

**IMPLEMENTASI *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED) SAAT
CHANGEOVER KABINET PADA PROSES PRODUKSI DI MESIN NC
(Studi Kasus: Divisi *NC Machining*, Departemen *Wood Working*,
PT Yamaha Indonesia)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



**Nama : Abdurrafi Nabhan Syafiq
No. Mahasiswa : 13 522 269**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi. Kecuali yang secara tertulis diacu dalam tugas akhir ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman atau sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, Maret 2018


Abdurrafi Nabhan Syafiq

SURAT KETERANGAN PENELITIAN



PT. YAMAHA INDONESIA

Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung

Jakarta 13930 Indonesia, P.O. Box. 1190/JAT

Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

SURAT KETERANGAN

No. : 101/YI/ PKL /II/2018

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

Nama	: ABDURRAFI NABHAN SYAFIQ
Nomor Induk Mahasiswa	: 13 522 269
Jurusan	: TEKNIK INDUSTRI
Fakultas	: TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Implementasi Single Minute Exchange of Dies (SMED) Sebagai Upaya Untuk Minimasi Waktu Set UP Mesin Saat Melakukan Change Over Model pada Proses Produksi di Mesin NC Heian.*"

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 28 Agustus 2017 sampai dengan Tanggal 28 Februari 2018. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Februari 2018

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chalid
Manager

CC: - Arsip

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**IMPLEMENTASI *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED) SAAT
CHANGEOVER KABINET PADA PROSES PRODUKSI DI MESIN NC
(Studi Kasus: Divisi *NC Machining*, Departemen *Wood Working*,
PT Yamaha Indonesia)**



Yogyakarta, Maret 2018

Pembimbing,

(Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D.)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**IMPLEMENTASI *SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES* (SMED) SAAT
CHANGEOVER KABINET PADA PROSES PRODUKSI DI MESIN NC
(Studi Kasus: Divisi NC Machining, Departemen Wood Working,
PT. Yamaha Indonesia)**

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Abdurrafi Nabhan Syafiq
No. Mahasiswa : 13522269

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai
salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri
Yogyakarta, Maret 2018

Tim Penguji

M. Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D.
Ketua

Taufiq Immawan, Dr., S.T., M.M.
Penguji 1

Mohammad Syah Fatahillah
Penguji 2



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah dengan mengucapkan syukur atas segala nikmat yang selalu Allah berikan hingga tiba waktunya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Tugas akhir ini saya persembahkan khususnya untuk kedua orang tua, Ibu Siti Aminah dan Bapak Salaman yang telah memberikan segala bentuk upaya terbaik yang tak ternilai harganya untuk anaknya ini, serta yang dengan sabar memberikan dukungan dan motivasi selama saya berkuliah hingga menyelesaikan tugas akhir ini. Teruntuk juga adikku Nida Zahrotun Nazihah tersayang.

HALAMAN MOTTO

"Barang siapa yang menempuh jalan untuk mencari suatu ilmu. Niscaya Allah memudahkannya jalan menuju surga"
(HR. Muslim)

"Dari 'Abdullah bin 'Amr bin 'Ash radhiyallaahu 'anhuma, bahwa Rasulullah shallallaahu 'alaihi wa sallam bersabda: "Ridha Allah bergantung kepada keridhaan orang tua dan murka Allah bergantung kepada kemurkaan orang tua"
(HR. Bukhari)

"Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertawakallah kepada Allah, sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal (kepada-Nya)"
(QS. Ali 'Imraan : 159)

