatang.
Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 13 Juli 2025
Penulis



Fika Aliya Febriyana

ABSTRAK

Industri manufaktur di era 4.0 menghadapi tantangan peningkatan efisiensi produksi untuk memenuhi permintaan pasar yang kompetitif. PT. Yamaha Indonesia menghadapi pemborosan berupa waktu *set up* yang tinggi pada proses *moulder backpost* di kelompok *Soundboard Glue* UP yang disebabkan banyaknya variasi model kabinet. Tingginya waktu *set up* mengakibatkan penurunan efisiensi pada perusahaan. Penelitian ini bertujuan meminimasi waktu *set up* dengan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk melakukan efektivitas produksi. Metode yang digunakan dengan pemisahan aktivitas internal dan eksternal sesuai prinsip SMED, serta simulasi diskrit untuk membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan. Hasil waktu *set up* sebelum dan sesudah adanya konversi aktivitas internal menjadi eksternal melalui perhitungan tidak langsung untuk *moulder backpost* dengan model B1, B2, B3, dan P22 *series* secara berurutan adalah dari yang sebelumnya 6,51 menit menjadi 3,50 menit dengan persentase penurunan 46%, 5,97 menit menjadi 3,28 menit dengan persentase penurunan 45%,
9,82 menit menjadi 3,92 menit dengan persentase penurunan 60%, dan 6,62 menit menjadi 3,64 menit dengan persentase penurunan 45%. Pendekatan simulasi juga dilakukan untuk melihat hasil penerapan SMED dan rekomendasi perbaikan kaizen yang telah dilakukan. Hasil simulasi menunjukan sebelum adanya penerapan dan perbaikan kaizen produksi kabinet selesai pada pukul 10:10:08 WIB, sedangkan setelah adanya penerapan SMED dan perbaikan kaizen proses produksi selesai lebih cepat pada pukul 09:44:58 dengan gap selisih penurunan waktu selama 25 menit 10 detik. Hal tersebut efektif dalam meningkatkan produktivitas yang awalnya 1,33 menjadi 1,52 atau kenaikan sebesar 13,82%.

Kata Kunci: Kaizen, Metode SMED, Waktu *Set Up, Waste,* Produktivitas.

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 ix
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR GAMBAR xiii
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 Literatur 8
2.2 Landasan Teori 19
2.2.1 9 Waste dalam Lean Manufacturing 19
2.2.2 Waktu Set Up 21
2.2.3 Single Minute Exchange of Dies (SMED) 21
2.2.4 Time Study 22
2.2.5 Rating Factor 23
2.2.6 Allowance 28
2.2.7 Uji Statistik Data 29
2.2.8 Simulasi Diskrit 30
BAB III METODE PENELITIAN 31
3.1 Objek Penelitian 31
3.2 Subjek Penelitian 31
3.3 Jenis dan Metode Pengumpulan Data 31
3.4 Pengolahan Data 33
3.5 Analisis Data 33
3.6 Alur Penelitian 34
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA 37
4.1 Pengumpulan Data 37
4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan 37
4.1.2 Produk Perusahaan 38
4.1.3 Proses Produksi 39
4.1.4 Layout dan Aliran Produksi Kelompok Soundboard Glue UP 40
4.1.5 Data Produksi dan Frekuensi Set Up 41
4.2 Pengolahan Data 44
4.2.1 Uji Kecukupan Data 44
4.2.2 Uji Keseragaman Data 46
4.2.3 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal 52

4.2.4 Perubahan Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal 57
4.2.5 Usulan Perbaikan untuk Penyederhanaan Aktivitas Set Up 63
4.2.6 Peninjauan Postur Kerja terhadap Usulan Perbaikan..... 66
4.2.7 Perbandingan Waktu Set Up Sebelum & Sesudah Penerapan SMED 69
BAB V PEMBAHASAN.....70
5.1 Penerapan SMED 70
5.1.1 Dokumentasi 70
5.1.2 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal..... 70
5.1.3 Perubahan Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal 71
5.1.4 Hasil Penerapan SMED 73
5.2 Simulasi Hasil Usulan Perbaikan 75
BAB VI PENUTUP..... 78
6.1 Kesimpulan..... 78
6.2 Saran..... 79
DAFTAR PUSTAKA..... 80
LAMPIRAN..... A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rincian Persentase Aktivitas Pekerjaan *Soundboard Glue* UP 3
Tabel 1. 2 Rincian Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)* 4
Tabel 2. 1 Kajian Literatur..... 15
Tabel 2. 2 Tabel *Westinghouse*..... 24
Tabel 4. 1 Data Frekuensi *Set Up*..... 41
Tabel 4. 2 Waktu Standar Proses *Moulder Backpost*..... 42
Tabel 4. 3 Waktu *Set Up* Proses *Moulder Backpost*..... 42
Tabel 4. 4 *Allowance* Operator *Moulder Backpost*..... 42
Tabel 4. 5 Uji Kecukupan Data Proses *Moulder Backpost* Model B1, B2, dan P22 *Series*.... 44
Tabel 4. 6 Uji Kecukupan Data Proses *Moulder Backpost* Model B3 *Series*..... 45
Tabel 4. 7 Uji Keseragaman Data Proses *Moulder Backpost* Model B1, B2, dan P22 *Series* 47
Tabel 4. 8 Uji Keseragaman Data Proses *Moulder Backpost* Model B3 *Series*..... 51
Tabel 4. 9 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* B1 *series*..... 52
Tabel 4. 10 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* B2 *series*..... 53
Tabel 4. 11 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* P22 *series* 55
Tabel 4. 12 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* B3 *series*..... 56
Tabel 4. 13 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* B1 *Series* 57
Tabel 4. 14 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* B2 *Series* 59
Tabel 4. 15 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* P22 *Series* 60
Tabel 4. 16 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* B3 *Series* 61
Tabel 4. 17 Perbandingan Waktu *Set Up Moulder Backpost* Sebelum & Sesudah Perbaikan 69
Tabel 4. 18 Rincian Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)* 74
Tabel 5. 1 Rincian Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)* 74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Hasil *Work Sampling Soundboard Glue* UP 2
Grafik 1. 1 Produktivitas *Soundboard* Glue UP *(Before)* 4
Gambar 2. 1 Metode Pengukuran *Time Study* 23
Gambar 4. 1 Logo PT. Yahama Indonesia 37
Gambar 4. 2 PT Yamaha Indonesia 38
Gambar 4. 3 *Grand Piano* 38
Gambar 4. 4 *Upright Piano* 39
Gambar 4. 5 *Layout Soundboard Glue* UP 40
Grafik 4. 1 Perbandingan Waktu *Set Up Moulder Backpost* 69
Gambar 5. 2 Simulasi Pemodelan Sebelum & Sesudah Penerapan SMED 75
Gambar 5. 3 Hasil Simulasi Sebelum Penerapan SMED 76
Gambar 5. 4 Hasil Simulasi Sesudah Penerapan SMED 76
Grafik 5. 1 Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)* 74

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era industri 4.0, perusahaan manufaktur menghadapi tantangan besar untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas guna memenuhi permintaan pasar yang semakin kompetitif. Transformasi teknologi dan digitalisasi telah mendorong pelaku industri untuk terus berinovasi dan mengoptimalkan proses kerja. Namun, di tengah perkembangan ini, banyak perusahaan masih menghadapi masalah pemborosan *(waste)* yang dapat menghambat produktivitas (Mahen et al., 2023). Pada industri manufaktur, *waste* atau pemborosan merujuk pada aktivitas proses kerja yang tidak memberikan nilai tambah terhadap produk serta menyebabkan penggunaan sumber daya yang tidak efisien (M Faza Nanda et al., 2024). Pemborosan, seperti waktu tunggu, *overproduction*, atau proses yang tidak efisien, sering kali menjadi penghalang dalam mencapai target produksi dan kualitas yang diinginkan. Oleh karena itu, pendekatan sistematis untuk mengeliminasi *waste* menjadi kunci utama bagi keberhasilan suatu perusahaan dalam meningkatkan daya saingnya. Efesiensi proses produksi yang ditandai dengan minimnya aktivitas tanpa nilai tambah *(waste),* merupakan faktor krusial dalam meningkatkan daya saing perusahaan.

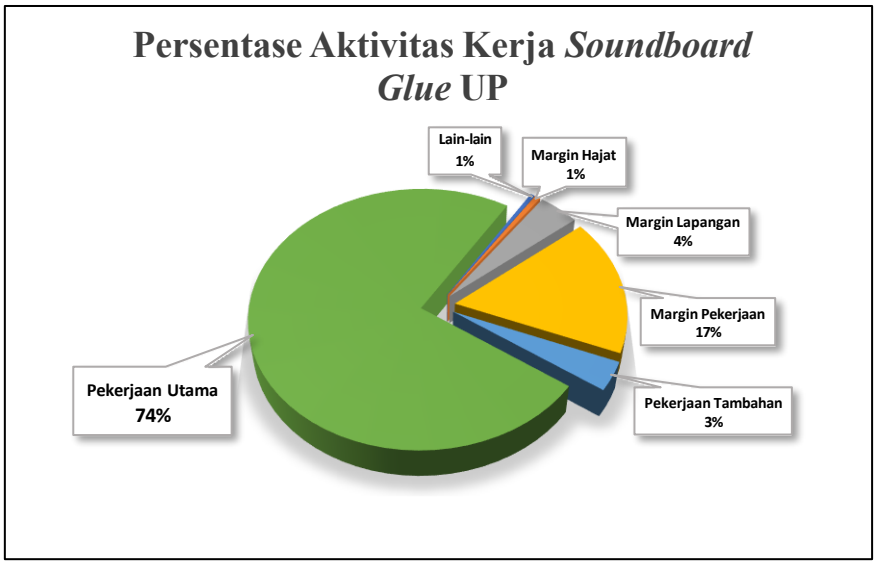
PT. Yamaha Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang berfokus pada produksi alat musik, khususnya piano yang berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jl. Rawa Gelam No.5, Pulogadung, Jakarta Timur, DKI Jakarta, 13930, Indonesia. PT. Yamaha Indonesia memproduksi 2 jenis piano yaitu *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP) dengan berbagai model dari setiap jenis piano tersebut. Selain memproduksi piano jadi, PT Yamaha Indonesia juga memproduksi beberapa komponen piano yang diekspor untuk dirakit di perusahaan atau negara lain seperti Asia, Amerika, dan Eropa. PT Yamaha Indonesia menerapkan program *Yamaha Productivity Management* (YPM) yang mengintegrasikan strategi kaizen dalam menjaga kualitas produk, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi pemborosan pada proses produksi. Pendekatan tersebut bertujuan untuk memastikan kinerja perusahaan tetap optimal dan berkelanjutan (Fatkhurrohman, 2016).

Proses produksi piano di PT Yamaha Indonesia terdiri dari beberapa tahapan yang saling terintegrasi untuk menjamin kualitas akhir produk. Tahapan pertama adalah *Wood Working*, yaitu pengolahan bahan kayu menjadi kabinet piano yang melalui kontrol kualitas. Selanjutnya, tahap *Painting* melibatkan pewarnaan kabinet sesuai tipe piano, diikuti sanding dan *buffing*

untuk menghaluskan serta mengkilapkan permukaan. Kemudian pada tahap *Assembly*, komponen kabinet dirakit menjadi satu unit piano sesuai model dan jenisnya. Kemudian, tahap *Finishing* mencakup uji kualitas suara, pengaturan suara agar optimal, dan pengecekan keseluruhan kondisi piano. Terakhir, piano dikemas secara hati-hati pada proses *Packing* dengan label jenis dan tujuan pengiriman untuk menjamin keamanan produk sebelum dikirim.

Kelompok kerja *Soundboard Glue* UP merupakan salah satu *section* yang berada pada departemen *Assy UP* yang bertugas dalam melakukan perakitan kabinet *sounboard*, *backpost,* dan *pinblock.* Pada *section Soundboard Glue* memproduksi beragam model piano yaitu seperti B1 *series*, B2 *series*, B3 *series*, dan P22 *series*. Semakin banyaknya jenis model yang diproduksi menyebabkan adanya waktu *set up* yang bertambah seperti penggantian jig, *tools* kerja yang berbeda, *setting* mesin, dan lainnya. Waktu *set up* merupakan durasi yang dibutuhkan untuk mempersiapkan mesin atau alat produksi sebelum memulai proses kerja utama. Menurut Ataubakumarwa & Singgi (2021), waktu *set up* merupakan proses perubahan dari satu produk ke produk lainnya yang melibatkan pengaturan mesin dan penggantian suku cadang.

Berdasarkan observasi pengamatan *work sampling* yang dilakukan oleh peneliti di lapangan pada tanggal 20-21 November 2024, terdapat aktivitas kerja pada waktu *set up* yang tergolong *margin* atau kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah. Aktivitas waktu *set up* tersebut seperti menaik turunkan jig, memutar jig, mengukur panjang dan lebar *backpost*, serta lainnya. Berikut rincian visualisasi data *work sampling* untuk persentase aktivitas kerja pada *Soundboard Glue* UP:



Gambar 1. 1 Hasil *Work Sampling Soundboard Glue* UP

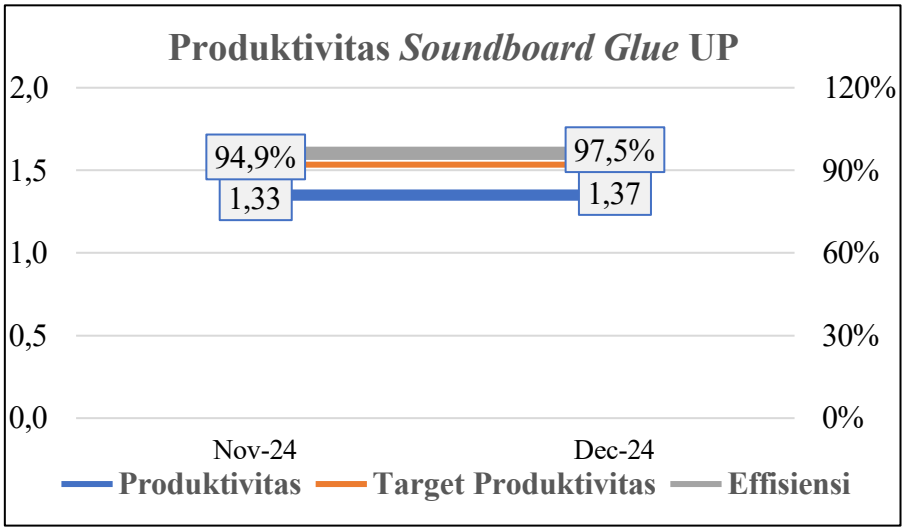
Tabel 1. 1 Rincian Persentase Aktivitas Pekerjaan *Soundboard Glue* UP

Kategori	Aktivitas	Before
Pekerjaan Utama	Pekerjaan Utama	74,2%
Pekerjaan Tambahan	Repair	1,60%
	Mengamplas Kabinet	1,10%
	Membuat Lem	0,60%
Margin Pekerjaan	**Ambil & *Setting* Jig**	**5,30%**
	Ambil *Backpost*	**3,75%**
	Ambil *Soundboard*	3,56%
	Ambil Mesin *Router* & *Bokaki*	2,56%
	Ambil *Pinblock*	1,77%
Margin Lapangan	Membersihkan area & alat kerja	1,45%
	Cek mesin & alat kerja	1,30%
	Memakai/melepas APD	0,75%
	Meeting Pagi	0,70%
Margin Hajat	Membersihkan badan	0,15%
	Minum	0,30%
	Ke Toilet	0,15%
Lain-lain	Diskusi Pekerjaan	0,45%
	Dipanggil atasan	0,30%
Total		**100%**

Berdasarkan visualisasi dan rincian aktivitas pekerjaan dari hasil *work sampling* yang telah dilakukan didapatkan untuk persentase aktivitas pekerjaan utama sebesar 74% dan margin kerja sebesar 26%. Dimana untuk 2 aktivitas margin terbesar adalah pada margin pekerjaan yaitu ambil dan *setting* jig sebesar 5,30% serta ambil *backpost* sebesar 3,75%. Kedua margin tersebut terjadi paling banyak pada proses *set up moulder backpost*. Dalam proses produksi *Soundboard Glue* UP, sering kali terjadi berbagai jenis pemborosan *(waste)* yang berdampak negatif bagi perusahaan. Pemborosan tersebut perlu diminimalkan atau dihilangkan untuk meningkatkan

efisiensi, hal tersebut karena *waste* termasuk pada aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added)* dalam proses produksi. Aktivitas-aktivitas tersebut merugikan dan dapat menyebabkan penurunan produktivitas, kualitas produk, serta berpotensi menimbulkan pemborosan biaya dan kerugian bagi perusahaan.

Grafik 1. 1 Produktivitas *Soundboard* Glue UP *(Before)*



Tabel 1. 2 Rincian Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)*

Bulan	Nov-24	Dec-24
Jumlah Operator	4,36	4,36
Rasio Kehadiran	96%	96%
% Over Time	0,00%	0,00%
Output /Hari	47	48
Produktivitas	1,33	1,37
Target Produktivitas	1,53	1,53
% Ketercapaian	0,00%	2,38%
Effisiensi	94,9%	97,5%

Berdasarkan visualisasi grafik 1.1 dan tabel 1.2 di atas, produktivitas pada kelompok kerja *Soundboard Glue* UP memiliki target 1,53. Sedangkan pada bulan November dan Desember 2024, produktivitasnya masih berada di angka 1,33 dan 1,37. Dalam upaya meningkatkan produktivitas produksi, perusahaan dapat melakukan usulan perbaikan kaizen untuk meminimalkan pemborosan sehingga produktivitas dan efisiensi akan meningkat. Dan untuk fokus penelitian ini adalah meminimalkan *waktu set up* pada proses *moulder backpost* yang memiliki margin terbesar pada kelompok *Soundboard Glue* UP.

Dalam meminimalkan pemborosan waktu *set up* di industri manufaktur, terdapat beberapa metode yang dapat diterapkan, diantaranya adalah metode 5S dan SMED *(Single Minute Exchange of Die)*. Kedua metode ini sama-sama merupakan prinsip *Lean Manufacturing*, namun memiliki fokus dan pendekatan yang berbeda dalam mengatasi permasalahan waktu *set up*. 5S merupakan metode dasar dalam menciptakan lingkungan kerja yang rapi, teratur, dan efisien melalui tahapan *Seiri* (Ringkas)*, Seiton* (Rapi)*, Seiso* (Resik)*, Seiketsu* (Rawat), dan *Shitsuke* (Rajin) (Haris Sandi Yudha et al., 2023). Salah satu elemen dalam metode 5S, yaitu *Seiri* (Ringkas) berfokus pada penyortiran alat dan material yang tidak dibutuhkan agar area kerja lebih teratur. Dampaknya bersifat tidak langsung terhadap waktu *set up*, yaitu hanya mengurangi waktu pencarian alat dengan efisiensi rata-rata 5–10% per siklusnya (Anggarini, 2020). Sedangkan, pada metode SMED memiliki fokus utama pada efisiensi teknis proses *set up* dengan memisahkan dan mengkonversi aktivitas internal menjadi eksternal. SMED berdampak langsung terhadap waktu henti mesin dan mampu menurunkan waktu *set up* hingga 30–60% per siklus (Nabil et al., 2024). Oleh karena itu, untuk kasus di PT. Yamaha Indonesia, khususnya pada proses *moulder backpost* di kelompok kerja *Soundboard Glue* UP, permasalahan utama yang dihadapi lebih kompleks dan spesifik pada tahapan teknis pergantian model produksi yang membutuhkan aktivitas penyesuaian seperti pemasangan jig, pengaturan mesin, hingga penyesuaian alat kerja. Maka, metode SMED dinilai lebih tepat diterapkan karena secara langsung menargetkan efisiensi waktu *set up* dengan cara memisahkan aktivitas internal (hanya dapat dilakukan saat mesin berhenti) dan eksternal (dapat dilakukan saat mesin berjalan), serta mengkonversi sebanyak mungkin aktivitas internal menjadi eksternal. Dengan demikian, SMED tidak hanya mengandalkan keteraturan lingkungan kerja, tetapi juga melakukan analisis mendalam terhadap setiap elemen aktivitas *set up* untuk menghilangkan atau menyederhanakan proses yang tidak perlu. Selain itu, berdasarkan kajian literatur, penerapan SMED telah terbukti lebih efektif dalam konteks pengurangan waktu *set up* dibandingkan hanya dengan 5S, terutama ketika fokus utama adalah pada efisiensi waktu pergantian antar produk yang kompleks. Oleh karena itu, penelitian ini secara khusus memilih metode SMED sebagai pendekatan utama dalam mereduksi waktu *set up*, tanpa mengesampingkan bahwa penerapan prinsip 5S tetap mendukung keberhasilan implementasi SMED sebagai langkah pendahuluan dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih siap dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan di atas, kelompok *Soundbard Glue* UP memilki pemborosan *(waste)* berupa waktu *set up* yang cukup tinggi pada proses *moulder backpost*, sehingga diperlukan analisis lebih lanjut guna mengidentifikasi usulan tindakan yang tepat untuk mereduksi waktu *set up* tersebut. Maka dari itu, dapat dirumuskan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas apa saja yang menyebabkan tingginya waktu *set up* proses *moulder backpost*?
2. Seberapa besar gap penurunan waktu *set up* setelah penerapan SMED dan perbaikan kaizen dibandingkan dengan kondisi awal?
3. Bagaimana produktivitas setelah penerapan SMED serta perbaikan kaizen dalam meminimasi waktu *set up* proses *moulder backpost* dengan pendekatan simulasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, berikut merupakan tujuan dari penelitian yang dilakukan:

1. Mengidentifikasi apa saja aktivitas yang menyebabkan tingginya waktu *set up* proses *moulder backpost*.
2. Menurunkan waktu *set up* pada kondisi awal dan setelah penerapan SMED serta perbaikan kaizen.
3. Meningkatkan produktivitas produksi terbaru berdasarkan rekomendasi yang telah diusulkan dalam meminimasi waktu *set up*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan usulan perbaikan yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi waktu *set up* proses *moulder backpost*, sehingga mendukung peningkatan efisiensi produksi secara berkelanjutan.
2. Menjadi acuan bagi PT. Yamaha Indonesia dalam menerapkan metode SMED dan pendekatan kaizen untuk mengidentifikasi serta mengurangi aktivitas *non-value added* pada proses *set up*.
3. Menjadi acuan bagi PT. Yamaha Indonesia dalam mengurangi waktu *set up* yang lebih efeketif, sehingga dapat mengurangi pemborosan waktu *set up,* meningkatkan produktivitas, dan mendukung perbaikan berkelanjutan

1.5 Batasan Penelitian

Pada penelitian ini ditetapkan beberapa batasan yang bertujuan agar pembahasan dan pengambilan kesimpulan dalam penelitian ini memiliki arah dan tujuan yang jelas. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada proses *set up moulder backpost* kelompok *Soundboard Glue* UP di PT. Yamaha Indonesia.
2. Penelitian hanya dilakukan sampai tahap analisis secara teoritis saja, tidak sampai tahap penerapan.
3. Pembuatan model simulasi hanya berfokus kepada waktu *set up* proses *moulder backpost* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED saja, tidak mempertimbangkan waktu kedatangan kabinet yang berbeda-beda.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan kajian pustaka dari penelitian terdahulu yang menjadi referensi yang relevan bagi penelitian yang sedang dilaksanakan. Tujuan kajian literatur adalah untuk memastikan keaslian penelitian dengan merujuk pada sumber dari jurnal-jurnal nasional dan internasional yang diterbitkan dalam 5 tahun terakhir. Melalui kajian literatur, peneliti dapat mengevaluasi perkembangan metode dan penelitian, memahami batasan serta kekurangan dari penelitian sebelumnya. Adapun penelitian terdahulu yang mempunyai keterkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Penelitian pertama dilakukan oleh Yazıcı et al., (2021) membahas tentang pengurangan waktu produksi pada pengaturan cetakan injeksi plastik yang dilakukan pada manufaktur pena plastic. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah integrasi antara *Single Minute Exchange of Die* (SMED) dan *Fuzzy Failure Modes and Effects Analysis* (Fuzzy FMEA). SMED adalah metode untuk mengurangi waktu pengaturan mesin, sementara Fuzzy FMEA digunakan untuk menganalisis dan mencegah kegagalan yang dapat memperpanjang waktu pengaturan. Hasil penelitian ini yaitu berhasil mengurangi waktu pengaturan dari 71,32 menit menjadi 36,97 menit, memberikan peningkatan efisiensi sebesar 48%. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi SMED dengan Fuzzy FMEA efektif dalam mengurangi waktu pengaturan dan meningkatkan produktivitas.

Penelitian lain membahas tentang pengurangan *changeover time* yang dilakukan oleh Mohammad et al., (2024) pada perusahaan yang sering terjadi akibat perubahan pesanan dan tren mode yang cepat berubah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Single Minute Exchange of Die* (SMED) untuk mengurangi waktu pergantian dan meningkatkan efisiensi produksi serta metode RACI *(Responsible, Accountable, Consulted, Informed)* untuk memastikan pembagian tanggung jawab yang jelas dalam proses perubahan. Hasil penelitian ini yaitu implementasi SMED dengan integrasi RACI berhasil mengurangi waktu pergantian gaya produksi sebesar 50% hingga 64%, berdasarkan dua indikator utama: waktu *throughput* dan waktu untuk mencapai produksi puncak. Penelitian ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi bergantung pada integrasi SMED dengan alur produksi sebelum dan sesudah pergantian gaya serta pembagian tanggung jawab yang jelas menggunakan matriks RACI.

Fardiansyah et al., (2024) juga melakukan penelitian menggunakan metode SMED untuk perbaikan waktu *changeover* pencetakan Tabelt Pada Mesin Jc-16 Di PT. Samco Farma. Penelitian ini membahas tingginya waktu *changeover* pada mesin JC-16 yang menyebabkan *output* produksi hanya mencapai 90,22%, lebih rendah dari target perusahaan sebesar 98%. Aktivitas *changeover* dianalisis untuk mengidentifikasi pemborosan waktu yang tidak bernilai tambah (*non-value added*). Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk mengurangi waktu *changeover* dalam mengidentifikasi pemborosan waktu yang tidak bernilai tambah *(non-value added*). Dengan metode SMED, aktivitas internal dipindahkan menjadi aktivitas eksternal untuk mengoptimalkan efisiensi proses. Hasil dari penelitian ini berhasil dalam mengurangi waktu *changeover* yang sebelumnya 10,9 jam dengan 15 aktivitas (13 internal dan 2 eksternal) menjadi 8,5 jam dengan 13 aktivitas (10 internal dan 3 eksternal). Beban kerja operator mesin JC-16 sebelum penerapan SMED termasuk kategori *overload* (FTE = 1,57). Setelah penerapan SMED, beban kerja menjadi normal (FTE = 1,2).

Penelitian lain juga dilakukan oleh Keyser et al., (2022) di bidang industri manufaktur yang membahas tentang pengurangan waktu *set up* pada mesin *bottleneck* di pabrik kotak karton. Metode yang digunakan adalah *Single-Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk mengurangi waktu *set up* pada mesin *rotary die-cutter Koppers* 66" di pabrik kotak karton dengan mengubah tugas internal menjadi eksternal. Analisis akar masalah dilakukan menggunakan *check sheet* dan *control chart*. Hasil penelitian ini yaitu waktu *set up* rata-rata berhasil dikurangi dari 55 menit menjadi 32 menit, atau peningkatan sebesar 42%. Dan setelah menghilangkan beberapa data anomali, waktu *set up* rata-rata menjadi 32.14 menit.

Penelitian lain membahas tentang peningkatan produktivitas yang dilakukan oleh Muhammad Bukhsh et al., (2021) pada perusahaan industri tekstil. Penelitian ini berfokus pada pengurangan waktu *changeover* mesin cetak *Flatbed Printing* di industri tekstil Pakistan. Masalah utama yang dihadapi adalah waktu *changeover* yang terlalu lama akibat aktivitas yang tidak bernilai tambah seperti transportasi manual drum warna dan penyimpanan warna yang tidak terorganisir. Metode penelitian yang digunakan adalah SMED untuk mengurangi waktu *set up* dengan memisahkan aktivitas internal dan eksternal serta mengoptimalkan proses. Selain itu, konsep 5S diterapkan untuk meningkatkan efisiensi kerja melalui pengorganisasian tempat kerja. Hasil penelitian ini berhasil mengurangi waktu *changeover* dari 142 menit menjadi 117

menit, meningkatkan produktivitas mesin cetak *Flatbed Printing*, mengurangi pemborosan waktu, dan meningkatkan efisiensi.

Penelitian selanjutnya oleh Santos et al., (2022) yang berfokus pada pengurangan waktu yang dihabiskan untuk *Machine Tolerance Check* (MTC), yaitu prosedur kalibrasi pada mesin konstruksi ban besar yang sering menjadi penyebab utama *downtime* (44% dari total waktu tidak tersedia). Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya alat yang sesuai untuk kalibrasi dan ketidakefisienan dalam metode kerja teknisi akibat kurangnya pelatihan dan standar prosedur. Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penerapan metodologi SMED melalui tiga langkah utama: pemisahan aktivitas internal dan eksternal, konversi aktivitas internal menjadi eksternal, serta perbaikan dan penyederhanaan seluruh aktivitas untuk mengoptimalkan prosedur kalibrasi mesin produksi ban besar. Hasil penelitian ini berhasil mengurangi waktu prosedur MTC sebesar 31%, meningkatkan ketersediaan mesin secara signifikan, meningkatkan efisiensi pada seluruh peralatan *(Overall Equipment Efficiency/*OEE) dengan mengurangi waktu henti tanpa mengorbankan kualitas produksi.

Penelitian selanjutnya membahas tentang manajemen rantai pasok yang dilakukan oleh Kusrini & Parmasari (2020) yang berfokus pada proses layanan barang di UTC, mulai dari masuknya kontainer hingga proses pemuatan ke kapal. Masalah utama yang ditemukan adalah pemborosan dalam bentuk gerakan yang tidak perlu *(unnecessary motion)* sebesar 18,574% dan transportasi dokumen *(transport of documents)* sebesar 18,154%. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Supply Chain Management* dengan alat analisis *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi pemborosan dalam proses layanan barang di Unit Terminal Container (UTC). Metode yang digunakan adalah *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) dan konsep 5S untuk meningkatkan efisiensi. Dalam penelitian ini dilakukan identifikasi menggunakan *Waste Assessment Model* (WAM), pemetaan alur informasi dan fisik menggunakan VSM, kemudian implementasi SMED untuk mengubah aktivitas internal menjadi eksternal guna mempercepat waktu *set up*, dan penerapan 5S secara berkala untuk mengorganisasi lingkungan kerja. Hasil dari penelitian berhasil meningkatkan efisiensi dari 60,81% menjadi 70,20% setelah implementasi SMED dan 5S, serta total waktu *set up* berkurang dari 375 menit menjadi 160 menit, menghasilkan pengurangan waktu sebesar 57,33%.

Susanto et al., (2021) melakukan penelitian terkait analisis efektivitas mesin *injection moulding*. Penelitian ini dilakukan di PT. Cahaya Bintang Plastindo yang bergerak di bidang

produksi plastik. Area yang diteliti adalah area *injection*, yang memiliki 54 mesin dengan berbagai kapasitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas mesin *injection moulding* dan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Metode yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). OEE digunakan untuk mengukur efektivitas mesin *injection moulding* dengan mempertimbangkan faktor *Availability, Performance Efficiency*, dan *Quality Product*. Jika nilai OEE belum memenuhi standar kelas dunia, dilakukan perhitungan *Six Big Losses* dan analisis diagram *fishbone* untuk mengidentifikasi penyebab kerugian. Hasil penelitian didapatkan bahwa rata-rata nilai OEE mesin *injection moulding* sebesar 63,27%, belum memenuhi standar nilai OEE kelas dunia. Faktor terbesar yang mempengaruhi efektivitas mesin adalah *Breakdown Losses* dan *Reduce Speed Losses*, berdasarkan analisis *Six Big Losses* dan diagram *fishbone*.

Penelitian selanjutnya oleh (Kusumah & Winarsih, 2024) yang membahas tentang masalah *setting time* pada mesin Flexo B1 Grup C di PT. A, di mana rata-rata waktu aktual adalah 47 menit/order, jauh dari target perusahaan yaitu 15 menit/order. Penelitian bertujuan untuk menganalisis, memperbaiki, dan mengoptimalkan waktu *setting* agar lebih efisien. Penelitian ini menggunakan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), yang merupakan pendekatan dalam *Lean Manufacturing* untuk mengurangi waktu *set-up* atau pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke jenis produk lainnya. Metode ini melibatkan identifikasi aktivitas internal dan eksternal, klasifikasi aktivitas berdasarkan nilai tambah, serta analisis sebab-akibat menggunakan diagram *fishbone.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED) berhasil menurunkan waktu *setting* secara signifikan. Durasi *set up* mengalami penurunan dari 49,11 menit menjadi 25,36 menit, waktu normal berkurang dari 59 menit menjadi 27 menit, dan waktu baku turun dari 66 menit menjadi 34 menit. Efisiensi yang dicapai mencapai 51,8%, yang menunjukkan adanya peningkatan produktivitas yang signifikan dalam proses produksi.

Penelitian selanjutnya oleh Silva & Setiafindari (2021) yang dilakukan di PT XYZ, perusahaan pengecoran logam yang memproduksi *spare part wingnut*. Masalah utama adalah waktu *set up* mesin yang rata-rata mencapai 40 menit, jauh lebih tinggi dari target perusahaan. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengurangi waktu *setup* agar meningkatkan produktivitas produksi. Penelitian menggunakan metode *Single Minute Exchange of Die* (SMED), yang bertujuan untuk mengurangi waktu *set up* mesin. SMED memisahkan aktivitas internal (yang hanya dapat dilakukan saat mesin berhenti) dan aktivitas eksternal (yang dapat

dilakukan saat mesin berjalan). Aktivitas internal diubah menjadi aktivitas eksternal untuk mempercepat proses *set up*. Selain itu, penelitian menggunakan diagram Pareto untuk menetapkan prioritas masalah dan diagram *Fishbone* untuk analisis sebab-akibat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *set up* berhasil dikurangi dari rata-rata 40 menit menjadi 26,78 menit, atau mengalami penurunan sebesar 47,61%. Dampak dari efisiensi ini adalah peningkatan produktivitas, di mana jumlah cetakan per bulan naik dari 101 menjadi 159 cetakan, atau bertambah sebanyak 59 cetakan. Penurunan waktu *set up* ini juga memungkinkan peningkatan efisiensi produksi sebesar 2 cetakan per hari.

Merdeka & Nurkertamanda (2022) melakukan penelitian dengan pendekatan *lean manufacturing* pada divisi infrastruktur perhubungan PT PINDAD (Persero). Penelitian ini membahas proses produksi komponen *Side Link* pada Sub-Divisi *Forging* PT Pindad (Persero). Fokus utama adalah mengidentifikasi dan menganalisis pemborosan *(waste)* yang terjadi selama proses produksi. Penelitian mengidentifikasi 9 jenis *waste (E-DOWNTIME): environmental, health and safety, non-utilizing employee, overproduction, waiting, transportation, excess processing, inventory, motion,* dan *defect*. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *lean manufacturing* dengan menggunakan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi pemborosan. Kemudian, analisis akar masalah dilakukan dengan *fishbone diagram* dan FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan adanya sembilan jenis pemborosan *(waste)* dalam proses produksi *Side Link*, yang disebabkan oleh sistem yang kurang baik, kondisi lingkungan dan mesin yang tidak optimal, serta faktor internal pekerja. Aktivitas *non-value added* (NVA) mendominasi proses produksi dengan 70,54%, sementara aktivitas *value added* (VA) hanya 14,65%. Usulan perbaikan meliputi perbaikan manajemen K3, penerapan sistem kanban, visual control, serta strategi berbasis *lean manufacturing* untuk meningkatkan efisiensi dan keuntungan.

Penelitian selanjutnya oleh Baharudin & Purwanto, (2021) membahas tentang analisis pemborosan *(waste)* dalam proses produksi produk X di PT ABC dengan menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing*. Metode yang digunakan adalah pendekatan *Lean Manufacturing* untuk menganalisis pemborosan *(waste)* dalam proses produksi yang meliputi identifikasi aktivitas produksi, klasifikasi aktivitas (*Value Added, Non-Value Added, Necessary Non-Value Added*), dan identifikasi 9 faktor penyebab *waste (E-Downtime).* Hasil penelitian menunjukan bahwa aktivitas produksi di PT ABC terdiri dari 22% *Value Added*, 22% *Non-Value Added*, dan 56% *Necessary Non-Value Added*. Faktor-faktor waste yang ditemukan

meliputi *defect* (kesalahan setup operator), *over production* (akibat *defect*), dan *waiting* (menunggu pengukuran oleh tim QA). Permasalah utamanya adalah pengukuran benda trial oleh tim QA yang dilakukan berulang sehingga menyebabkan *downtime* dan *lead time* produksi.

Dimas Prasetiyo et al., (2022) juga melakukan penelitian untuk meminimalkan *waste* untuk meningkatkan efisiensi produksi pada PT. Indospring Tbk. Penelitian ini membahas identifikasi dan analisis pemborosan *(waste)* pada proses produksi yang *meliputi defect, overproduction, waiting, inventory, transportasi, EHS (Environmental, Health, and Safety), not utilizing employees knowledge, motion,* dan *excess processing.* Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan *Lean Six Sigma* dengan tahapan DMAI *(Define, Measure, Analyze, Improve).* Kemudian analisis dilakukan menggunakan *Value Stream Mapping, fishbone diagram,* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian menunjukan adanya sembilan jenis pemborosan *(waste)* dalam proses produksi dengan 3 jenis *waste* tertinggi adalah *defect* skor rata-rata 4.4, *overproduction* sebesar 3.2, dan *waiting* sebesar 3. Rekomendasi yang diberikan berupa penggantian komponen mesin dan SOP untuk mengurangi *defect*, serta penjadwalan perbaikan dan pengawasan kadar air oli. Untuk meminimalkan *overproduction* dan *waiting*, perusahaan disarankan menyesuaikan target produksi dan mengevaluasi jadwal perawatan mesin secara berkala.

Penelitian selanjutnya oleh Prasetyo et al., (2024) membahas terkait permasalahan waktu produksi untuk pengemasan sekunder produk IRNTB yang melebihi target, yaitu 27 jam/*batch*, dibandingkan dengan target 15-16 jam/*batch*. Hal ini menunjukkan adanya aktivitas pemborosan (*waste*) dalam proses tersebut. Metode yang digunakan adalah *Lean Manufacturing* dengan pendekatan *Value Stream Mapping* (VSM) untuk mengidentifikasi dan mengurangi *waste*. Data diperoleh melalui observasi langsung dan pencatatan waktu aktivitas, yang kemudian diklasifikasikan menjadi *Value Added* (VA), *Non Value Added* (NVA), dan *Necessary Non Value Added* (NNVA). Hasil penelitian tersebut berhasil mengurangi waktu proses produksi dari 204,9 menit menjadi 85,9 menit, atau berkurang sebanyak 41,9%. Usulan perbaikan yang diberikan untuk mengurangi aktivitas waste yaitu; memberikan operator tugas lain saat menunggu, membuat standarisasi *setting* mesin, memberikan wewenang verifikasi mandiri kepada operator, dan mempersiapkan bahan baku lebih awal.

Muhammad Herlingga (2021) juga melakukan penelitian terkait analisis penerapan lean manufaktur untuk mengurangi pemborosan produksi. Pembahasan penelitian ini adalah terjadinya pemborosan yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan, seperti aktu penyelesaian

produk yang lebih lama dari yang direncanakan dan penumpukan material yang menyebabkan *leadtime.* Penelitian ini menggunakan pendekatan *Lean Manufacturing* dengan metode *Value Stream Mapping* (VSM) dan 5W1H untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan di lantai produksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan *Future Value Stream Map* (VSM) berhasil mengurangi *lead time* sebesar 150 menit. *Takt time* menjadi 0,10 menit/unit, dan kapasitas produksi terpenuhi sebesar 359 ton/hari. Dengan demikian, penerapan *Lean Manufacturing* terbukti efektif dalam mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi produksi di PT E Purwakarta.

Penelitian saya memiliki beberapa perbedaan mendasar dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dikaji dalam literatur. Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan di PT. Sinar Manunggal Perkasa, PT. Laksana Teknik Makmur, dan PT. Trimitra Chitra Hasta, umumnya berfokus pada penerapan metode SMED untuk mengurangi waktu *set up* pada proses pergantian *dies* di industri otomotif dan manufaktur komponen kendaraan. Pendekatan yang digunakan lebih menitikberatkan pada analisis aktivitas internal dan eksternal selama proses *changeover*, serta usulan perbaikan *layout* area kerja dan alat bantu untuk mempercepat proses *set up*. Hasil yang dicapai dari penelitian-penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan waktu *set up* yang signifikan, bahkan hingga 59% dari waktu awal sebelum penerapan SMED.

Sementara itu, penelitian saya mengambil objek dan konteks yang berbeda, yaitu pada proses *set up moulder backpost* di kelompok *Soundboard Glue* UP, Departemen *Assembly Upright Piano* PT. Yamaha Indonesia. Selain fokus pada pengurangan waktu *set up*, penelitian ini juga mengidentifikasi dan menganalisis pemborosan *(waste)* berdasarkan konsep *Lean Manufacturing*. Dengan demikian, penelitian saya tidak hanya menargetkan efisiensi waktu melalui SMED, tetapi juga mengintegrasikan analisis pemborosan aktivitas *Non Value Added* yang spesifik pada industri alat musik, sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih komprehensif untuk peningkatan produktivitas dan efisiensi proses produksi secara keseluruhan.