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas nikmat yang luar biasa. Shalawat dan salam semoga terlimpahkan kepada Rasulullah SAW, keluarganya, sahabatnya dan pengikutnya hingga akhir zaman. Dengan mengucapkan rasa syukur Alhamdulillah atas segala rahmat dan anugerah Allah yang telah memberi ilmu, kekuatan dan kesempatan sehingga Tugas Akhir dengan judul **“IMPLEMENTASI SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIES (SMED) SAAT CHANGEOVER KABINET PADA PROSES PRODUKSI DI MESIN NC (Studi Kasus: Divisi NC Machining, Departemen Wood Working, PT Yamaha Indonesia)”** ini dapat terselesaikan. Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1 program studi Teknik Industri pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Keberhasilan terselesaikannya Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman ST., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
3. Bapak Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Samsudin, selaku Wakil Presiden PT. Yamaha Indonesia yang berperan sebagai bapak kami disini yang begitu dihormati oleh seluruh kalangan karyawan PT. Yamaha Indonesia berkat kegigihan dan perjuangannya.
5. Bapak Rudianto dan Bapak Faizin selaku Manager dan Assistant Manager Production Engineering PT. Yamaha Indonesia yang menjadi penanggung jawab kami, siswa latihan. Terima kasih yang dengan ikhlas meluangkan waktunya untuk membantu kami mendapatkan pelajaran yang sangat berharga.
6. Mas Zanurip Sujana selaku mentor kami selama 6 bulan di PT. Yamaha Indonesia yang selalu memberikan kami pelajaran, motivasi, semangat, dan tak lelah dalam mengingatkan di setiap kami melakukan kesalahan-kesalahan. Terima kasih untuk semua ilmunya, motivasinya dan bimbingannya.
7. Seluruh rekan-rekan baru di PT. Yamaha saya ucapkan terima kasih karena telah membantu dalam berbagai hal selama saya magang dan menyelesaikan penelitian.
8. Keluarga yang selalu memberikan *support* dan doa.
9. Teman-teman Magang Yamaha UII *batch* 5 yang telah menjadi sosok keluarga selama perantauan 6 bulan di Jakarta. Terima kasih untuk canda tawanya. Terimakasih untuk hari-harinya, baik itu senang atau pun susah. Terima kasih atas segala ceritanya. Mohon maaf bila banyak salah. Sampai berjumpa kembali di kisah yang lain dan semoga kita bertemu lagi dalam keadaan yang lebih baik.
10. Seluruh keluarga besar Teknik Industri 2013 yang menemani dan berjuang bersama untuk insyaa Allah bisa mencapai kesuksesan dunia akhirat. Aamiin.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan kedepannya.

Wassalamu‘alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarta, Maret 2018
Penyusun

Abdurrafi Nabhan S.

ABSTRAK

PT Yamaha Indonesia memiliki kelompok kerja *NC Machining, department Wood Working* yang memproduksi berbagai macam kabinet/*part* untuk berbagai tipe baik itu produk *Upright Piano* maupun *Grand Piano*. Terdapat 8 mesin otomatis pada divisi ini. Beragamnya kabinet/*part* yang diproses di divisi ini menyebabkan tingginya frekuensi dan lamanya waktu *setup* mesin untuk pergantian kabinet pada mesin tertentu. Akibatnya, salah satu permasalahan yang ada adalah keterlambatan pengiriman produk ke divisi selanjutnya. Berdasarkan pemaparan tersebut, maka titik fokus pada penelitian adalah upaya mereduksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* mesin saat melakukan pergantian/*changeover* kabinet atau *part* dengan pendekatan metode *Single Minute Exchange of Dies* (SMED). Penerapan SMED diterapkan pada mesin NC Heian dan NC Anderson 2 & 3. Hasilnya waktu *setup* di mesin NC Heian berdasarkan perhitungan secara tidak langsung dengan memindahkan beberapa aktivitas internal menjadi eksternal adalah didapatkan perbandingan waktu baku sebelum dan setelah konversi aktivitas internal *setup* menjadi eksternal *setup* sebagai berikut: untuk kabinet *pedal box* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 25,63 menit dan setelah konversi menjadi 24,11 menit, kabinet *pedal block* sebelum konversi adalah 18,66 menit dan setelah konversi menjadi 16,64 menit, kabinet *leg block long* sebelum konversi adalah 23,94 menit dan setelah menjadi 16,64 menit, kabinet *top board front gb* proses *coak* sebelum konversi adalah 15,01 menit dan setelah menjadi 12,66 menit, kabinet *top board rear gb* proses *coak* sebelum konversi adalah 14,04 menit dan setelah konversi menjadi 12,41 menit, untuk kabinet *top board rear gb* proses *router* sebelum konversi adalah 13,92 menit dan setelah konversi menjadi 13,18 menit. Sedangkan untuk mesin NC Anderson 2 dan NC Anderson 3 perbandingan untuk kabinet *bottom board b3* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 39,28 menit dan setelah konversi menjadi 32,57 menit, sedangkan untuk kabinet *side arm p22* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 50,20 menit dan setelah konversi menjadi 41,16 menit.

Kata Kunci : Metode SMED, waktu *setup*, *setup* internal, *setup* eksternal.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT KETERANGAN PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.5. Batasan Permasalahan	6
1.6. Sistematika Penulisan	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	9
2.1. Sejarah Sistem Produksi <i>Lean</i>	9
2.2. Sistem Produksi <i>Lean</i>	10
2.3. <i>Waste</i> (Pemborosan)	11
2.4. Waktu <i>Setup</i>	14
2.5. Manfaat Penyederhanaan Prosedur <i>Setup</i> Mesin.....	15
2.6. Langkah-Langkah Dasar Prosedur <i>Setup</i>	16
2.7. <i>Quick Changeover</i>	17
2.8. <i>Single Minute Exchange of Dies</i> (SMED).....	20
2.8.1 Sejarah SMED	20
2.8.2 Manfaat SMED	22
2.8.3 Implementasi SMED.....	23
2.9. Faktor Penyesuaian.....	25
2.10. Allowance	31
2.11. Kajian Induktif.....	33
BAB III METODE PENELITIAN	36