Tabel 2. 1 Kajian Literatur

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				SMED	FTE	FMEA	VSM	9 Waste
1.	Kübra Yazıcı, Seda Hatice Gökler, Semra Boran	2021	*An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time*	√		√		
2.	Mohammad, Azim; Hamja, Abu; Hasle, Peter	2024	*Reduction of Changeover Time through SMED with RACI Integration in Garment Factories*	√				
3.	Ismail Fardiansyah, Lulu Azhara, Irman Maulana, Tri Widodo	2024	Perbaikan Waktu *Changeover* Menggunakan Metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) Bagian Pencetakan Tabelt Pada Mesin Jc-16 Di PT. Samco Farma	√	√			
4.	Robert S. Keyser, Renee S. Severin, Matthew J. Geiger	2022	*Setup Time Reduction with SMED in a Corrugated Box Plant*	√				
5.	Muhammad Bukhsh, Muhammad Ali Khan,	2021	*Productivity Improvement in Textile Industry using Lean Manufacturing*	√				

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				SMED	FTE	FMEA	VSM	9 Waste
	Iqbal Hussain Zaidi, Rabail Yaseen, Anas Khalid, Abdul Razzaque & Mazhar Ali		*Practices of 5S & Single Minute Die Exchange (SMED)*					
6.	Vitor Santos, Vitor F. C. Sousa, Francisco J. G. Silva, João C. O. Matias, Rúben D. Costa, Arnaldo G. Pinto dan Raul D. S. G. Campilhoj	2022	*Applying the SMED Methodology to Tire Calibration Procedures*	√				
7.	Elisa Kusrini, Anggita Noviyanti Parmasari	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*	√			√	

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				SMED	FTE	FMEA	VSM	9 Waste
8.	May Dian Susanto, Deny Andesta, dan Mohammad Jufriyanto	2021	Analisis Efektivitas Mesin *Injection Moulding* Menggunakan Metode OEE dan FMEA (Studi Kasus di PT. Cahaya Bintang Plastindo)			√		
9.	Aldi Dena Kusumah dan Neneng Winarsih	2024	Implementasi Metode Single Minute Exchange of Dies Untuk Optimasi Setting Time Mesin Flexo B1 Grup C Pada Carton Box Departement PT. A		√			
10.	Dandy Silva dan Widya Setiafindari	2021	Analisis Penurunan Waktu Setup Dengan Menggunakan *Single Minute Exchange of Die* Untuk Meningkatkan Produktivitas Pada Automatic Moulding Machine		√			
11.	Gusti Fattahillah Putra Merdeka, Denny Nurkertamanda	2022	Produksi *Side Link* Dengan Pendekatan *Lean Manufacturing* Pada Divisi Infrastruktur Perhubungan PT PINDAD (Persero)			√	√	√

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode Penelitian				
				SMED	FTE	FMEA	VSM	9 Waste
12.	Ikhsan Baharudin, Ahmad Jaka Purwanto, Muchammad Fauzi	2021	Analisis Pemborosan Menggunakan *"9 Waste"* Pada Proses Produksi PT. ABC					√
13.	Dimas Prasetiyo, Muhammad Zainuddin Fathoni, Efta Dhartikasari Priyana	2022	Pendekatan *Lean Six Sigma* Sebagai Upaya Meminimalkan *Waste* Dan Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Produksi *Leaf Spring Type* MSM 2230 (Studi Kasus PT. Indospring Tbk)			√		√
14.	Muhamad Aji Prasetyo, Dian Eko Adi Prasetio1, Doddy Lombardo	2024	Perbaikan Proses Pengemasan Sekunder untuk Mengurangi Aktivitas *Waste* dengan Metode *Lean Manufacturing* di PT. XYZ				√	
15.	Muhammad Herlingga	2021	Analisis Penerapan *Lean* Manufaktur untuk Mengurangi Pemborosan di Lantai Produksi PT E Purwakarta Tahun 2021				√	

2.2 Landasan Teori

Landasan teori berisikan tentang teori atau konsep-konsep yang terkait dengan topik penelitian yang akan dilakukan. Landasan teori disusun berdasarkan sumber jurnal yang bereputasi dan buku atau artikel terkait topik.

2.2.1 9 Waste dalam Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah suatu pendekatan sistemik yang bertujuan untuk menghilangkan pemborosan *(waste)* dan meningkatkan nilai tambah *(value added)* produk atau jasa bagi pelanggan dengan cara meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses produksi secara terus-menerus *(continuous improvement)*. Dalam bukunya yang disebut *"The Toyota Way"* (Liker, 2013). Toyota mendefinisikan terdapat 7 jenis aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah atau pemborosan pada sistem produksi manufaktur. Pemborosan ini merupakan salah satu kendala dalam menerapkan sistem aliran satu *item*, yang berarti aliran produksi tanpa henti dalam sistem produksi Toyota. Seiring perkembangan, para para ahli dan praktisi *lean manufacturing* menambahkan dua jenis waste sehingga menjadi 9 waste, yang sering disingkat dengan akronim *E-DOWNTIME* (Gusti Fattahillah Putra Merdeka & Denny Nurkertamanda, 2022). Berikut adalah penjelasan tentang setiap pemborosan *(waste)*:

1. *Environtmental Health, and Safety (EHS)*

   Environtmental Health, and Safety (EHS) adalah konsep yang menggabungkan aspek kesehatan, keselamatan kerja, dan perlindungan lingkungan dalam suatu sistem manajemen yang diterapkan di tempat kerja atau proses produksi. Kondisi lingkungan kerja yang buruk, seperti tingkat kebisingan lebih tinggi dari NAB kebisingan yang diperbolehkan oleh Departemen Ketenagakerjaan, yaitu 80 dB dan suhu tempat kerja lebih dari 35° Celcius, serta perusahaan tidak memiliki prosedur operasi standar (SOP) terkait K3 yang baik (Gusti Fattahillah Putra Merdeka & Denny Nurkertamanda, 2022).

2. *Defect*

   Defect merupakan produk yang rusak atau cacat karena kesalahan yang terjadi selama proses produksi. Produk cacat adalah produk yang dinilai kurang memenuhi standar, sehingga harus dilakukan perbaikan. Produk cacat dapat disebabkan oleh proses kerja yang buruk, operator yang tidak berpengalaman, kesalahan dalam penggunaan alat, dan peralatan dan mesin produksi yang sudah tua.

3. *Overproduction*

Overproduction adalah produksi produk melebihi jumlah yang ditetapkan atau tidak sesuai dengan permintaan pelanggan sehingga menyebabkan penyimpanan dan tenaga kerja yang berlebihan. Hal tersebut menyebabkan perusahaan harus membayar biaya untuk simpan, mengirim, dan tenaga kerja yang berlebihan.

4. *Waiting*

   Waiting merupakan waktu menunggu dimana seluruh tindakan yang dihitung ketika proses produksi berhenti. Contohnya seperti; waktu menunggu mesin menyala, menunggu proses selanjutnya, menunggu instruksi, dan lainnya. Salah satu penyebab menunggu ini adalah waktu *set up* yang lama.

5. *Non-Utilizing Employee*

   Non-Utilizing Employee merupakan jenis *waste* yang muncul akibat adanya sumber daya manusia yang mengalami *idle* atau tidak dimaksimalkan, hal tersebut menjadi salah satu aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah/*value.*

6. *Transportation*

   Transportation merupakan jenis *waste* akibat pemindahan barang atau material yang tidak perlu dan tidak memiliki nilai tambah. Hal tersebut dapat disebabkan karena tata letak produksi yang kurang efisien, sehingga barang harus dipindah-pindah secara berulang atau berlebihan (Firda Maulida Fitria et al., 2018).

7. *Inventory*

   Inventory adalah pemborosan akibat penumpukan persediaan bahan atau produk yang berlebihan. Hal ini menyebabkan kebutuhan ruang penyimpanan besar dan modal yang terikat. Waste ini menunjukkan ketidakefisienan dalam proses produksi dan harus dikurangi untuk meningkatkan efisiensi (Ernatalia Sari, 2018)

8. *Motion*

   Motion merupakan aktivitas gerakan-gerakan operator yang tidak diperlukan ketika melakukan pekerjaan. Contohnya seperti mengambil alat atau bahan yang terlalu jauh, mencari dokumen, memeriksa barang, dan lainnya. *Waste* tersebut diakibatkan tata letak area kerja belum tertata dan belum adanya standar metode pekerjaan yang ditetapkan.

9. *Excess Processing*

   Excess Processing merupakan *waste* yang diakibatkan karena adanya proses yang berlebihanatau tidak perlu dalam proses produksi. *Waste over processing* juga muncul ketika memproduksi barang yang melebihi kebutuhan perusahaan.

2.2.2 Waktu Set Up

Waktu *set up* atau *changeover* merujuk pada proses penyesuaian mesin atau peralatan produksi lainnya agar sesuai dengan metode kerja yang telah ditentukan sebelumnya. Waktu *set up* ini dimulai sejak produk jadi *(finished good)* dari model pertama selesai diproduksi, hingga produk jadi dari model berikutnya selesai dibuat. Maka dari itu, waktu *set up* mencakup durasi yang dibutuhkan untuk menyiapkan peralatan sebelum proses produksi utama dimulai. Aktivitas yang termasuk dalam waktu *set up* meliputi penyiapan mesin, persiapan dan penggantian jenis jig, pengaturan ulang mesin, serta pelaksanaan *trial run* untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan. Proses *set up* ini umumnya dilakukan saat mesin dalam keadaan tidak beroperasi (Sugarindra et al., 2019). Secara umum, waktu *set up* dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. *Major Set Up*

   Proses *set up* yang dilakukan untuk memproduksi kabinet piano dari model yang berbeda.

2. *Minor Set Up*

   Proses *set up* yang dilakukan untuk memproduksi kabinet piano yang masih tergolong dalam model yang sama.

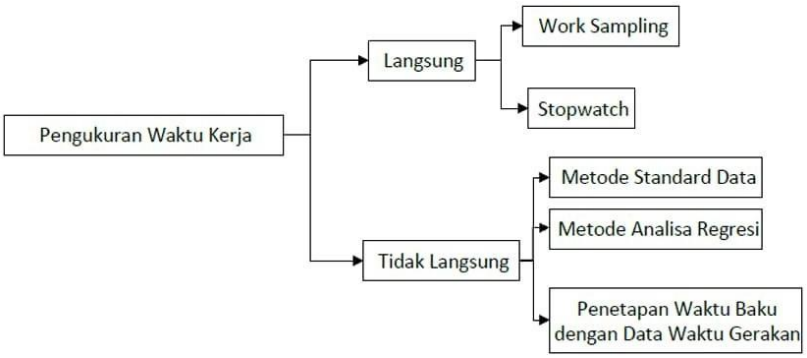
2.2.3 Single Minute Exchange of Dies (SMED)

Single Minute Exchange of Dies (SMED) adalah metode dalam *Lean Manufacturing* yang bertujuan untuk mempercepat waktu *set up* atau pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke jenis produk lain, dengan tujuan utama mengurangi *waste* (pemborosan) dalam proses produksi (Setiawan, 2018). SMED berfokus pada pemisahan aktivitas *set up* menjadi dua kategori, yaitu *internal set up* (pekerjaan yang hanya bisa dilakukan saat mesin berhenti) dan *external set up* (pekerjaan yang bisa dilakukan saat mesin berjalan), serta mengkonversi sebanyak mungkin aktivitas internal menjadi eksternal agar waktu henti mesin dapat diminimalkan (Hardono et al., 2024). 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 tujuan yang sama yaitu meminimasi pemborosan *(waste)* waktu *set up* pada proses produksi (Hardono et al., 2024). Metode SMED *(Single Minute Exchange of Die)* terdiri dari beberapa tahap yaitu:

1. Tahap persiapan awal, yaitu penataan material dan pembersihan area kerja sebelum proses *set up* dimulai, serta pengembalian material setelah *set up* selesai. Pengambilan data tersebut dapat dengan dokumentasi proses produksi menggunakan kamera untuk merekam seluruh proses dari awal hingga akhir, serta mencatat waktu yang muncul pada lembar kerja yang tersedia.
2. Tahap pemisahan aktivitas internal dan eksternal. Tahapan ini penting dalam penerapan SMED. Identifikasi kedua jenis aktivitas ini bisa dilakukan dengan cara observasi langsung, wawancara dengan operator, dan evaluasi terhadap proses *set up* yang sudah ada. Setelah aktivitas internal dan eksternal teridentifikasi dan didokumentasikan, langkah selanjutnya adalah memisahkan keduanya dengan jelas.
3. Tahap konversi aktivitas internal menjadi eksternal, yaitu dengan meninjau ulang seluruh rangkaian proses *set up* untuk mencari kemungkinan kesalahan dalam mengklasifikasikan aktivitas. Langkah ini juga dapat dilakukan melalui perbaikan berkelanjutan seperti metode Kaizen guna mengubah aktivitas internal menjadi eksternal.
4. Tahap perbaikan menyeluruh, yaitu meningkatkan seluruh aspek dari aktivitas *set up* untuk menghilangkan pemborosan. Misalnya, mengurangi waktu mencari alat atau barang, memperbaiki tata letak area kerja, dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan. Semua data dari proses *set up* ini dikumpulkan dan dianalisis sebagai dasar untuk perbaikan berkelanjutan yang lebih efektif.

2.2.4 *Time Study*

Time study adalah teknik pengukuran pekerjaan yang dilakukan mendapatkan standar waktu atau standar produktivitas suatu pekerjaan, biasanya dengan menggunakan alat bantu stopwatch untuk mengukur waktu siklus kerja secara langsung (Setiawan, 2018). Dalam penentuan waktu ini, juga diperhitungkan kelonggaran yang diperlukan untuk mengatasi faktor-faktor seperti kelelahan dan situasi yang tidak (Mahen et al., 2023). Pada ind. *Time study* bertujuan menghasilkan waktu standar suatu pekerjaan dengan kondisi tertentu agar produktivitas dapat dihitung secara akurat.



Gambar 2. 1 Metode Pengukuran *Time Study*

Sumber: (Barnes, 1980)

Berdasarkan gambar 2.2 di atas, pengukuran waktu kerja dapat dilakukan melalui dua cara yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pada pengukuran *time study* secara langsung dapat melalui *work sampling* dan *stopwatch.* Sedangkan untuk pengukuran *time study* tidak langsung dapat melalui metode standard data, analisa regresi, dan penetapan waktu baku dengan data waktu gerakan.

2.2.5 *Rating Factor*

Rating factor merupakan pendekatan faktor penyesuaian yang digunakan untuk menganalisis risiko dan dampak suatu proyek (Sinyo Andika Nasution et al., 2024). Pada penelitian ini *rating factor* akan digunakan untuk mengevaluasi kinerja operator saat bekerja, dengan tujuan memperoleh hasil waktu yang wajar dari proses pengukuran dengan memberikan skor-skor. Faktor tersebut bertujuan untuk menormalkan waktu pengukuran, karena dalam kenyataannya, operator tidak selalu bekerja dalam kondisi normal. Terkadang, operator dapat bekerja lebih lambat atau lebih cepat dari kondisi normal. Oleh karena itu, *rating factor* digunakan sebagai koreksi agar hasil waktu kerja yang diperoleh mencerminkan waktu kerja yang standar, bukan waktu aktual yang dipengaruhi oleh kecepatan kerja individu pada saat pengukuran dilakukan. Menurut (Wignjosoebroto, 2000) faktor penyesuaian atau *rating factor* adalah sebagai berikut:

1. P > 1, artinya peneliti berasumsi bahwa operator bekerja cepat di atas normalnya.
2. P < 1, apabila peneliti berasumsi bahwa operator bekerja lambat dibawah normalnya.
3. P = 1, apabila peneliti berasumsi bahwa operator bekerja secara normal.

Dalam menentukan faktor penyesuain atau *rating factor* dapat menggunakan tabel *Westinghouse* yang terdiri dari 4 aspek yaitu *skill*/keterampilan yang dimiliki, *effort*/usaha yang dimiliki, kondisi kerja, dan konsistensi dalam bekerja.

Tabel 2. 2 Tabel *Westinghouse*

WESTING HOUSE RATING FACTORS					
SKILL			*EFFORT*		
0.15	A1	*Super Skill*	0.13	A1	*Super Skill*
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	*Excellent*	0.1	B1	*Excellent*
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	*Good*	0.05	C1	*Good*
0.03	C2		0.02	C2	
0	D	*Average*	0	D	*Average*
-0.05	E1	*Fair*	-0.04	E1	*Fair*
-0.1	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	*Perfect*
0,04	B	*Excellent*	0,03	B	*Excellent*
0,02	C	*Good*	0,01	C	*Good*
0	D	*Average*	0	D	*Average*
-0,03	E	*Fair*	-0,02	E	*Fair*
-0,07	F	*Poor*	-0,04	F	*Poor*

Berdasarkan tabel *Westinghouse* di atas, berikut penjelasan dari masing-masing aspek pada *rating factor:*

1. *Skill* adalah kemampuan dasar operator dalam melaksanakan tugasnya, yang sangat dipengaruhi oleh pengalaman individu operator tersebut.
   a. Super Skill:
      1. Sangat sesuai dengan tugas yang diberikan
      2. Melaksanakan pekerjaan dengan sangat baik
      3. Nampak sudah sangat terlatih
      4. Gerakan operator sangat halus dan cepat sehingga sulit untuk ditiru
      5. Kadang-kadang gerakannya hampir menyerupai mesin

6. Perpindahan antar elemen kerja hampir tidak terlihat karena sangat cepat
7. Tidak ada gerakan yang membingungkan
8. Secara keseluruhan, pekerjaan yang dilakukan memang sangat cocok dengan tugas yang diberikan

b. Excellent

1. Memiliki kepercayaan diri tinggi.
2. Sangat sesuai dengan tugas yang dikerjakan.
3. Menunjukkan keterampilan yang sangat baik.
4. Bekerja dengan sangat teliti tanpa perlu pemeriksaan ulang.
5. Setiap gerakan kerja dilakukan tanpa kesalahan.
6. Sangat cermat dalam menggunakan alat kerja.
7. Mampu bekerja dengan cepat tanpa mengurangi standar kualitas.
8. Gerakan kerja cepat dan halus.
9. Bekerja dengan ritme yang konsisten serta koordinasi yang sangat baik.

c. *Good*

1. Hasil kerja bermutu.
2. Kinerja lebih unggul dibandingkan rekan kerja lain.
3. Mampu melatih pekerja lain yang kurang terampil.
4. Keterampilan bekerja terlihat mumpuni.
5. Pengawasan minimal.
6. Yakin dalam bekerja.
7. Kinerja stabil.
8. Gerakan kerja terkoordinasi dengan baik.
9. Tempo kerja cepat.

d. *Average*

1. Hasil kerja bermutu.
2. Kinerja lebih unggul dibandingkan rekan kerja lain.
3. Mampu melatih pekerja lain yang kurang terampil.
4. Keterampilan bekerja terlihat mumpuni.
5. Pengawasan minimal.
6. Yakin dalam bekerja.
7. Kinerja stabil.

8. Gerakan kerja terkoordinasi dengan baik.
9. Tempo kerja cepat.

e. *Fair*

1. Terlihat terlatih, namun belum sepenuhnya baik.
2. Cukup memahami kondisi kerja.
3. Tampak sedang memikirkan langkah-langkah kerja selanjutnya.
4. Kurang yakin dengan kemampuan diri sendiri.
5. Kinerja kurang optimal meski sudah lama berada di posisi tersebut.
6. Memahami tugas yang diemban, tetapi sering merasa bimbang.
7. Sering melakukan kesalahan yang menghambat pekerjaan.
8. Hasil kerja sangat minim jika tidak diawasi.
9. Seringkali bimbang dalam bertindak.

f. *Poor*

1. Koordinasi antara pikiran dan gerakan kurang baik.
2. Gerakan saat bekerja terlihat kaku.
3. Tidak memiliki keyakinan dalam melaksanakan tugas.
4. Belum kompeten dalam pekerjaan yang dilakukan.
5. Tidak merasa cocok dengan pekerjaan tersebut.
6. Sering merasa ragu saat bekerja.
7. Kerap melakukan kesalahan.
8. Tidak percaya pada kemampuan diri sendiri.
9. Sulit untuk berinisiatif.

2. *Effort* adalah usaha atau kesungguhan operator dalam melakukan pekerjaanya.

a. *Excessive Effort* (Upaya Berlebihan)

1. Terlalu cepat dalam bekerja.
2. Berusaha terlalu keras hingga membahayakan kesehatan.
3. Tidak dapat mempertahankan kecepatan kerja dalam jangka panjang.

b. *Excellent Effort* (Upaya Sangat Baik)

1. Memiliki kecepatan kerja yang tinggi.
2. Gerakan kerja efisien dibandingkan yang lain.
3. Sangat fokus pada pekerjaan.
4. Sering memberikan masukan.

5. Terbuka terhadap saran.
6. Memahami pentingnya pengukuran waktu.
7. Peningkatan kinerja terlihat dalam beberapa hari.
8. Percaya diri dengan kelebihan yang dimiliki.
9. Jarang melakukan kesalahan saat bekerja.
10. Bekerja sistematis
11. Tidak terlihat perpindahan antar elemen kerja karena kecepatan dalam bekerja

c. *Good Effort*

1. Kerja dilakukan dengan teratur dan konsisten.
2. Hampir tidak ada waktu menganggur.
3. Fokus penuh pada pekerjaan.
4. Menikmati pekerjaan yang dilakukan.
5. Memahami dan meyakini manfaat dari pengukuran waktu kerja.
6. Menerima masukan dan arahan dengan positif.
7. Mampu memberikan ide untuk meningkatkan kualitas kerja.
8. Area kerja selalu bersih dan teratur.
9. Mahir dalam menggunakan peralatan kerja.
10. Rutin merawat peralatan kerja.

d. *Average Effort*

1. Kualitasnya di antara "good effort" dan "poor effort".
2. Kinerja stabil.
3. Menerima saran, tetapi tidak diimplementasikan.
4. Persiapan dilakukan dengan baik.
5. Aktivitas dilakukan sesuai rencana.

e. *Fair Effort*

1. Menerima saran dengan perasaan tidak senang.
2. Kadang kurang memperhatikan pekerjaan.
3. Kurang berdedikasi.
4. Tidak memberikan energi yang cukup dalam bekerja.
5. Sesekali terjadi kesalahan dalam mengikuti instruksi kerja.
6. Peralatan yang digunakan tidak selalu yang terbaik.
7. Cenderung kurang fokus pada pekerjaan.

8. Terlalu berhati-hati.
9. Sistem kerja biasa saja.
10. Gerakan kerja tidak terkoordinasi.

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* adalah keadaan lingkungan kerja tempat operator bekerja, yang mencakup faktor-faktor seperti suhu, tingkat kelembapan, tingkat kebisingan, dan pencahayaan.
4. *Consistency* adalah hasil pengukuran durasi waktu kerja operator yang menunjukkan kestabilan atau keseragaman dalam menyelesaikan tugasnya.

2.2.6 *Allowance*

Allowance merupakan faktor kelonggaran waktu yang diberikan kepada pekerja di luar waktu kerja normal untuk mengakomodasi kebutuhan pribadi, kelelahan, dan keterlambatan yang tidak dapat dihindari selama pelaksanaan tugas. *Allowance* bertujuan untuk menyesuaikan waktu kerja agar realistis dan mencerminkan kondisi kerja yang sebenarnya (Widagdo, 2018). *Allowance* juga dipakai dalam perhitungan *Full Time Equivalent* (FTE) untuk menentukan kebutuhan tenaga kerja yang optimal. *Allowance* biasanya diklasifikasikan dalam tiga kategori utama:

1. *Personal needs allowance*: waktu untuk kebutuhan pribadi pekerja,
2. *Fatigue allowance*: waktu tambahan untuk mengatasi kelelahan akibat pekerjaan,
3. *Delay allowance*: waktu kelonggaran untuk keterlambatan yang tidak dapat dihindari dan berada di luar kendali pekerja.

2.2.7 Uji Statistik Data

a. Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data adalah proses pengujian yang bertujuan untuk memastikan bahwa data pengukuran yang dikumpulkan sudah memadai untuk digunakan dalam perhitungan waktu standar, dengan memperhitungkan tingkat akurasi dan tingkat keyakinan yang diharapkan (Sutalaksana et al., 2006). Rumus uji kecukupan data antara lain:

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

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.

b. Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diukur sudah seragam dan berasal dari satu sistem yang sama (Sutalaksana et al., 2006). Data pengamatan dianggap seragam jika nilainya berada di antara batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Namun, jika data tersebut melewati batas kontrol tersebut, maka data tersebut dikategorikan sebagai tidak seragam (Dewi et al., 2024). Berikut rumus uji keseragaman data:

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

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

$$BKB = X - k\sigma \tag{2.4}$$

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

Keterangan:

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

$\bar{x}$ = Rata-rata dari data pengamatan

k = Tingkat kepercayaan

σ = Standar deviasi

2.2.8 Simulasi Diskrit

Simulasi diskrit berfungsi untuk memodelkan dan menganalisis perubahan status sistem produksi pada titik waktu tertentu, sehingga dapat membantu mengatasi masalah penjadwalan, meningkatkan efisiensi, dan menjaga kestabilan lini produksi secara efektif dengan memprediksi dan mengoptimalkan aliran proses serta penggunaan sumber daya (Kusnandar & Perdana, 2015). Simulasi ini memungkinkan evaluasi berbagai skenario operasional tanpa mengganggu sistem nyata, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan produksi dan manajemen lini produksi (Arungpadang, 2015).

BAB III
METODE PENELITIAN

3. 1 Objek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada meminimasi waktu *set up* proses *moulder backpost* yang menyebabkan tingginya *waste* waktu *set up* kelompok *Soundboard Glue* UP.

3. 2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah Kelompok kerja *Soundboard Glue* UP PT. Yamaha Indonesia dan seluruh *stakeholder* pada proses *moulder backpost.*

3. 3 Jenis dan Metode Pengumpulan Data

Terdapat dua jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti melalui observasi dan wawancara di lantai produksi atau pada objek penelitian. Berikut pengambilan data primer yang dilakukan peneliti:

1. Observasi

   Metode observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang di teliti, yaitu melakukan pengamatan dan perekaman. Data yang dikumpulkan melalui observasi dalam penelitian ini antara lain:

   - Aktivitas kerja

     Data tentang aktivitas kerja operator di kelompok *Soundboard Glue* UP saat proses *set up* dikumpulkan melalui rekaman kamera secara langsung.

   - Waktu Siklus *Set Up*

     Waktu siklus *set up* pada proses *moulder backpost* adalah waktu yang diperlukan untuk menyiapkan proses *moulder* tersebut. Waktu siklus ini dibagi menjadi empat model piano, yaitu B1 *series*, B2 *series*, B3 *series*, dan P22 *series*. Pengambilan waktu siklus *set up* pada setiap model piano diambil menggunakan kamera. Setelah itu, data yang diperoleh akan dianalisis untuk memastikan keseragaman sebelum diproses lebih lanjut.

   - Data produksi

Data produksi pada proses *moulder backpost* didapatkan dari rencana harian kelompok *Soundboard Glue* UP untuk mengetahui jumlahnya per hari. Rencana harian ini diperoleh melalui data efisiensi perusahaan dan wawancara dengan *leader* kelompok kerja yang bersangkutan.

- Frekuensi *set up*

  Data frekuensi *set up* digunakan untuk mengetahui pola kerja operator dan mesin dalam mengukur efektivitas perbaikan yang diusulkan. Data ini diperoleh melalui wawancara dengan pemimpin dan operator kelompok kerja terkait serta pengamatan langsung.

- *Layout* lantai produksi

  Informasi mengenai *layout* lantai produksi pada kelompok kerja *Soundboard Glue* UP digunakan untuk mengetahui posisi fasilitas produksi di area tersebut. Data ini diperoleh melalui wawancara dengan pemimpin kelompok kerja terkait dan pengamatan langsung.

2. Wawancara

   Wawancara merupakan metode pengumpulan data dengan cara bertanya langsung kepada pihak yang berkompeten, dalam hal ini adalah *leader* dan *foreman* kelompok kerja *Soundboard Glue* UP. Melalui wawancara tersebut, peneliti memperoleh informasi mengenai frekuensi *set up, layout* lantai produksi, serta aktivitas gerakan kerja operator saat melakukan *set up* pada proses *moulder backpost*.

b. Data Sekunder

   Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, misalnya melalui artikel, catatan perusahaan, atau penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini. Jenis data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

   - Profil perusahaan secara umum

     Profil ini mencakup sejarah perusahaan, alamat, jam kerja, proses produksi secara umum, dan informasi lain yang berkaitan.

   - Kajian Literatur

     Kajian literatur berisi teori-teori pendukung yang relevan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

3. 4 Pengolahan Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu siklus, elemen aktivitas kerja, serta memberikan rekomendasi perbaikan berdasarkan simulasi setelah penerapan metode SMED. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan perbaikan berdasarkan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED), dengan fokus pada aktivitas gerakan kerja operator selama proses *set up* berlangsung. Proses pengolahan data dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Mengolah data waktu *set up* dari setiap model piano yang telah didapat melalui observasi, dengan tujuan memperoleh waktu normal serta waktu baku untuk proses *set up* tersebut.
2. Analisis Data dengan Metode SMED
   a. Pendahuluan

      Mencatat seluruh langkah kerja operator selama proses *set up* tanpa membedakan aktivitas kerja berdasarkan aktivitas internal atau eksternal.

   b. Tahap pertama

      Mengelompokkan aktivitas kerja pada saat *set up* ke dalam aktivitas internal dan eksternal. Aktivitas internal adalah aktivitas *set up* yang dilakukan ketika mesin atau proses utama sedang tidak beroperasi, sedangkan aktivitas eksternal adalah aktivitas yang dilakukan saat mesin atau proses utama sedang beroperasi.

   c. Tahap Kedua

      Mengubah aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal. Proses ini dilakukan dengan meninjau kembali semua aktivitas internal untuk menentukan apakah dapat dipindahkan menjadi aktivitas eksternal, lalu mencari cara agar aktivitas internal tersebut dapat diubah menjadi eksternal.

   d. Tahap ketiga

      Menghilangkan pemborosan *(waste)* pada setiap aktivitas kerja dengan melakukan perbaikan kaizen, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk aktivitas internal dan eksternal dapat dipangkas.

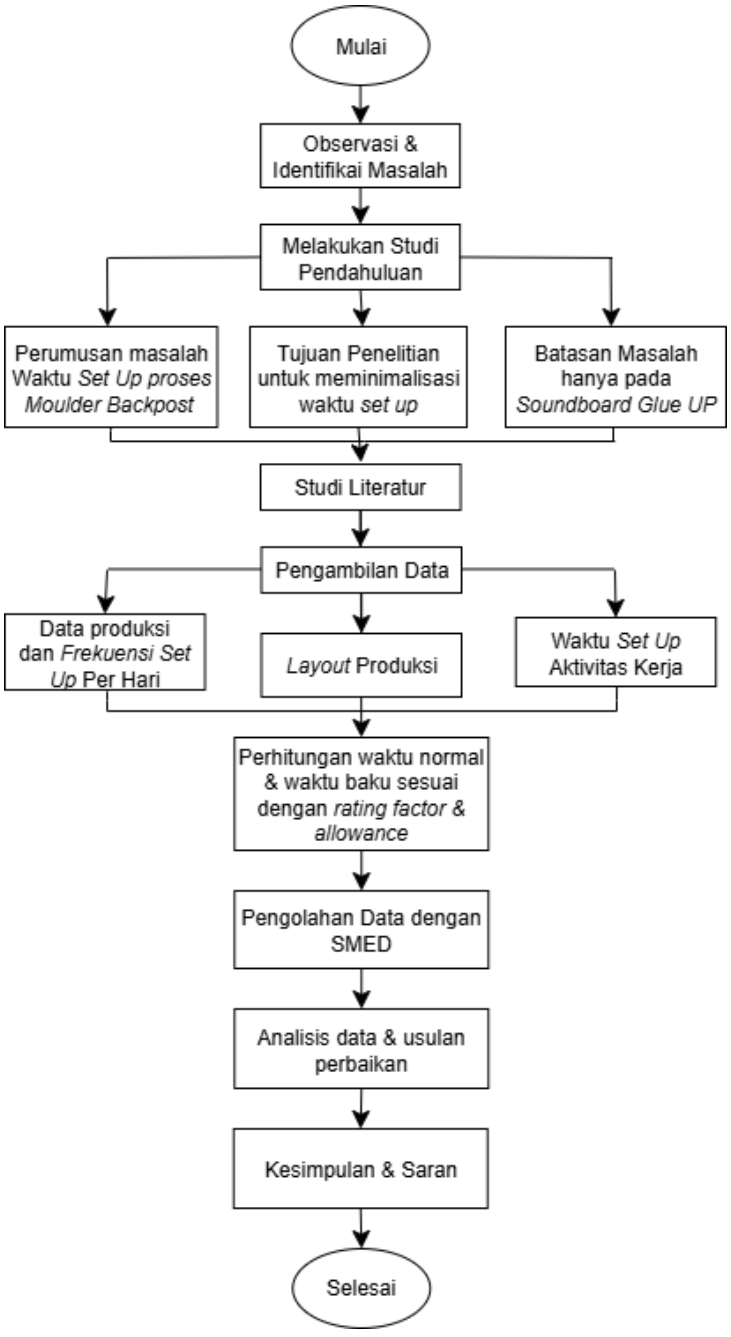
3. 5 Analisis Data

Analisis dan pembahasan dilakukan dengan cara mengolah data menggunakan metode SMED serta membuat model simulasi perbaikan menggunakan *Flexsim*. Dari hasil

tersebut, dapat diketahui perbedaan waktu *set up* sebelum dan setelah perbaikan, serta usulan perbaikan yang diperoleh melalui hasil simulasi *Flexsim*.

3. 6 Alur Penelitian

Langkah yang digunakan pada penelitian ini dari awal hingga akhir akan dijelaskan melalui sebuah diagram alir. Berikut merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari langkah-langkah penelitian yang dilakukan:

1. Observasi dan indentifikasi masalah

   Pada penelitian ini observasi dilakukan pada kelompok *Soundboard Glue* UP PT Yamaha Indonesia. Setelah observasi dilakukan tahap selanjutnya yaitu melakukan identifikasi masalah yang bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada kelompok *Soundboard Glue* UP.

2. Studi Pendahuluan

   Studi pendahuluan dilakukan melalui 3 tahapan yaitu:

   a. Perumusan masalah

      Setelah melakukan pengamatan pada kelompok *Soundboard Glue* UP maka dirumuskan permasalahan yaitu Bagaimana hasil perbaikan waktu *set up* proses *moulder backpost* melalui metode SMED dalam upaya mengurangi waktu *set up* tersebut.

   b. Tujuan

      Selanjutnya menetapkan tujuan penelitian berdasarkan pada perumusan masalah yaitu meminimasi waktu *set up* proses *moulder backpost* pada kelompok *Soundboard Glue* UP.

   c. Batasan Masalah

      Menentukan batasan penelitian yang hanya sampai tahap analisis secara teoritis yang berfokus pada proses *moulder backpost* kelompok *Soundboard Glue* UP PT. Yamaha Indonesia.

3. Studi Literatur

   Studi literatur yang dilakukan untuk menentukan metode yang tepat dalam penelitian, sehingga mampu menyelesaikan dan menjawab rumusan masalah serta tujuan penelitian dengan landasan teori yang relevan.

4. Pengambilan Data

   Pada tahap pengambilan data dibagi menjadi 2 bagian yaitu data primer dan data sekuder. Data primer penelitian ini mencakup data produksi, *frekuensi set up* per hari, *layout* produksi, dan waktu *set up* elemen kerja. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi literatur dengan menelaah referensi dari penelitian terdahulu yang relevan untuk memperkuat latar belakang dan dasar teori penelitian.

5. Perhitungan waktu normal dan waktu baku sesuai dengan *rating factor & allowance*

Pada tahap ini, dilakukan perhitungan waktu normal dan waktu baku berdasarkan waktu pengamatan yang telah diambil, kemudian akan disesuaikan dengan *rating factor* untuk menggambarkan kecepatan kerja operator. Dan selanjutnya, akan ditambahkan toleransi atau *allowance* waktu seperti kebutuhan pribadi dan kelelahan, sehingga didapatkan waktu baku yang menjadi acuan dalam analisis penelitian ini.

6. Pengolahan Data dengan SMED

   Pada tahap ini, diawali dengan pencatatan seluruh aktivitas pekerjaan, kemudian setiap aktivitas dikelompokkan menjadi internal dan eksternal. Selanjutnya, aktivitas internal diubah menjadi eksternal untuk meminimalkan waktu tunggu mesin.

7. Analisis data dan usulan perbaikan

   Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengurangan waktu *set up* dengan memberikan usulan perbaikan kaizen.

8. Kesimpulan dan saran

   Pada tahap akhir penelitian ini memuat kesimpulan yang merangkum seluruh hasil dan analisis penelitian berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan. Selain itu, disampaikan pula rekomendasi bagi perusahaan serta masukan untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini telah dijelaskan pada bab 3 metode penelitian, yang meliputi observasi langsung di lapangan, wawancara dengan *leader, foreman,* maupun operator, serta studi pustaka yang relevan dengan topik penelitian. Adapun data yang dikumpulkan berfokus pada waktu *set up* proses *moulder backpost* di *Soundboard Glue* UP, PT Yamaha Indonesia.

4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan

Yamaha Corporation merupakan perusahaan manufaktur asal jepang yang awalnya dikenal sebagai Nippon Gakki Co. Ltd., didirikan oleh Torakusu Yamaha pada tahun 1887. Perusahaan ini resmi terdaftar sebagai badan hukum pada 12 Oktober 1897 dan mulai memproduksi piano pada tahun 1900 yang menandai langkah penting dalam perjalanan Yamaha sebagai produsen alat musik terkemuka. Kehadiran Yamaha di Indonesia dimulai pada tahun 1965 melalui kunjungan Presiden Direktur Gen'ichi Kawakami, yang menyadari potensi besar seni musik di negara ini. Pada tahun 1971, Yayasan Musik Yamaha didirikan, yang kemudian berganti nama menjadi Yayasan Musik Indonesia (YMI), diikuti dengan pendirian perusahaan manufaktur alat musik pada tahun 1972.

Gambar 4. 1 Logo PT. Yahama Indonesia



Gambar 4. 2 PT Yamaha Indonesia

PT Yamaha Indonesia pada awalnya memproduksi berbagai alat musik seperti piano, gitar, pianica, dan lainnya. Namun, perusahaan kemudian memutuskan untuk fokus pada produksi piano dengan mempertimbangkan permintaan pasar dan keahlian produksi. Keputusan ini mencerminkan strategi Yamaha untuk mengoptimalkan operasi dan memperluas pasar di bidang alat musik, menjadikannya salah satu produsen piano terkemuka di dunia. Produk piano yang dihasilkan memiliki dua jenis berupa *Upright Piano* (UP) yang memiliki bentuk vertikal dan *Grand Piano* (GP) yang memiliki bentuk horizontal dengan beberapa model yang dimiliki masing-masing jenis piano.

4.1.2 Produk Perusahaan

PT Yamaha Indonesia memproduksi dua model piano yaitu *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP) dengan berbagai jenis dan varian warna. Model *Upright Piano* (UP), terdiri dari beberapa jenis seperti B1 *series*, B2 *series*, B3 *series*, dan P22 *series*. Sedangkan model *Grand Piano* (GP) terdapat dua jenis, yaitu GB dan GN2. Selain memproduksi piano jadi, PT Yamaha Indonesia juga memproduksi beberapa komponen piano yang diekspor untuk dirakit di perusahaan atau negara lain. Terdapat beberapa warna piano yang diproduksi termasuk *Polished Walnut* (PW), yang memiliki warna coklat kemerahan seperti corak kayu, *Polished White* (PWH) yang berwarna putih, dan *Polished Ebony* (PE) yang berwarna hitam.



Gambar 4. 3 *Grand Piano*



Gambar 4. 4 *Upright Piano*

4.1.3 Proses Produksi

Proses produksi merupakan serangkaian aktivitas atau langkah yang terstruktur dan terorganisir yang dilakukan oleh suatu organisasi untuk mencapai tujuan tertentu, seperti menghasilkan produk atau layanan (Saputra & Mahbubah, 2021). Proses produksi Piano pada PT Yamaha Indonesia dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu *Woodworking, Painting, Assembly, Finishing,* dan *Packing*. Pada penelitian ini berfokus pada departemen *Assembly Upright Piano* kelompok *Soundboard Glue* UP. Berikut tahapan proses produksi piano pada PT. Yamaha Indonesia yaitu:

1. *Wood Working* (Pengolahan Kayu)

   Pada proses ini melibatkan pengolahan bahan mentah/ raw material dari bahan kayu menjadi kabinet-kabinet yang diperlukan untuk pembuatan piano. Terdapat 2 kayu yang digunakan yaitu kayu solid dan kayu olahan seperti *R/C Plywood, Particle Board (P/B), Medium Density Fiberboard (MDF).* Pada proses *wood working* akan melalui tahap *quality control* sebelum dikirim ke bagian lain agar kualitas tiap kabinet sudah sesuai standar yang telah ditetapkan perusahaan.

2. *Painting* (Pengecatan)

   Setelah kabinet-kabinet dibuat pada proses *wood working,* langkah selanjtnya adalah pengecatan. Setiap kabinet akan dilakukan pewarnan sesuai tipe masing-masing piano. Setelah pengecatan dilakukan, akan dilanjutkan dengan proses sanding dan *buffing* untuk menghaluskan permukaan dan mengkilapkan cat pada tiap kabinet.

3. *Assembly* (Pemasangan)

   Pada tahap ini, berbagai komponen/kabinet yang telah dibuat akan disatukan untuk membentuk 1 unit piano sesuai dengan model dan jenisnya.

4. *Finishing* (Penyelesaian)

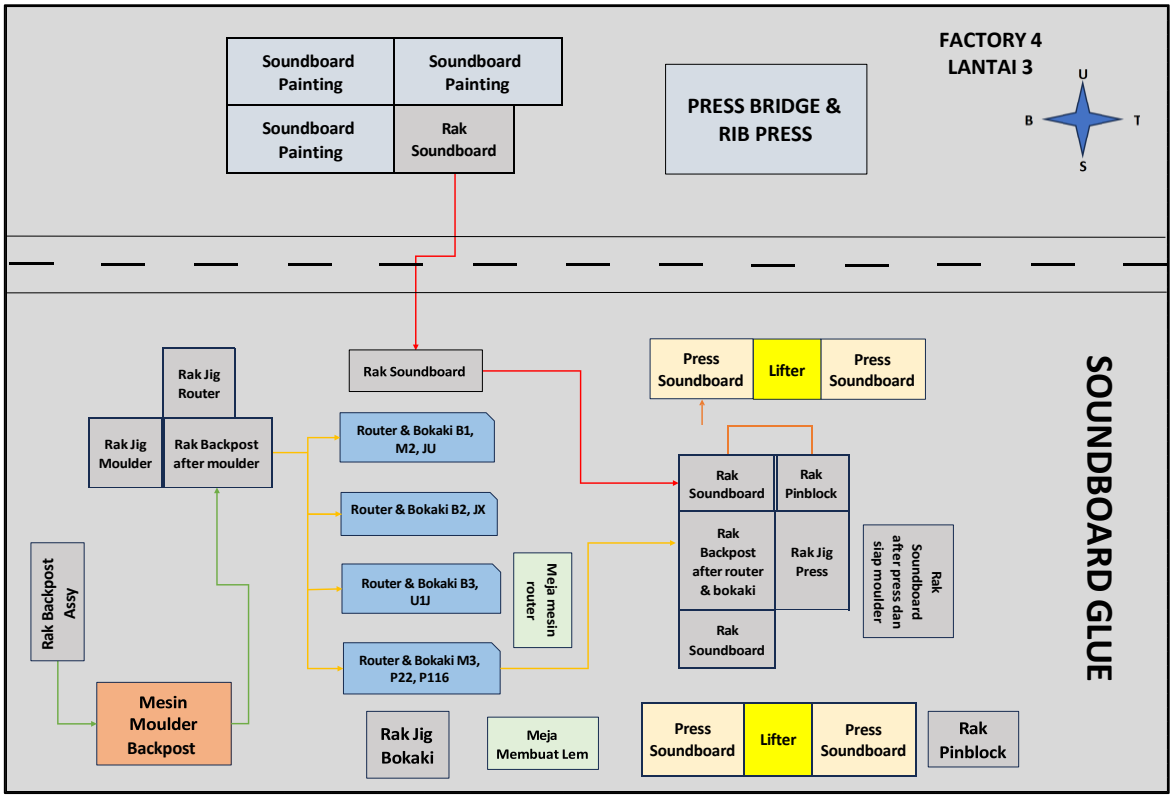
   Pada tahap ini akan dilakukan uji coba sesuai dengan standar kualitas dari perusahaan. Pada prosesi *finishing* ini mencakup pengecekan suara yang dihasilkanp piano, pengaturan suara agar optimal, dan *quality control* (QC) keseluruhan kondisi setiap bagian piano untuk memastikan tidak ada kecacatan.

5. *Packing* (Pengemasan)

   Proses pengemasan menjadi langkah terakhir sebelum pengiriman piano. Piano akan dikemas dengan teliti dan cermat dengan memberikan label jenis serta tujuan pengiriman untuk memastikan keamanan piano.

4.1.4 *Layout* dan Aliran Produksi Kelompok *Soundboard Glue* UP

Kelompok *Soundboard Glue* UP berada di departemen *Assembly Upright Piano* yang terletak pada lantai 3 *factory* 4 PT. Yamaha Indonesia. Berikut merupakan *layout* dan proses produksi dari kelompok *Soundboard Glue* UP:



Gambar 4. 5 *Layout Soundboard Glue* UP

Berdasarkan gambar 4.6 diketahui bahwa aliran produksi kelompok *Soundboard Glue* UP diawali dengan proses *Moulder* untuk kabinet *Backpost,* kemudian proses *Router & Bokaki* untuk kabinet *Backpost,* dan terakhir proses *Press* untuk menggabungkan tiga kabinet yaitu *Backpost, Soundboard,* dan *Pinblock*.

4.1.5 Data Produksi dan *Frekuensi Set Up*

Berikut merupakan data produksi *moulder backpost* kelompok *Soundboard Glue* UP dari tanggal 20-22 Januari 2025:

Tabel 4. 1 Data Frekuensi *Set Up*

Tanggal	Model	Jumlah *Set Up*
20 Januari 2025	B1 Series	24
	B2 Series	8
	B3 Series	12
	P22 Series	4
21 Januari 2025	B1 Series	25
	B2 Series	6
	B3 Series	16
	P22 Series	1
22 Januari 2025	B1 Series	20
	B2 Series	8
	B3 Series	18
	P22 Series	2

Berdasarkan data produksi harian di atas, kelompok *Soundboard Glue* UP memproduksi *moulder backpost* sebanyak 48 unit per hari. Dan frekuensi *set up* per hari berdasarkan wawancara operator dan *leader* berkisar 8 hingga 12 kali *set up.*

4.1.6 Waktu Proses *Mouder Backpost*

Waktu proses atau *standard time* merupakan waktu yang terhitung dari awal hingga akhir proses *moulder backpost*. Berikut merupakan waktu standar proses *moulder backpost* dari tiap model yang dihitung secara langsung menggunakan pengambilan video proses dengan kamera.

Tabel 4. 2 Waktu Standar Proses *Moulder Backpost*

No.	Model	ST Net (menit)
1	B1 *Series*	6,53
2	B2 *Series*	6,08
3	B3 *Series*	8,75
4	P22 *Series*	6,96

Berdasarkan tabel 4.2 terlihat bahwa waktu standar proses *Moulder Backpost* model B1 *Series* sebesar 6,53 menit, model B2 *Series* sebesar 6,08 menit, model B3 *Series* sebesar 8,75 menit, dan model P22 *Series* sebesar 6,96 menit.

4.1.7 Waktu *Set Up* Proses *Moulder Backpost*

Berikut merupakan waktu *set up* yang dibutuhkan untuk proses *Moulder Backpost* yang diukur secara langsung berupa pengambilan video dengan bantuan kamera.

Tabel 4. 3 Waktu *Set Up* Proses *Moulder Backpost*

No.	Model	ST Net (menit)
1	B1 *Series*	3,77
2	B2 *Series*	3,47
3	B3 *Series*	5,69
4	P22 *Series*	3,84

4.1.8 Nilai *Rating Factor* dan *Allowance* Operator *Moulder Backpost*

Berikut merupakan nilai *rating factor* dan *allowance* operator *Moulder Backpost*:

Tabel 4. 4 *Allowance* Operator *Moulder Backpost*

Faktor	Kelonggaran (%)
Tenaga yang dikeluarkan	7
Sikap Kerja	2,5
Gerakan Kerja	0
Kelelahan Mata	5

Keadaan Temperatur	7
Keadaan Atmosfer	6,5
Keadaan Lingkungan	5
Kebutuhan Pribadi	2
Jumlah	**35**

Berdasarkan tabel di atas, pertimbangan peneliti dalam memilih nilai pada faktor-faktor kelonggaran sesuai dengan tabel *allowance* (Wignjosoebroto, 2000b). Berikut rincian faktor pertimbangan penentuan *allowance*:

1. Tenaga yang dikeluarkan: Operator merupakan laki-laki dan bekerja dalam posisi berdiri, sehingga kebutuhan kelonggaran ditetapkan sebesar 7% yang berada dalam rentang 6-7,5%.
2. Sikap kerja: Operator bekerja dalam posisi tegak dengan tumpuan pada kedua kaki. Oleh karena itu, diberikan kelonggaran sebesar 2,5%, sesuai dengan batas rentang 1–2,5%.
3. Gerakan kerja: Karena operator melakukan pekerjaan dengan gerakan yang normal dan tidak berlebihan, maka tidak diberikan kelonggaran tambahan (0%)
4. Kelelahan mata: Proses *set up* memerlukan tingkat ketelitian tinggi, meskipun pencahayaan di area kerja sudah memadai. Oleh karena itu, kelonggaran sebesar 5% diberikan, sesuai dalam rentang 0–6%.
5. Temperatur tempat kerja: Kondisi suhu di lingkungan kerja tergolong tinggi, sehingga ditetapkan kelonggaran sebesar 7%, yang berada dalam rentang 5–40%.
6. Keadaan atmosfer: Lingkungan kerja mengandung debu tidak beracun dalam jumlah cukup banyak, sehingga diberikan kelonggaran sebesar 6,5%, yang berada dalam rentang 5–10%.
7. Kebisingan lingkungan: Area kerja di kelompok Soundboard Glue Up tergolong sangat bising, sehingga peneliti menetapkan kelonggaran sebesar 5%, yaitu pada batas atas rentang 0–5%.
8. Kebutuhan pribadi: Operator yang melakukan proses *set up* adalah laki-laki, maka ditambahkan kelonggaran sebesar 2% untuk kebutuhan pribadi yang be dalam rentang 0-2,5%.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk memastikan bahwa data hasil pengamatan yang diperoleh telah mencukupi dan mampu mewakili keseluruhan populasi. Data dianggap mencukupi apabila N' ≤ N, dimana N' adalah data teoritis dan N adalah data aktual (Diniaty et al., 2017). Rumus uji kecukupan data adalah sebagai berikut:

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

Dimana:

N = Jumlah data aktual

N' = Jumlah data teoritis

S = Derajat ketelitian (5%)

k = Tingkat kepercayaan (95%)

xi = Data pengamatan

Tingkat kepercayaan

- 0 % - 68 % = nilai k adalah 1
- 69 % - 95 % = nilai k adalah 2
- 96 % - 100 % = nilai k adalah 3

Tabel 4. 5 Uji Kecukupan Data Proses *Moulder Backpost* Model B1, B2, dan P22 *Series*

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	B1	3	0,48	Data Cukup
		B2	3	1,17	Data Cukup
		P22	3	0,17	Data Cukup
2	Menaikkan dan menurunkan jig	B1	3	1,05	Data Cukup
		B2	3	0,42	Data Cukup
		P22	3	0,18	Data Cukup
3	Ambil dan pasang *backpost* ke jig	B1	3	0,37	Data Cukup
		B2	3	0,41	Data Cukup
		P22	3	0,43	Data Cukup

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
4	Mengencangkan klem	B1	3	1,09	Data Cukup
		B2	3	2,03	Data Cukup
		P22	3	2,26	Data Cukup
5	Marking *top* dan *bottom* binder	B1	3	2,00	Data Cukup
		B2	3	0,18	Data Cukup
		P22	3	0,21	Data Cukup
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	B1	3	0,17	Data Cukup
		B2	3	2,26	Data Cukup
		P22	3	0,02	Data Cukup
7	Melepas klem	B1	3	0,19	Data Cukup
		B2	3	0,11	Data Cukup
		P22	3	0,04	Data Cukup
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	B1	3	0,22	Data Cukup
		B2	3	0,25	Data Cukup
		P22	3	0,10	Data Cukup
9	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	B1	3	2,28	Data Cukup
		B2	3	0,05	Data Cukup
		P22	3	0,47	Data Cukup
10	Memutar jig	B1	3	0,02	Data Cukup
		B2	3	1,64	Data Cukup
		P22	3	2,26	Data Cukup
11	Mengembalikan jig ke rak	B1	3	0,38	Data Cukup
		B2	3	2,48	Data Cukup
		P22	3	0,47	Data Cukup

Tabel 4. 6 Uji Kecukupan Data Proses *Moulder Backpost* Model B3 *Series*

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	B3	3	1,80	Data Cukup
2	Menaikkan dan menurunkan jig	B3	3	0,07	Data Cukup
3	Melepas klem pada jig	B3	3	0,94	Data Cukup

No	Proses	Model	N	N'	Keterangan
4	Ambil dan pasang backpost ke jig	B3	3	0,60	Data Cukup
5	Memasang klem pada jig	B3	3	0,54	Data Cukup
6	Marking *top* dan *bottom* binder	B3	3	2,03	Data Cukup
7	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	B3	3	2,65	Data Cukup
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	B3	3	0,29	Data Cukup
9	Melepas klem pada jig kembali	B3	3	0,51	Data Cukup
10	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	B3	3	0,89	Data Cukup
11	Memasang klem pada jig kembali	B3	3	0,16	Data Cukup
12	Memutar jig	B3	3	0,96	Data Cukup
13	Mengembalikan jig ke rak	B3	3	0,15	Data Cukup

4.2.2 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk memastikan bahwa data yang diperoleh sudah seragam dan berasal dari sistem yang sama (Sutalaksana et al., 2006). Data pengamatan dianggap seragam jika nilainya berada di antara batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Namun, jika data tersebut melewati batas kontrol, maka data dikategorikan sebagai tidak seragam (Dewi et al., 2024).

$$BKA = X + k\sigma$$

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

$$BKB = X - k\sigma$$

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

Dimana:

BKA = Batas Kontrol Atas

BKB = Batas Kontrol Bawah

$\bar{x}$ = Rata-rata dari data pengamatan

k = Tingkat kepercayaan

σ = Standar deviasi

Tabel 4. 7 Uji Keseragaman Data Proses *Moulder Backpost* Model B1, B2, dan P22 *Series*

No	Proses	Model	$\bar{x}$ (menit)	ST (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	B1	0,3	0,30	0,32	0,29	Seragam
				0,31			Seragam
				0,30			Seragam
		B2	0,29	0,29	0,31	0,26	Seragam
				0,30			Seragam
				0,27			Seragam
		P22	0,27	0,27	0,28	0,26	Seragam
				0,27			Seragam
				0,27			Seragam
2	Menaikkan dan menurunkan jig	B1	0,49	0,47	0,52	0,45	Seragam
				0,49			Seragam
				0,49			Seragam
		B2	0,42	0,42	0,44	0,4	Seragam
				0,43			Seragam
				0,41			Seragam
		P22	0,5	0,49	0,51	0,49	Seragam
				0,50			Seragam
				0,51			Seragam
3	Ambil dan pasang backpost ke jig	B1	0,38	0,38	0,39	0,36	Seragam
				0,38			Seragam

No	Proses	Model	$\bar{x}$ (menit)	ST (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
				0,37			Seragam
		B2	0,37	0,37	0,38	0,35	Seragam
				0,37			Seragam
				0,36			Seragam
		P22	0,36	0,35	0,38	0,35	Seragam
				0,37			Seragam
				0,36			Seragam
4	Mengencangkan klem	B1	0,31	0,32	0,33	0,29	Seragam
				0,30			Seragam
				0,30			Seragam
		B2	0,25	0,26	0,27	0,23	Seragam
				0,26			Seragam
				0,24			Seragam
		P22	0,36	0,34	0,39	0,32	Seragam
				0,37			Seragam
				0,36			Seragam
5	Marking *top* dan *bottom binder*	B1	0,21	0,22	0,23	0,19	Seragam
				0,20			Seragam
				0,20			Seragam
		B2	0,20	0,20	0,20	0,19	Seragam
				0,20			Seragam
				0,20			Seragam
		P22	0,27	0,27	0,20	0,20	Seragam
				0,27			Seragam
				0,27			Seragam
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	B1	0,19	0,19	0,20	0,19	Seragam
				0,19			Seragam
				0,19			Seragam

No	Proses	Model	$\bar{x}$ (menit)	ST (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
		B2	0,19	0,20	0,21	0,17	Seragam
				0,20			Seragam
				0,18			Seragam
		P22	0,20	0,20	0,20	0,20	Seragam
				0,20			Seragam
				0,20			Seragam
7	Melepas klem	B1	0,31	0,31	0,32	0,30	Seragam
				0,31			Seragam
				0,31			Seragam
		B2	0,31	0,31	0,31	0,30	Seragam
				0,31			Seragam
				0,31			Seragam
		P22	0,34	0,33	0,34	0,33	Seragam
				0,34			Seragam
				0,34			Seragam
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	B1	0,59	0,58	0,60	0,57	Seragam
				0,58			Seragam
				0,60			Seragam
		B2	0,52	0,51	0,54	0,51	Seragam
				0,53			Seragam
				0,53			Seragam
		P22	0,54	0,55	0,55	0,53	Seragam
				0,54			Seragam
				0,54			Seragam
9	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	B1	0,36	0,34	0,39	0,32	Seragam
				0,37			Seragam
				0,37			Seragam
		B2	0,33	0,32	0,33	0,32	Seragam

No	Proses	Model	$\bar{x}$ (menit)	ST (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
				0,33			Seragam
				0,33			Seragam
		P22	0,35	0,34	0,37	0,34	Seragam
				0,36			Seragam
				0,35			Seragam
10	Memutar jig	B1	0,41	0,36	0,41	0,40	Seragam
				0,34			Seragam
				0,37			Seragam
		B2	0,36	0,36	0,39	0,33	Seragam
				0,34			Seragam
				0,37			Seragam
		P22	0,42	0,44	0,46	0,38	Seragam
				0,41			Seragam
				0,41			Seragam
11	Mengembalikan jig ke rak	B1	0,24	0,23	0,25	0,24	Seragam
				0,25			Seragam
				0,24			Seragam
		B2	0,24	0,23	0,26	0,22	Seragam
				0,25			Seragam
				0,24			Seragam
		P22	0,23	0,23	0,24	0,22	Seragam
				0,23			Seragam
				0,24			Seragam

Tabel 4. 8 Uji Keseragaman Data Proses *Moulder Backpost* Model B3 *Series*

No	Proses	Model	$\bar{x}$ (menit)	ST (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	B3	0,29	0,30	0,34	0,33	Seragam
				0,30			Seragam
				0,28			Seragam
2	Menaikkan dan menurunkan jig	B3	0,54	0,54	0,54	0,53	Seragam
				0,54			Seragam
				0,53			Seragam
3	Melepas klem pada jig	B3	0,51	0,53	0,54	0,48	Seragam
				0,50			Seragam
				0,51			Seragam
4	Ambil dan pasang *backpost* ke jig	B3	0,42	0,42	0,44	0,40	Seragam
				0,41			Seragam
				0,43			Seragam
5	Memasang klem pada jig	B3	0,69	0,67	0,72	0,65	Seragam
				0,69			Seragam
				0,70			Seragam
6	Marking top dan bottom binder	B3	0,28	0,27	0,31	0,26	Seragam
				0,28			Seragam
				0,30			Seragam
7	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	B3	0,21	0,20	0,23	0,19	Seragam
				0,21			Seragam
				0,22			Seragam
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	B3	0,47	0,47	0,49	0,46	Seragam
				0,47			Seragam
				0,48			Seragam
9	Melepas klem pada jig kembali	B3	0,52	0,52	0,54	0,50	Seragam
				0,53			Seragam
				0,51			Seragam

No	Proses	Model	$\bar{x}$ (menit)	ST (menit)	BKA (menit)	BKB (menit)	Keterangan
10	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	B3	0,45	0,44	0,47	0,42	Seragam
				0,46			Seragam
				0,44			Seragam
11	Memasang klem pada jig kembali	B3	0,67	0,67	0,69	0,65	Seragam
				0,66			Seragam
				0,68			Seragam
12	Memutar jig	B3	0,37	0,38	0,40	0,35	Seragam
				0,37			Seragam
				0,36			Seragam
13	Mengembalikan jig ke rak	B3	0,28	0,28	0,28	0,27	Seragam
				0,28			Seragam
				0,27			Seragam

4.2.3 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

1) B1 *Series*

Tabel 4. 9 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* B1 *series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,30	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,49	✓	
3	Ambil dan pasang *backpost* ke jig	0,38	✓	
4	Mengencangkan klem	0,31	✓	
5	Marking *top* dan *bottom* binder	0,21	✓	
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,19	✓	
7	Melepas klem	0,31	✓	
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	0,59	✓	

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
9	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	0,36	✓	
10	Memutar jig	0,41	✓	
11	Mengembalikan jig ke rak	0,24	✓	
Jumlah (menit)		**3,78**		

Berdasarkan tabel di atas, waktu *set up* untuk proses *Moulder Backpost* model B1 *Series* membutuhkan waktu **3,78 menit**. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance).* Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 3{,}78\ x\ 1{,}12 = \textbf{4,23 menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 4{,}23\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \textbf{6,51 menit}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu normal proses *Moulder Backpost* B1 *Series* adalah sebesar 4,23 menit dan waktu baku sebesar 6,51 menit yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

2) B2 *Series*

Tabel 4. 10 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* B2 *series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,29	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,42	✓	
3	Ambil dan pasang *backpost* ke jig	0,37	✓	
4	Mengencangkan klem	0,25	✓	

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
5	Marking *top* dan *bottom* binder	0,20	✓	
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,19	✓	
7	Melepas klem	0,31	✓	
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	0,52	✓	
9	Menurunkan *backpost* & Dorong ke rak	0,33	✓	
10	Memutar jig	0,36	✓	
11	Mengembalikan jig ke rak	0,24	✓	
Jumlah (menit)		**3,47**		

Berdasarkan tabel di atas, waktu *set up* untuk proses *Moulder Backpost* model B2 *Series* membutuhkan waktu **3,47 menit**. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance).* Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 3{,}47\ x\ 1{,}12 = \textbf{3,88 menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 3{,}88\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \textbf{5,97 menit}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu normal proses *Moulder Backpost* model B2 *Series* adalah sebesar 5,20 menit dan waktu baku sebesar 8,00 menit yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

3) P22 *Series*

Tabel 4. 11 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* P22 *series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,27	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,50	✓	
3	Ambil dan pasang backpost ke jig	0,36	✓	
4	Mengencangkan klem	0,36	✓	
5	Marking *top* dan *bottom* binder	0,27	✓	
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,20	✓	
7	Melepas klem	0,34	✓	
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	0,54	✓	
9	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	0,35	✓	
10	Memutar jig	0,42	✓	
11	Mengembalikan jig ke rak	0,23	✓	
Jumlah (menit)		**3,84**		

Berdasarkan tabel di atas, waktu *set up* untuk proses *Moulder Backpost* P22 *Series* membutuhkan waktu **3,84 menit**. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance).* Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 3{,}84\ x\ 1{,}12 = \textbf{4,30 menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 4{,}30\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \textbf{6,62 menit}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu normal proses *Moulder Backpost* model P22 *Series* adalah sebesar 4,30 menit dan waktu baku sebesar 6,62 menit yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

4) B3 *Series*

Tabel 4. 12 Waktu & Aktivitas Kerja *Set Up Moulder Backpost* B3 *series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (menit)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,29	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,54	✓	
3	Melepas klem pada jig	0,51	✓	
4	Ambil dan pasang backpost ke jig	0,42	✓	
5	Memasang klem pada jig	0,69	✓	
6	Marking *top* dan *bottom* binder	0,28	✓	
7	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,21	✓	
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	0,47	✓	
9	Melepas klem pada jig kembali	0,52	✓	
10	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	0,45	✓	
11	Memasang klem pada jig kembali	0,67	✓	
12	Memutar jig	0,37	✓	
13	Mengembalikan jig ke rak	0,28	✓	
Jumlah (menit)		**5,70**		

Berdasarkan tabel di atas, waktu *set up* untuk proses *Moulder Backpost* model B2 *Series* membutuhkan waktu **5,70 menit**. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah

disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance)*. Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 5{,}70\ x\ 1{,}12 = \textbf{6,38 menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 6{,}38\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \textbf{9,82 menit}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan waktu normal proses *Moulder Backpost* model B3 *Series* adalah sebesar 6,38 menit dan waktu baku sebesar 9,82 menit yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

4.2.4 Perubahan Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

Sebelum metode SMED diterapkan, semua aktivitas selama proses *set up* dianggap sebagai aktivitas internal. Setelah penerapan SMED, aktivitas kerja mulai dipilah menjadi aktivitas internal dan eksternal. Tujuan dari klasifikasi ini adalah supaya aktivitas internal yang hanya bisa dilakukan saat mesin berhenti dapat diubah menjadi aktivitas eksternal yang bisa dilakukan saat mesin tetap berjalan. Selain itu, klasifikasi ini juga memungkinkan pengurangan atau penghapusan aktivitas internal yang tidak memberikan nilai tambah.

1) B1 *Series*

Tabel 4. 13 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* B1 *Series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (detik)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,30	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,49	X	
3	Ambil dan pasang backpost ke jig	0,38	✓	
4	Mengencangkan klem	0,31	✓	
5	Marking top dan bottom binder	0,21	✓	

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (detik)	Internal	Eksternal
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,19		✓
7	Melepas klem	0,31	✓	
8	Mengukur *top binder & bottom binder* dengan gauge	0,17	✓	
9	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	0,36	✓	
10	Memutar jig	0,41	X	
11	Mengembalikan jig ke rak	0,24		✓
Jumlah			2,03	0,43

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan waktu siklus untuk proses *set up Moulder Backpost* B1 *Series* selama 2,03 menit. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance)*. Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 2{,}03\ x\ 1{,}12 = \mathbf{2{,}27\ menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 2{,}27\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \mathbf{3{,}50\ menit}$$

Waktu baku untuk proses *set up Moulder Backpost* B1 series setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal adalah selama **3,50 menit** yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

2) B2 *Series*

Tabel 4. 14 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* B2 *Series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (detik)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,29	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,42	X	
3	Ambil dan pasang backpost ke jig	0,37	✓	
4	Mengencangkan klem	0,25	✓	
5	Marking top dan bottom binder	0,20	✓	
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,19		✓
7	Melepas klem	0,31	✓	
8	Mengukur top binder & bottom binder dengan gauge	0,17	✓	
9	Menurunkan backpost & Dorong ke rak	0,33	✓	
10	Memutar jig	0,36	X	
11	Mengembalikan jig ke rak	0,24		✓
Jumlah			1,90	0,43

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan waktu siklus untuk proses *set up Moulder Backpost* B2 *Series* selama 1,90 menit. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance)*. Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 1{,}90\ x\ 1{,}12 = \mathbf{2{,}13\ menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 2{,}13\ x\ (\frac{100}{100-35}) = \textbf{3,28 menit}$$

Waktu baku untuk proses *set up Moulder Backpost* B2 series setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal adalah selama **3,28 menit** yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

3) P22 *Series*

Tabel 4. 15 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* P22 *Series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (detik)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,27	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,50	X	
3	Ambil dan pasang backpost ke jig	0,36	✓	
4	Mengencangkan klem	0,36	✓	
5	Marking top dan bottom binder	0,27	✓	
6	Mencatat model *backpost* yang dikerjakan	0,20		✓
7	Melepas klem	0,34	✓	
8	Mengukur *top binder & bottom binder* dengan gauge	0,17	✓	
9	Menurunkan *backpost* & dorong ke rak	0,35	✓	
10	Memutar jig	0,42	X	
11	Mengembalikan jig ke rak	0,23		✓
Jumlah			2,11	1,05

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan waktu siklus untuk proses *set up Moulder Backpost* P22 *Series* selama 2,11 menit. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance)*. Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

$$= 2{,}11\ x\ 1{,}12 = \textbf{2,36 menit}$$

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

$$Waktu\ Baku = 2{,}36\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \textbf{3,64 menit}$$

Waktu baku untuk proses *set up Moulder Backpost* B2 series setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal adalah selama **3,64 menit** yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

4) B3 *Series*

Tabel 4. 16 Waktu & Aktivitas Kerja *Moulder Backpost* B3 *Series*

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (detik)	Internal	Eksternal
1	Ambil dan pasang Jig dari rak	0,29	✓	
2	Menaikkan dan menurunkan jig	0,54	X	
3	Melepas klem pada jig	0,51	X	
4	Ambil dan pasang backpost ke jig	0,42	✓	
5	Mengencangkan klem	0,33	✓	
6	Marking top dan bottom binder	0,28	✓	
7	Mencatat model soundboard yang dikerjakan	0,21		✓
8	Mengukur lebar dan panjang backpost dengan penggaris	0,17	✓	
9	Melepas klem pada jig kembali	0,33	✓	
10	Menurunkan backpost & Dorong ke rak	0,45	✓	
11	Memasang klem pada jig kembali	0,67	X	

No.	Aktivitas Kerja	Rata-rata waktu (detik)	Internal	Eksternal
12	Memutar jig	0,37	X	
13	Mengembalikan jig ke rak	0,28		✓
Jumlah			2,28	1,14

Berdasarkan tabel di atas, didapatkan waktu siklus untuk proses *set up Moulder Backpost* B3 *Series* selama 2,28 menit. Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu normal dan waktu baku untuk memperoleh waktu kerja efektif pada kecepatan standar yang telah disesuaikan dengan waktu kelonggaran *(allowance)*. Berikut perhitungan untuk waktu normal dan waktu baku:

$$Waktu\ Normal = Waktu\ Siklus\ x\ p$$

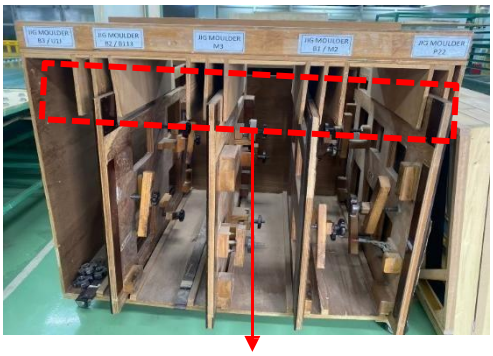
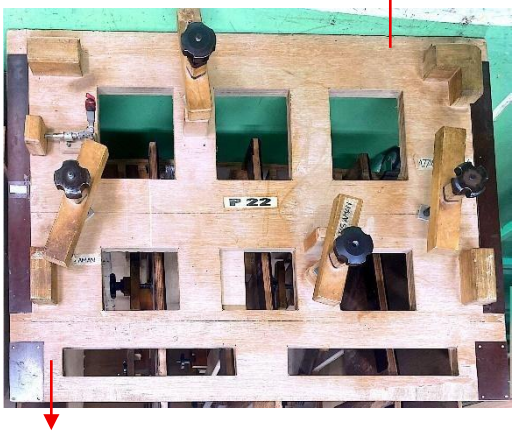
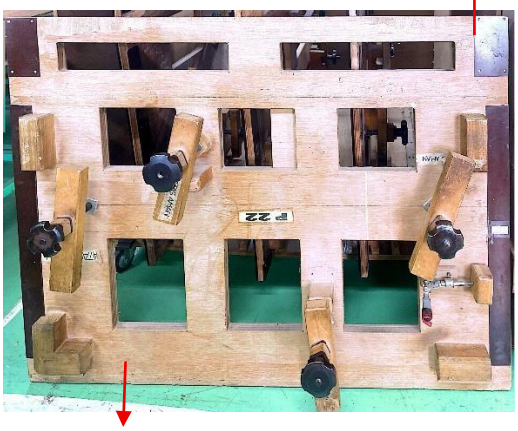
$$= 2{,}28\ x\ 1{,}12 = \mathbf{2{,}55\ menit}$$

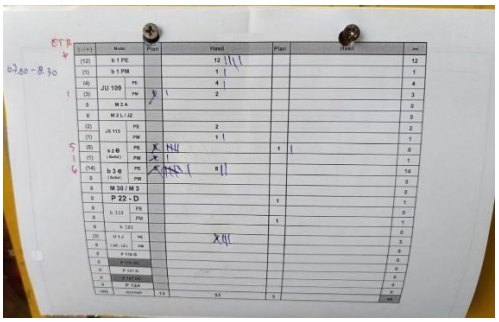
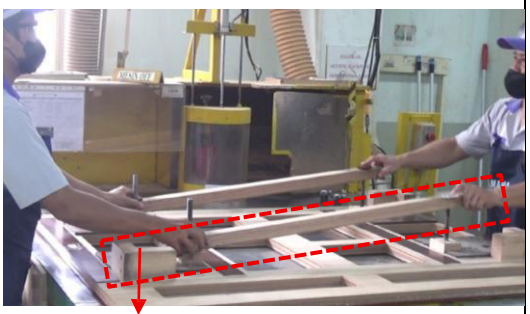
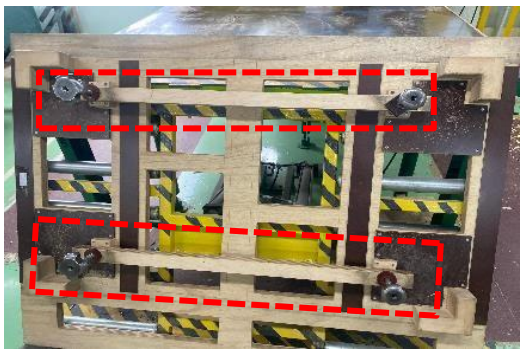
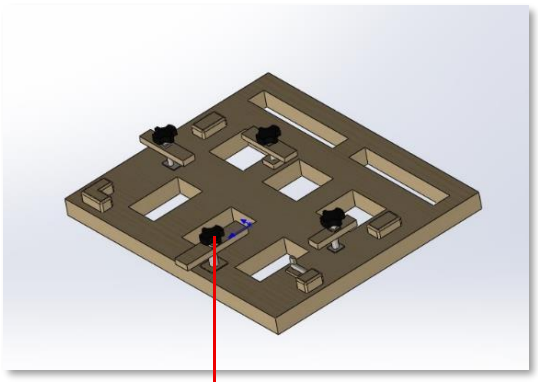
$$Waktu\ Baku = Waktu\ Normal\ x\ \left(\frac{100}{100 - Allowance}\right)$$

$$Waktu\ Baku = 2{,}55\ x\ \left(\frac{100}{100-35}\right) = \mathbf{3{,}92\ menit}$$

Waktu baku untuk proses *set up Moulder Backpost* B2 series setelah adanya konversi aktivitas internal ke aktivitas eksternal adalah selama **3,92 menit** yang merupakan jumlah waktu untuk 2 operator moulder. Proses *set up* dan proses utama moulder dilakukan 2 operator secara langsung dan bersamaan.

4.2.5 Usulan Perbaikan untuk Penyederhanaan Aktivitas *Set Up*

No.	Kondisi *Before*	Ide Perbaikan
1	 Kondisi *before* Pembatas rak Jig *Top Binder Soundboard*  Jig *Bottom Binder Soundboard* Sebelum proses *moulder* dimulai, operator mengambil jig *backpost* pada rak untuk dilakukan *setting* pada mesin. Pada rak jig b*ackpost* penempatan posisi top binder di atas dan *bottom binder* di bawah, sehingga pada proses *setting* jig ke mesin moulder harus dilakukan **2 kali dengan memutar jig**	 Ide perbaikan pembatas rak yang dipotong ketinggiannya Jig *Bottom Binder Soundboard*  Jig *Top Binder Soundboard* Melakukan pemotongan ketinggian pembatas atas rak jig *backpost* sehingga ukuran jig *bottom binder* dapat masuk di posisi atas dan pada saat *setting* jig ke mesin **tidak perlu diputar**. Estimasi waktu yang dibutuhkan **0,67 menit.**

	pada mesin. Aktivitas ini memerlukan waktu **0,89 menit.**	
2	 **Sebelum proses** *moulder* dimulai, operator mencatat model *backpost* yang akan dikerjakan pada setiap kabinet.	 Melakukan pencatatan keseluruhan barang di akhir **setelah proses selesai** sehingga tidak perlu dilakukan berulang.
3	 Klem Bongkar Pasang 	 Klem menyatu dengan jig
	Operator melakukan pemasangan dan pelepasan klem manual sebanyak 2 kali dengan total waktu selama **2,39 menit.** Hal itu dikarenakan sebelumnya jig digunakan, klem harus dilepas pasang terlebih dahulu.	Mengganti model klem manual *B3 Series* dengan klem yang **menyatu pada jig**, sehingga operator tidak perlu lagi memasang dan melepas klem secara terpisah. Operator cukup mengencangkan dan melonggarkan klem yang sudah

		menyatu dengan jig, dengan estimasi waktu *set up* berkurang menjadi **0,67 menit.**
4	 Melakukan pengukuran panjang dan lebar *backpost* menggunakan **penggaris** untuk melihat apakah perlu dilakukan *moulder* kembali atau tidak. Proses ini membutuhkan 2 operator dan rata-rata waktu selama **0,53 menit.**	 Melakukan pengukuran panjang dan lebar *backpost* menggunakan ***gauge* khusus** setiap model. Pengukuran menggunakan *gauge* dapat dilakukan masing-masing operator sehingga pengurangan waktu proses ini menjadi **0,17 menit.**
5.	 	

	Penempatan *gauge backpost* untuk masing-masing model masih **bertumpuk**, sehingga memakan waktu lebih lama dalam mengambilnya.	Membuat rak khusus penempatan *gauge backpost* untuk **masing-masing model**, sehingga lebih cepat dan mudah untuk mengambilnya.
6	 Kedua operator *moulder backpost* Saat ini untuk mengembalikan jig ke rak untuk pergantian model membutuhkan waktu selama **0,25 menit** yang **dilakukan oleh kedua operator *moulder backpost*.**	 Kedua operator *idle router* yang masih menunggu barang dari *moulder backpost* Aktivitas **pengembalian jig** dilakukan setelah proses selesai **oleh operator *idle router*** yang masih menunggu barang dari proses *moulder backpost.*

4.2.6 Peninjauan Postur Kerja terhadap Usulan Perbaikan

Peninjauan postur kerja dilakukan untuk memastikan bahwa usulan kaizen tidak menambah beban otot atau risiko cedera pada operator. Menurut Pheasant & Haslegrave (1996) prinsip ergonomi adalah menyesuaikan sistem kerja dengan kemampuan manusia untuk mencegah gerakan repetitif atau statis yang berlebihan. Berikut merupakan peninjaun postur kerja dari masing-masing usulan perbaikan pada kelompok *Soundboard Glue:*

No.	Usulan Perbaikan	Sebelum	Sesudah	Tinjauan Postur Kerja
1	Pemotongan Ketinggian Pembatas Rak Jig	Operator harus memutar jig karena posisi penyimpanan yang tidak ergonomis.	Jig dapat langsung diambil dalam posisi sesuai, tanpa perlu diputar.	Mengurangi rotasi tubuh dan beban angkat berlebih yang biasa terjadi saat penyetelan jig. Menurut Pheasant (1996) gerakan memutar dan membungkuk

				berlebihan berisiko menyebabkan kelelahan otot punggung bawah.
2	Pencatatan Model Backpost Sekali di Akhir Proses	Pencatatan dilakukan di awal dan berulang untuk setiap kabinet.	Cukup dicatat satu kali di akhir proses.	Mengurangi statis berdiri dan gerakan tangan berulang. Hal ini sesuai dengan panduan dari NIOSH (1997) bahwa mengurangi frekuensi gerakan berulang adalah langkah efektif untuk menurunkan risiko gangguan otot dan rangka (MSDs).
3	Penggantian Klem Manual dengan Klem Menyatu pada Jig	Operator harus bongkar-pasang klem dua kali. Dan hal tersebut dilakukan cukup lama dengan gerakan jari memutar jig sekitar 1,20 menit untuk setiap operator.	Klem menyatu dan cukup dikencangkan atau dilonggarkan dengan estimasi gerakan jari memutar jig menjadi 0,34 menit untuk setiap operator.	Mengurangi beban pada jari dan pergelangan tangan. Penggunaan alat bantu yang mengurangi frekuensi mencubit atau menggenggam kuat dapat menurunkan risiko cedera tangan (Pheasant, 1996).
4	Penggunaan Gauge Khusus untuk Pengukuran Backpost	Diukur manual menggunakan penggaris oleh dua operator dengan posisi operator	Diukur dengan *gauge* khusus yang telah disesuaikan untuk masing-masing model	Mengurangi postur membungkuk dan bekerja dalam tidak natural. Penyesuaian alat ukur pada postur operator terbukti efektif dalam peningkatan

		membungkuk selama ± 0,53 menit.	kabinet sehingga posisi kerja operator tidak perlu membungkuk dan estimasi waktu ± 0,17 menit.	kenyamanan kerja (Pheasant, 1996).
5	Penataan Gauge Menggunakan Rak Khusus	Gauge bertumpuk, menyulitkan saat mengambil. Dan hal tersebut juga membuat gerakan yang berulang dalam menata *gauge.*	Rak disesuaikan dengan masing-masing model sehingga penempatan *gauge* lebih mudah dan mengurangi gerakan.	Menghindari postur membungkuk berulang yang dapat memberi tekanan pada punggung bawah. Ini sesuai dengan rekomendasi *OSHA (Occupational Safety and Health Administration)* mengenai penataan area kerja agar material mudah dijangkau tanpa membungkuk berlebih (Novianjaya Putra et al., n.d., 2025)
6	Pengembalian Jig oleh Operator Idle Router	Operator utama menghentikan pekerjaan untuk mengembalikan jig.	Dilakukan oleh operator *idle router* yang masih menunggu kabinet dari proses *moulder.*	Mengurangi multitasking dan potensi kerja tergesa-gesa yang bisa berdampak buruk pada postur. Distribusi beban kerja ini sejalan dengan prinsip ergonomi kerja tim yang disarankan (Ashary Aznam et al., 2017).

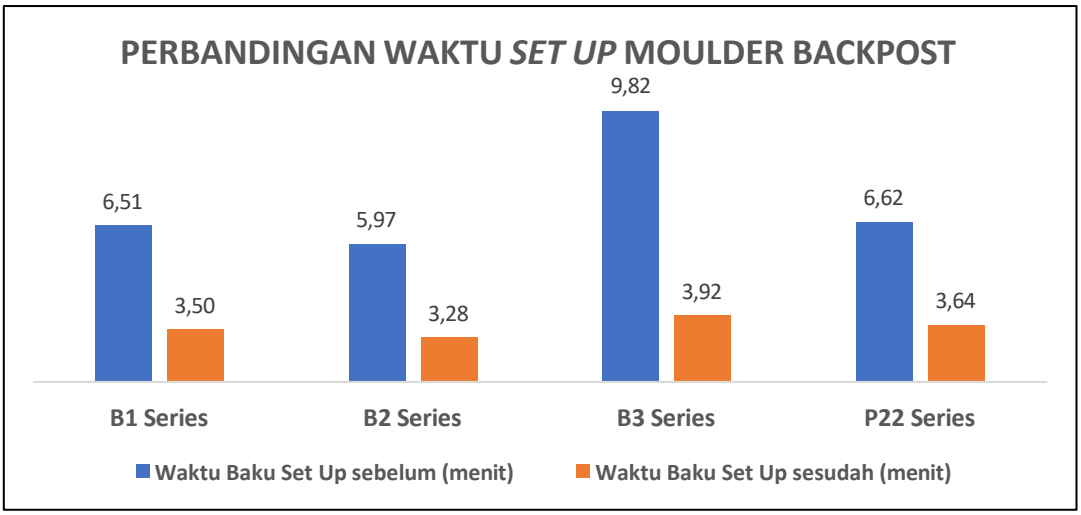
Berdasarkan seluruh peninjaun di atas, dapat disimpulkan bahwa semua usulan perbaikan tidak menambah beban otot, tidak meningkatkan risiko cedera, serta tidak menimbulkan ketidaknyamanan bagi operator. Sebaliknya, perbaikan yang dilakukan membantu menciptakan postur kerja yang lebih efisien dan ergonomis. Hasil ini juga telah dikonfirmasi oleh pihak *leader, foreman,* dan *manager* bahwa perbaikan dapat diterapkan tanpa menimbulkan gangguan terhadap kenyamanan maupun efektivitas kerja operator.

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

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

Tabel 4. 17 Perbandingan Waktu *Set Up Moulder Backpost* Sebelum & Sesudah Perbaikan

Model	Waktu Baku *Set Up* sebelum (menit)	Waktu Baku *Set Up* sesudah (menit)	Persentase Penurunan
B1 *Series*	6,51	3,50	46%
B2 *Series*	5,97	3,28	45%
B3 *Series*	9,82	3,92	60%
P22 *Series*	6,62	3,64	45%



Grafik 4. 1 Perbandingan Waktu *Set Up Moulder Backpost*

Berdasarkan tabel 4.16 dan grafik 4.1 didapat selisih untuk waktu *set up* proses *Moulder Backpost* sebelum dan sesudah adanya penerapan SMED untuk model B1 *series* adalah menjadi 3,50 menit dengan persentase penurunan sebesar 46%. Selanjutnya untuk model B2 *series* waktu *set up* berubah menjadi 3,28 menit dengan persentase penurunan sebesar 45%. Untuk model B3 *series* didapatkan waktu *set up* berubah menjadi 3,92 menit dengan persentase

penurunan sebesar 60% dan untuk model terakhir yaitu model P22 *series* didapatkan waktu *set up* berubah menjadi 3,64 menit dengan persentase penurunan sebesar 45%.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Penerapan SMED

Penerapan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) merupakan salah satu *tools Lean Manufacturing* yang bertujuan untuk meminimasi waktu *set up* proses produksi sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin saat produksi. Berikut langkah-langkah penerapan metode SMED:

5.1.1 Dokumentasi

Langkah pertama dalam menerapkan metode SMED adalah mencatat semua pekerjaan yang dilakukan operator saat melakukan *set up* mesin *Moulder Backpost*. Pengambilan data dokumentasi dilakukan dengan cara merekam video selama proses *set up* berlangsung dan juga melakukan wawancara kepada operator untuk memastikan aktivitas kerja yang dilakukan. Kemudian dilakukan pencatatan aktivitas yang dilakukan operator selama proses *set up* dan menghitung durasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses *set up* tersebut.

5.1.2 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

Setelah menyelesaikan proses dokumentasi, tahap berikutnya adalah melakukan klasifikasi aktivitas-aktivitas kerja. Klasifikasi aktivitas kerja dibagi menjadi dua, yaitu aktivitas internal dan eksternal. Aktivitas internal adalah kegiatan waktu *set up* yang dilakukan saat mesin berhenti atau tidak beroperasi, sedangkan aktivitas eksternal adalah kegiatan waktu *set up* yang dilakukan saat mesin beroperasi atau proses utam berlangsung.

Pada kondisi aktual, semua aktivitas *set up* mesin *moulder backpost* pada awalnya termasuk ke dalam aktivitas internal. Seluruh aktivitas *set up* proses *moulder backpost* dilakukan oleh 2 operator secara langsung dan bersamaan. Dengan waktu baku *set up* proses

moulder backpost untuk B1 *series* adalah selama 6,51 menit, B2 *series* adalah selama 5,97 menit, B3 *series* adalah selama 9,82 menit, dan untuk P22 *series* adalah selama 6,62 menit.

5.1.3 Perubahan Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

Pada tahap ini dilakukan penentuan aktivitas internal mana yang memungkinkan dapat diubah menjadi aktivitas eksternal. Semakin banyak aktivitas internal yang dikonversi ke aktivitas eksternal, maka waktu *set up* akan semakin singkat. Aktivitas eksternal lebih dapat diterima karena dilakukan saat mesin beroperasi, sehingga ketika mesin sedang beroperasi pada produk sebelumnya, operator dapat melakukan *set up* untuk produk berikutnya tanpa menunggu proses sebelumnya selesai. Karena tidak adanya acuan khusus untuk melakukan konversi aktivitas internal ke eksternal, maka konversi ini dilakukan berdasarkan situasi pada lantai produksi.

Waktu baku pada proses *Set Up Moulder Backpost* dilakukan dengan perhitungan secara tidak langsung berupa perubahan aktivitas internal menjadi eksternal didapat waktu baku setelah adanya konversi aktivitas dan perbaikan proses *set up* untuk model B1 *series* adalah selama 3,50 menit dari yang sebelumnya adalah selama 6,51 menit dengan mengubah aktivitas internal mencatat model *backpost* yang dikerjakan dan mengembalikan jig menjadi eksternal dengan cara aktivitas tersebut dibantu oleh operator lain yang *idle*. Kemudian meminimasi waktu pengukuran panjang dan lebar *backpost* menggunakan penggaris yang memakan waktu selama 0,59 menit dengan mengganti metode pengukuran menggunakan *gauge* khusus yang memakan waktu estimasi 0,17 menit. Selain itu, juga melakukan perbaikan pada aktivitas-aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah untuk dihilangkan seperti menaikkan dan menurunkan jig *backpost* yang membutuhkan waktu 0,49 menit serta memutar jig membutuhkan waktu 0,41 menit. Perbaikan yang diusulkan untuk menghilankan aktivitas tersebut adalah dengan modifikasi rak penempatan jig *backpost* agar posisi *bottom binder* di atas, sehingga pada saat *setting* jig hanya dilakukan sekali tanpa memutar dan menaikk turunkan jig.

Waktu baku pada proses *Set Up Moulder Backpost* untuk model B2 *series* setelah adanya konversi aktivitas dan perbaikan kaizen untuk menghilangkan pemborosan didapatkan waktu baku menjadi 3,28 menit dari yang sebelumnya adalah selama 5,97 menit dengan mengubah aktivitas internal mencatat model *backpost* yang dikerjakan dan mengembalikan jig menjadi eksternal dengan cara aktivitas tersebut dibantu oleh operator lain yang *idle*. Kemudian meminimasi waktu pengukuran panjang dan lebar *backpost* menggunakan penggaris yang

memakan waktu selama 0,52 menit dengan mengganti metode pengukuran menggunakan *gauge* khusus yang memakan waktu estimasi 0,17 menit. Selain itu, juga melakukan perbaikan pada aktivitas-aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah untuk dihilangkan seperti menaikkan dan menurunkan jig *backpost* yang membutuhkan waktu 0,42 menit serta memutar jig membutuhkan waktu 0,36 menit. Perbaikan yang diusulkan untuk menghilankan aktivitas tersebut adalah dengan modifikasi rak penempatan jig *backpost* agar posisi *bottom binder* di atas, sehingga pada saat *setting* jig hanya dilakukan sekali tanpa memutar dan menaikk turunkan jig.

Waktu baku proses *Set Up Moulder Backpost* untuk model B3 *series* setelah adanya konversi aktivitas dan perbaikan kaizen untuk menghilangkan pemborosan didapatkan waktu baku menjadi 3,92 menit dari yang sebelumnya adalah selama 9,82 menit dengan mengubah aktivitas internal mencatat model *backpost* yang dikerjakan dan mengembalikan jig menjadi eksternal dengan cara aktivitas tersebut dibantu oleh operator lain yang *idle*. Kemudian meminimasi waktu pengukuran panjang dan lebar *backpost* menggunakan penggaris yang memakan waktu selama 0,47 menit dengan mengganti metode pengukuran menggunakan *gauge* khusus yang memakan waktu 0,17 menit. Pada aktivitas bongkar pasang klem manual yang membutuhkan waktu selama 2,39 menit juga dilakukan minimasi dengan cara mengubah model klem yang menyatu dengan jig, sehingga operator hanya perlu mengencangkan dan melonggarkan klem dengan estimasi waktu selama 0,67 menit. Selain itu, juga melakukan perbaikan pada aktivitas-aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah untuk dihilangkan seperti menaikkan dan menurunkan jig *backpost* yang membutuhkan waktu estimasi 0,54 menit serta memutar jig membutuhkan waktu 0,37 menit. Perbaikan yang diusulkan untuk menghilankan aktivitas tersebut adalah dengan modifikasi rak penempatan jig *backpost* agar posisi *bottom binder* di atas, sehingga pada saat *setting* jig hanya dilakukan sekali tanpa memutar dan menaikk turunkan jig.

Waktu baku pada proses *Set Up Moulder Backpost* untuk model P22 *series* setelah adanya konversi aktivitas dan perbaikan kaizen untuk menghilangkan pemborosan didapatkan waktu baku menjadi 3,64 menit dari yang sebelumnya adalah selama 6,62 menit dengan mengubah aktivitas internal mencatat model *backpost* yang dikerjakan dan mengembalikan jig menjadi eksternal dengan cara aktivitas tersebut dibantu oleh operator lain yang *idle*. Kemudian meminimasi waktu pengukuran panjang dan lebar *backpost* menggunakan penggaris yang memakan waktu selama 0,54 menit dengan mengganti metode pengukuran menggunakan

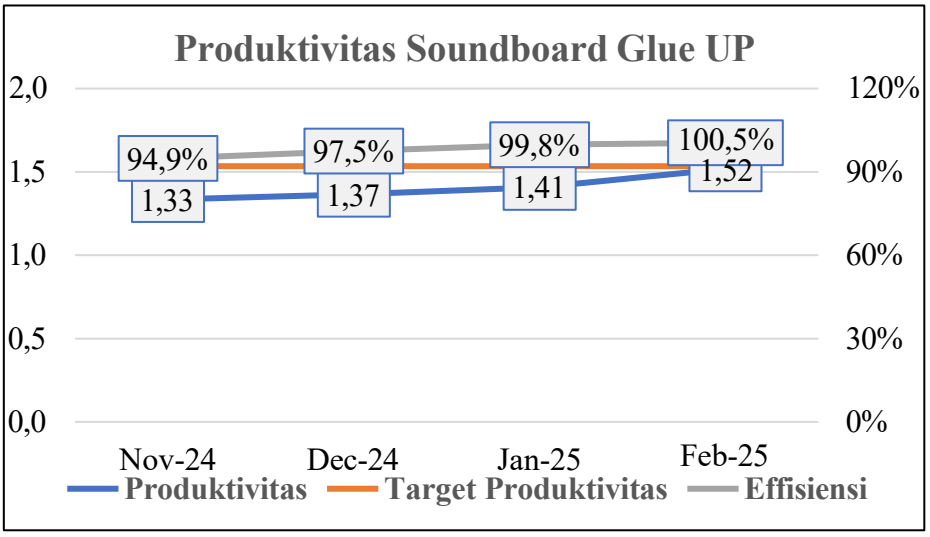
gauge khusus yang memakan waktu estimasi 0,17 menit. Selain itu, juga melakukan perbaikan pada aktivitas-aktivitas yang tidak mendatangkan nilai tambah untuk dihilangkan seperti menaikkan dan menurunkan jig *backpost* yang membutuhkan waktu 0,50 menit serta memutar jig membutuhkan waktu 0,42 menit. Perbaikan yang diusulkan untuk menghilankan aktivitas tersebut adalah dengan modifikasi rak penempatan jig *backpost* agar posisi *bottom binder* di atas, sehingga pada saat *setting* jig hanya dilakukan sekali tanpa memutar dan menaikk turunkan jig.

5.1.4 Hasil Penerapan SMED

Hasil penerapan metode SMED pada proses *set up Moulder Backpost* model B1, B2, B3 & P22 *series* menghasilkan perubahan waktu baku sebelum dan sesudah yaitu 3,50 menit dari yang sebelumnya 6,51 menit dengan penurunan sebesar 46% untuk model B1 *series*, sementara untuk model B2 *series* didapat perubahan waktu selama 3,28 menit dari yang sebelumnya adalah selama 5,97 menit dengan penurunan sebesar 45%. Untuk model B3 *series* didapat penurunan waktu baku menjadi 3,92 menit dari yang sebelumnya adalah 9,82 menit dengan persentase penurunan 60%, dan untuk model P22 *series* menghasilkan perubahan waktu baku menjadi 3,64 menit dari yang sebelumnya 6,62 menit dengan persentase penurunan sebesar 45%. Pada model B1, B2, dan P22 *series* pada kondisi awal proses *set up Moulder Backpost* terdapat 11 aktivitas internal menjadi 7 aktivitas internal, 2 aktivitas eksternal, dan 2 aktivitas dihilangkan berupa menaik turunkan jig serta memutar jig. Kemudian untuk model B3 *series* pada kondisi awal terdapat 13 aktivitas internal menjadi 7 aktivitas internal, 2 aktivitas eksternal, dan 4 aktivitas dihilangkan karena tidak memberikan nilai tambah yaitu berupa menaik turunkan jig, melepas klem, memasang klem, dan memutar jig.

Melalui perbaikan dengan metode SMED dan kaizen dalam meminimasi waktu *set up* pada proses *Moulder Backpost* maka didapat waktu proses keseluruhan yang terbaru dalam untuk tiap model adalah selama 6,26 menit selisih 3,01 menit dari yang awalnya adalah selama 9,27 menit untuk model B1, 5,89 menit selisih 2,69 menit dari yang sebelumnya 8,58 menit untuk model B2, 6,76 menit selisih 6,12 menit dari yang awalnya selama 12,87 menit untuk model B3 dan yang terakhir adalah selama 6,97 menit selisih 2,77 menit dari yang awalnya adalah selama 9,74 menit pada model P22. Secara persentase penurunan yang terjadi untuk model B1, B2, B3, dan P22 *series* secara berturut-turut adalah 32%, 31%, 48%, dan 28%.

Grafik 5. 1 Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)*



Tabel 5. 1 Rincian Produktivitas *Soundboard Glue* UP *(After)*

Bulan	Nov-24	Dec-24	Jan-25	Feb-25
Jumlah Operator	4,36	4,36	4,29	4,05
Rasio Kehadiran	96%	96%	100%	100%
% Over Time	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Output /Hari	47	48	48	49
Produktivitas	1,33	1,37	1,41	1,52
Target Produktivitas	1,53	1,53	1,53	1,53
% Ketercapaian	0,00%	2,38%	5,46%	13,82%
Effisiensi	94,9%	97,5%	99,8%	100,5%

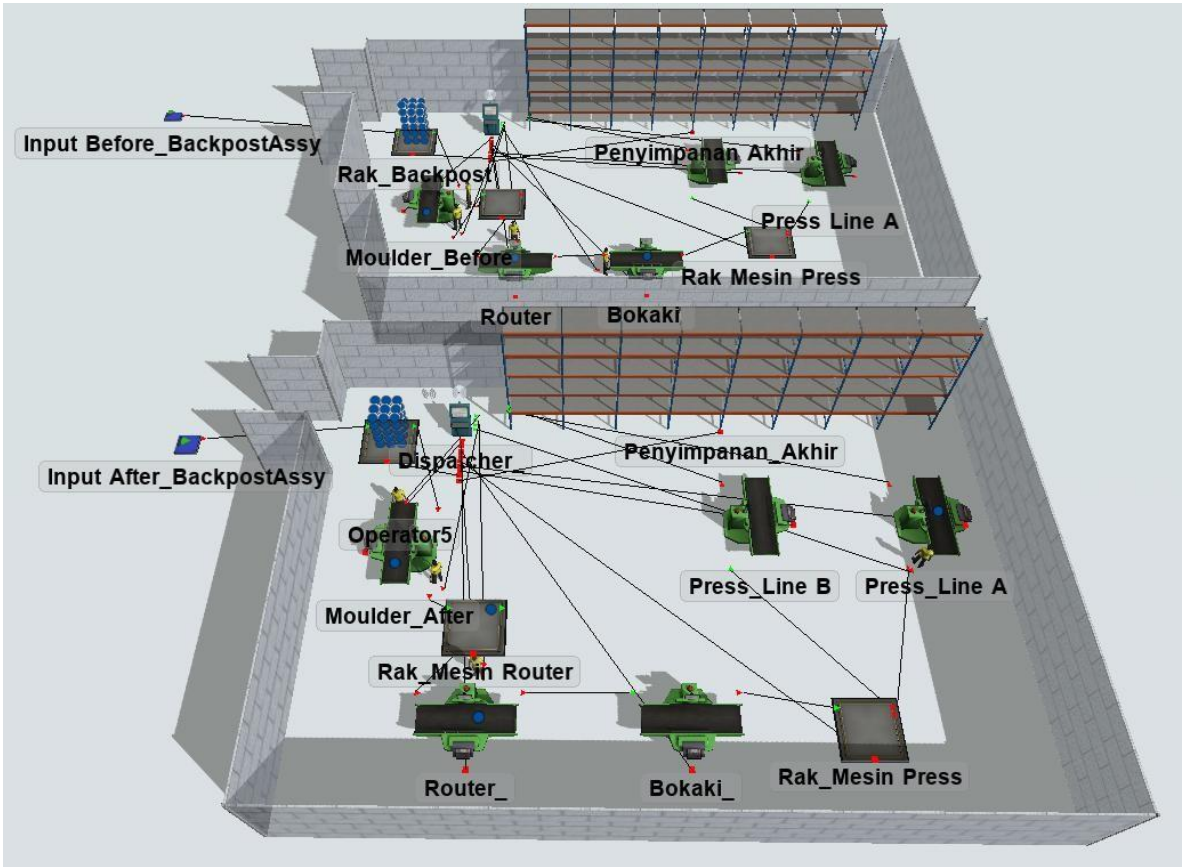
Berdasarkan visualisasi grafik 5.1 dan tabel 5.1 di atas, setelah adanya usulan perbaikan yang dilakukan pada kelompok *Soundboard Glue* UP memberikan dampak dalam peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi. Penurunan waktu *set up* pada proses *Moulder Backpost* menjadikan penambahan waktu yang tersedia untuk produksi bertambah, karena *waste* lamanya waktu *set up* mesin dapat diminimalisir dengan pernerapan SMED. Produktivitas meningkat dari yang awalnya pada bulan November 2024 sebesar 1,33 menjadi 1,52 pada bulan Februari 2025. Hal tersebut dikarenakan penurunan pada waktu *set up moulder backpost* yang berpengaruh terhadap jumlah rasio operator juga menurun. Sehingga yang awalnya pada bulan November 2024 jumlah operator sebanyak 4,36 untuk produksi 47 unit/hari berubah menjadi 4,05 operator dengan peningkatan produksi menjadi 49 unit/hari pada bulan Februari 2025.

Meningkatnya produktivitas menjadi 13,82% tersebut signifikan dengan meningkatnya efisiensi dari yang awalnya 94,9% menjadi 100,5%. Terkait dengan penurunan jumlah rasio

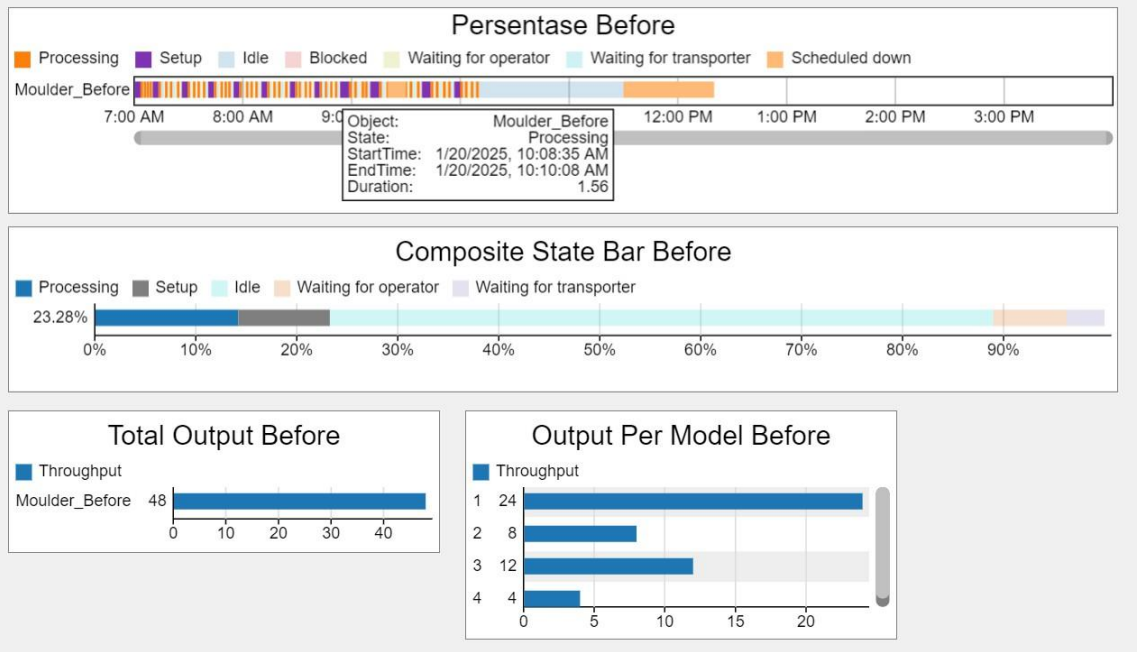
operator yang dibutuhkan, maka *idle* operator sisanya yaitu sekitar 0,31 atau jika dikonversi dalam sehari adalah sekitar 2,5 jam akan dialihkan ke kelompok kerja lainnya yang membutuhkan tambahan operator sesuai dengan kebijakan perusahaan.

5.2 Simulasi Hasil Usulan Perbaikan

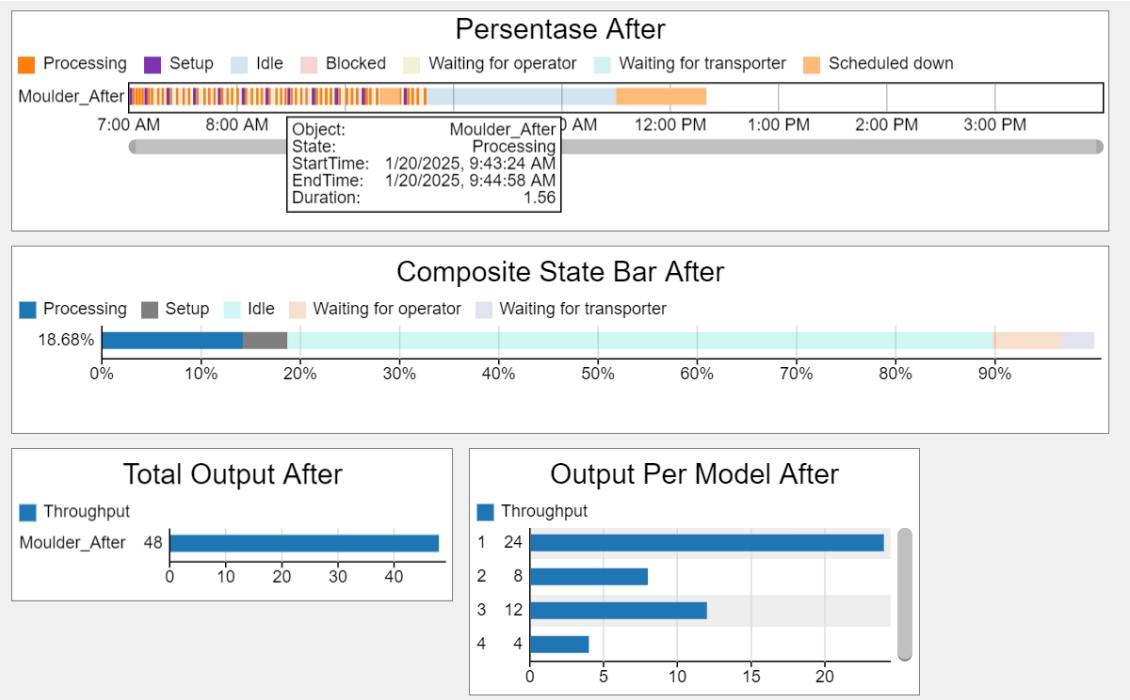
Berdasarkan hasil perbaikan dengan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) diketahui penurunan waktu *set up* untuk proses *Moulder Backpost* pada setiap model. Kemudian dilakukan uji coba pemodelan simulasi untuk melihat perbedaan waktu selesai proses *moulder* dengan meninjau dari penurunan waktu *set up.* Pada simulasi pemodelan ini menggunakan data produksi pada tanggal 20 Januari 2025, *input* barang sebelum dan sesudah penerapan SMED adalah sama yaitu total 48 unit dengan model B1 *series* sebanyak 24 unit, B2 *series* sebanyak 8 unit, B3 *series* sebanyak 12 unit, dan P22 *series* sebanyak 4 unit. Berikut merupakan simulasi pemodelan yang sudah dibuat dengan *software* Flexsim:



Gambar 5. 1 Simulasi Pemodelan Sebelum & Sesudah Penerapan SMED



Gambar 5. 2 Hasil Simulasi Sebelum Penerapan SMED



Gambar 5. 3 Hasil Simulasi Sesudah Penerapan SMED

Berdasarkan hasil simulasi pada *software Flexsim* yang telah dilakukan pada proses *moulder backpost before* dihasilkan waktu selesai produksi pada pukul 10:10:08 WIB dengan persentase proses 14,21% dan persentase *set up* sebesar 9,07%. Setelah adanya penerapan SMED dan perbaikan kaizen, hasil simulasi pada proses *moulder backpost after* dihasilkan

waktu selesai produksi pada pukul 09.44:58 WIB dengan persentase proses tetap yaitu 14,42% dan persentase *set up* menjadi 4,47%. Dari hasil simulasi pemodelan didapatkan penurunan waktu *set up* sebesar 4,94% atau selama 25,2 menit (25 menit lebih 10 detik). Hasil simulasi tersebut merupakan percobaan dari 12 kali *set up* pergantian atau *set up* setiap 4 unit barang.

Besar kecilnya selisih penurunan waktu produksi sangat dipengaruhi oleh frekuensi *set up* dalam seharinya dan model piano yang diproduksi. Semakin banyak frekuensi *set up* yang dilakukan, maka semakin besar selisih penurunan waktu produksinya. Kemudian semakin banyak model B3 *series* yang diproduksi juga berpengaruh akan semakin besar gap penurunannya, hal ini disebabkan karena barang model tersebut lebih besar dan berat sehingga waktu *set up* membutuhkan lebih lama yaitu 3,92 menit dalam satu kali siklus. Sedangkan untuk model B1, B2, dan P22 *series* berturut-turut waktu *set up* nya adalah 3,50 menit, 3,28 menit, dan 3,64 menit. Berdasarkan wawancara dengan operator mesin *moulder backpost* pada kelompok kerja *Soundboard Glue* UP, beliau mengatakan bahwa dalam sehari dilakukan *set up* setiap 3-6 unit per model, sehingga untuk produksi 48 unit dilakukan *set up* sebanyak 8-16 kali tergantung dengan jenis model piano yang diproduksi pada hari itu.

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan identifikasi aktivitas kerja proses *moulder backpost* dengan metode SMED diketahui penyebab tingginya waktu *set up* untuk model B1 *Series*, B2 *Series*, dan P22 *Series* berasal dari aktivitas mengukur lebar dan panjang backpost yang memiliki rata-rata waktu siklus tiap model selama 0,59 menit untuk model B1 *series*, 0,52 menit untuk model B2 *series*, dan 0,54 menit untuk model P22 *series*. Sedangkan untuk model B3 *Series* waktu set up terbesar adalah pada aktivitas memasang klem pada jig yang membutuhkan waktu 0,69 menit.
2. Berdasarkan hasil analisis diketahui 11 aktivitas internal *set up moulder backpost* pada model B1, B2, dan P22 *series* sebelum adanya konversi aktivitas dengan total waktu baku setiap model adalah masing-masing 6,51 menit, 5,97 menit, dan 6,62 menit. Untuk model B3 *series* diketahui 13 aktivitas internal *set up* sebelum adanya konversi yaitu dengan total waktu baku 9,82 menit. Setelah adanya penerapan SMED dengan konversi aktivitas internal ke eksternal dan perbaikan usulan kaizen untuk proses *moulder backpost* pada model B1, B2, dan P22 *series* dihasilkan 7 aktivitas internal, 2 aktivitas eksternal, dan 2 aktivitas dihilangkan karena tidak memberikan nilai tambah. Kemudian untuk model B3 *series* setelah adanya konversi aktivitas dan usulan perbaikan menjadi 7 aktivitas internal, 2 aktivitas ekstenal, dan 4 aktivitas dihilangkan karena tidak memberikan nilai tambah. Maka dihasilkan *gap* waktu *set up* setelah penerapan SMED dan perbaikan kaizen dengan kondisi awal adalah untuk B1 *series* sebesar 46%, B2 *series* sebesar 45%, B3 *series* sebesar 60%, dan P22 *series* sebesar 45%.
3. Hasil simulasi berdasarkan adanya penerapan metode SMED dan usulan perbaikan kaizen pada proses *moulder backpost* selesai lebih cepat pukul 09:44:58 WIB, sementara sebelum adanya penerapan SMED dan usulan perbaikan kaizen proses *moulder backpost* selesai pada pukul 10:10:08 WIB. Selisih waktu selesai produksi *moulder backpost* adalah 25,2 menit yang disebabkan karena adanya penurunan waktu *set up* yang awalnya 9,07% menjadi 4,47%. Penurunan waktu produksi tersebut dapat meningkatkan produktivitas yang

awalnya 1,33 menjadi 1,52 dengan ketercapaian 13,82% apabila seluruh kaizen telah terlaksana dan dengan didukung oleh kaizen proses lainnya pada kelompok *Soundboard Glue* UP

6.2 Saran

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan dan ruang lingkup yang masih dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya dengan topik serupa. Berdasarkan hal tersebut, peneliti memberikan beberapa saran baik untuk perusahaan maupun untuk peneliti berikutnya sebagai berikut:

1. Mengimplementasikan perbaikan kaizen yang telah diusulkan untuk menguji produktivitas dan efisiensi perancangan di lapangan.
2. Mengambil data setelah penerapan SMED untuk melakukan validasi hasil perbaikan.
3. Melakukan monitor dan audit terhadap kaizen yang sudah dilaksanakan agar target peningkatan produktivitas bukanlah sebuah target saja tetapi terlaksana secara nyata.

DAFTAR PUSTAKA

Anggarini, D. T. (2020). 5S Implementation for Improving the Efficiency of Manufacturing Service Division in Tangerang. *Business Innovation and Entrepreneurship Journal*, *2*(2), 91–100. https://doi.org/10.35899/biej.v2i2.87

Arungpadang, T. A. R. (2015). SIMULASI SISTEM MANUFAKTUR Studi Kasus : Proses Produksi Brake Drum Coupling. In *Jurnal Tekno Mesin* (Vol. 1, Issue 3).

Ashary Aznam, S., Mardi Safitri, D., & Dwi Anggraini, R. (2017). ERGONOMI PARTISIPATIF UNTUK MENGURANGI POTENSI TERJADINYA WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS. *JURNAL TEKNIK INDUSTRI*, *7*(2). https://doi.org/10.25105/jti.v7i2.2213

Ataubakumarwa, F. R., & Singgih, M. L. (2021). Pengurangan Waktu Setup pada High Frequency Welding Perusahaan Manufaktur Pipa Baja dengan Metode SMED. *Jurnal Teknik ITS*, *10*(2). https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i2.68796

Baharudin, I., & Purwanto, A. J. (2021). Analisis Pemborosan Menggunakan "9 Waste" Pada Proses Produksi PT. ABC. In *Muchammad Fauzi Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan* (Vol. 8, Issue 1).

Dewi, D. A. S., Komaladewi, & Setyawan, F. P. P. (2024). Analisis Beban Kerja Mental Mahasiswa Terhadap Sistem Perkuliahan Daring dengan Metode NASA-TLX. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, *7*(1).

Dimas Prasetiyo, Muhammad Zainuddin Fathoni, & Efta Dhartikasari Priyana. (2022). Pendekatan Lean Six Sigma Sebagai Upaya Meminimalkan Waste Dan Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Produksi Leaf Spring Type MSM 2230 (Studi Kasus PT. Indospring Tbk). *Jurnal Manajemen & Teknik Industri*, *XXII*(2), 129–138.

Diniaty, D., Ariska, I., Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi, J., Sultan Syarif Kasim Riau Jl Soebrantas No, U. H., & Baru, S. (2017). Penentuan Jumlah Tenaga Kerja Berdasarkan Waktu Standar Dengan Metode Work Sampling Di Stasiun Repair Overhoul Gearbox (Studi Kasus: PT. IMECO Inter Sarana). In *Jurnal Teknik Industri* (Vol. 3, Issue 1).

Ernatalia Sari. (2018, May 11). *7 Waste Dalam Lean Manufacturing*.

Fardiansyah, I., Azhara, L., Maulana, I., & Widodo, T. (2024). Perbaikan Waktu Changeover Menggunakan Metode Single Minute Exchange of Dies (Smed) Bagian Pencetakan Tabelt Pada Mesin Jc-16 Di PT. Samco Farma. *Journal Industrial Manufacturing*, *9*(2), 167–176.

Fatkhurrohman, A. (2016). *Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Pada Bagian Banbury PT Bridgestone Tire Indonesia*. *4*(1), 14–31.

Firda Maulida Fitria, Agus Alex Yanuar, & Marina Yustiana Lubis. (2018). Penerapan Lean Manufacturing Untuk Meminimasi Waste Transportation Pada Proses Produksi Modul Surya 260WP DI PT. XYZ. *E-Proceeding of Engineering*.

Gusti Fattahillah, & Denny Nurkertamanda. (2022). *Identifikasi 9 Waste Beserta Usulan Rekomendasi Perbaikan Pada Proses Produksi Side Link Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Pada Divisi Infrastruktur Perhubungan PT PINDAD (Persero)* .

Hardono, J., Hidayat, D. F., & Halimatus Sa'diyah, S. (2024). Implementasi Metode Single Minute Exchange of Dies di Bagian Packing Dalam Upaya Meminimasi Pemborosan (Waste) Dan Peningkatan Produktivitas (Studi Kasus PT. SF). *Journal Industrial Manufacturing*, *9*(1).

Haris Sandi Yudha, Alfi Febrizal, Agung Widarman, & Muhammad Adam Yanuar. (2023). Penerapan Metode 5S Untuk Meminimasi Downtime Pada Proses Ganti Order Di PT. XYZ Dengan Pendekatan Lean Manufacturing. *Jurnal Teknologika*, *13*(1), 140–149. https://doi.org/10.51132/teknologika.v13i1.276

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*, *9*(2), 264–271. https://doi.org/10.22105/jarie.2022.317908.1405

Kusnandar, & Perdana, T. (2015). *Simulasi Kejadian Diskret Pada Perancangan Manajemen Logistik Di Unit Layanan Logistik Pertanian: Studi Kasus di Kecamatan Pangalengan Kabupaten*.

Kusrini, E., & Parmasari, A. N. (2020). Productivity Improvement for Unit Terminal Container using Lean Supply ChainManagement and Single Minute Exchange of Dies (SMED): A Case Study at Semarang Port in Indonesia. *INTERNATIONAL JOURNAL OF INTEGRATED ENGINEERING*, *12*(1), 122–131. https://doi.org/10.30880/ijie.2020.12.01.013

Kusumah, A. D., & Winarsih, N. (2024). Implementasi Metode Single Minute Exchange of Dies untuk Optimasi Setting Time Mesin Flexo B1 Grup C Pada Carton Box Departement PT. A. *INDUSTRIKA*, *8*.

Liker, J. (2013). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill.

M Faza Nanda, Syahrul Maulanah, Tiara Nur Hidayah, Aldi Maulana Taufiqurrahman, & Denny Oktavino Radianto. (2024). Analisis Pentingnya Pengelolaan Limbah Terhadap Kehidupan Sosial Bermasyarakat. *Venus: Jurnal Publikasi Rumpun Ilmu Teknik* , *2*(2), 97–107. https://doi.org/10.61132/venus.v2i2.255

Mahen, R. A., Batubara, H., & Wijayanto, D. (2023). Identifikasi Waste Melalui Proces Activity Mapping Dan Pendekatan Lean Manufacturing Pada CV. Kreatifika Harapan Terbang Abadi. In *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System* (Vol. 7, Issue 2). https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtinUNTAN/issue/view/2162

Merdeka, G. F. P., & Nurkertamanda, D. (2022). *Identifikasi 9 Waste Beserta Usulan Rekomendasi Perbaikan Pada Proses Produksi Side Link Dengan Pendekatan Lean Manufacturing Pada Divisi Infrastruktur Perhubungan PT PINDAD (Persero)*.

Mohammad, A., Hamja, A., & Hasle, P. (2024). Reduction of changeover time through SMED with RACI integration in garment factories. *International Journal of Lean Six Sigma*, *15*(2), 201–219. https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2021-0176

Muhammad Bukhsh, Muhammad Ali Khan, Iqbal Hussain Zaidi, RabailYaseen, Anas Khalid, Abdul Razzaque, & Mazhar Ali. (2021, March). 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 Singapore*.

Muhammad Herlingga. (2021). Analisis Penerapan Lean Manufaktur Untuk Mengurangi Pemborosan di Lantai Produksi PT. E Purwakarta Tahun 2021. *Journal Of Industrial Management and Entrepreneurship*, *1*.

Nabil, D. H., Khanam, S., & Haque, S. A. (2024, December 21). Industry 4.0-Enabled SMED Implementation for Improving Pipe Extrusion Efficiency: A Case Study. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. https://doi.org/10.46254/BA07.20240193

Novianjaya Putra, B., Maharani, Z., Budianto, W., Lingkungan, J. K., Kesehatan, P., Kesehatan, K., Ii, J., & Jakarta, D. (n.d.). *Analisis Risiko Ergonomi Dan Karakteristik Pekerja Dengan Keluhan Subjektif Musculoskeletal Disorders Pada Pekerja Industri Manufaktur*. https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet

Pheasant, S. (1996). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics And The Design Of Work* (2nd ed.).

Prasetyo, M. A., Prasetio, D. E. A., & Lombardo, D. (2024). Perbaikan Proses Pengemasan Sekunder Untuk Mengurangi Aktivitas Waste Dengan Metode Lean Manufacturing Di PT. XYZ. *Jurnal Baut Dan Manufaktur: Jurnal Keilmuan Teknik Mesin Dan Teknik Industri*, *6*(2), 18–21. https://doi.org/10.34005/bautdanmanufaktur.v6i2.4154

Santos, V., Sousa, V. F. C., Silva, F. J. G., Matias, J. C. O., Costa, R. D., Pinto, A. G., & Campilho, R. D. S. G. (2022). Applying the SMED Methodology to Tire Calibration Procedures. *Systems*, *10*(6). https://doi.org/10.3390/systems10060239

Saputra, A. E., & Mahbubah, N. A. (2021). *Analisis Seven Tools Pada Pengendalian Kualitas Proses Vulkanisir Ban 1000 Ring 20 Di CV Citra Buana Mandiri Surabaya*.

Setiawan, L. C. (2018). *Mereduksi Waktu Setup Menggunakan Metode Smed Pada Mesin ISS Kemas PT Phapros TBK Semarang*.

Silva, D., & Setiafindari, W. (2021). Analisis Penurunan Waktu Setup Dengan Menggunakan Single Minute Exchange of Die Untuk Meningkatkan Produktivitas Pada Automatic Moulding Machine. *JURNAL ILMIAH TEKNIK MESIN, ELEKTRO DAN KOMPUTER*, *1*.

Sinyo Andika Nasution, A., Farta Wijaya, R., Putera Utama Siahaan, A., Iqbal, M., Sitorus, Z., & agister Teknologi, M. (2024). Komparasi Model Rating Factor Dan Vikor Dalam Pengambilan Keputusan Peluang Usaha Industri percetakan. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, *23*(Nomor 2), 449–460. https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jis/index

Sugarindra, M., Ikhwan, M., & Suryoputro, M. R. (2019). Single Minute Exchange of Dies as The Solution on Setup Processes Optimization by Decreasing Changeover Time, A Case Study in Automotive Part Industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *598*(1), 012026. https://doi.org/10.1088/1757-899X/598/1/012026

Susanto, M. D., Andesta, D., & Jufriyanto, D. M. (2021). *Analisis Efektivitas Mesin Injection Moulding Menggunakan Metode Oee Dan Fmea (Studi Kasus Di PT. Cahaya Bintang Plastindo)*. *2*(3).

Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). *Teknik Perancangan Sistem Kerja* (Edisi Kedua). Penerbit ITB.

Widagdo, G. (2018). *Analisis Perhitungan Waktu Baku Dengan Menggunakan Metode Jam Henti Pada Produk Pulley Di CV. Putra Mandiri Jakarta* (Issue 2).

Wignjosoebroto, S. (2000a). *Ergonomi, studi gerak dan waktu : teknik analisis untuk peningkatan produktifitas kerja* (First edition). Guna Widya.

Wignjosoebroto, S. (2000b). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja* (2nd ed.). Guna Widya.

Yazıcı, K., Gökler, S. H., & Boran, S. (2021). An integrated SMED-fuzzy FMEA model for reducing setup time. *Journal of Intelligent Manufacturing*, *32*(6), 1547–1561. https://doi.org/10.1007/s10845-020-01675-x

LAMPIRAN

1. Dokumentasi Proses *Moulder Backpost*



2. Dokumentasi Proses *Set Up Moulder Backpost*