3.1. Objek Penelitian	36
3.2. Jenis Data.....	36
3.2.1 Data Sekunder.....	36
3.2.2 Data Primer	37
3.3. Metode Pengumpulan Data	37
3.4. Metode Pengolahan Data.....	38
3.5. Pembahasan	39
3.6. Kesimpulan dan Saran	39
3.7. Alur Penelitian.....	40
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	41
4.1. Pengumpulan Data.....	41
4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan	41
4.1.2 Struktur Organisasi	42
4.1.3 Hasil Produksi.....	43
4.1.4 Proses Produksi.....	45
4.1.5 Tata Letak Lantai Produksi NC Machining	46
4.1.6 Data Frekuensi <i>Setup</i> Mesin	46
4.1.7 Waktu Proses Kabinet per Unit (<i>Standard Time</i>)	47
4.1.8 Waktu <i>Setup</i> Mesin.....	48
4.1.9 Nilai Penyesuaian dan <i>Allowance</i>	48
4.2. Pengolahan Data	49
4.2.1 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal	49
4.2.2 Penggantian Aktivitas Internal Menjadi Eksternal	64
4.2.3 Perbandingan Waktu Baku Sebelum dan Setelah Penerapan SMED	78
4.2.4 Diagram Fishbone Untuk Perbaikan Aspek Waktu Setup.....	81
BAB V PEMBAHASAN.....	84
5.1. Penerapan SMED	84
5.1.1 Dokumentasi	84
5.1.2 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal	84
5.1.3 Penggantian Aktivitas Internal Menjadi Aktivitas Eksternal.....	85
5.2. Setelah Penerapan SMED.....	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1. Kesimpulan.....	87
6.2. Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aktivitas yang terhitung waktu <i>setup</i>	18
Gambar 2.2 Empat tahap utama dalam implementasi SMED	24
Gambar 3.1 Alur penelitian	40
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan	42
Gambar 4.2 Upright piano	44
Gambar 4.3 Grand piano.....	44
Gambar 4.4 <i>Layout</i> kelompok kerja NC Machining.....	46
Gambar 4.5 Grafik perbandingan waktu <i>setup</i> NC Heian sebelum & sesudah.....	79
Gambar 4.6 Grafik perbandingan waktu <i>setup</i> NC Anderson sebelum & sesudah.....	80
Gambar 4.7 Diagram <i>Fishbone</i> NC Heian.....	81
Gambar 4.8 Diagram <i>Fishbone</i> NC Anderson.....	82
Gambar 6.1 Rak <i>tools</i> NC Heian	88
Gambar 6.2 Rak <i>tools</i> usulan.....	88
Gambar 6.3 Setting ketinggian <i>tools</i> kondisi aktual	89
Gambar 6.4 Alat ukur panjang <i>tools</i> usulan	89
Gambar 6.5 Rak <i>jig</i> NC Heian.....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Langkah-langkah prosedur <i>setup</i>	16
Tabel 2.2 Tahapan dasar tradisional <i>setup</i>	19
Tabel 2.3 Penyesuaian <i>Westing House</i>	26
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu	33
Tabel 4.1 Frekuensi waktu <i>setup</i> mesin untuk pergantian kabinet per hari.....	46
Tabel 4.2 ST per unit tiap kabinet yang diproses di mesin NC Heian.....	47
Tabel 4.3 ST per unit tiap kabinet di mesin NC Anderson 2 & 3.....	47
Tabel 4.4 Waktu <i>setup</i> mesin pergantian kabinet mesin NC Heian	48
Tabel 4.5 Waktu <i>setup</i> mesin pergantian kabinet mesin NC Anderson 2 & 3	48
Tabel 4.6 Penyesuaian (<i>rating factor</i>) untuk operator NC Heian.....	48
Tabel 4.7 Allowance operator NC Heian.....	48
Tabel 4.8 Penyesuaian (<i>rating factor</i>) operator NC Anderson 2 & 3.....	49
Tabel 4.9 Allowance operator NC Anderson 2 & 3	49
Tabel 4.10 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>pedal box</i>	50
Tabel 4.11 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>pedal block</i>	51
Tabel 4.12 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>Leg Block Short</i>	53
Tabel 4.13 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>Leg block long</i>	54
Tabel 4.14 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>Top board front gb</i>	55
Tabel 4.15 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>Top board rear gb</i>	57
Tabel 4.16 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>Top board rear gb router</i>	58
Tabel 4.17 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>Bottom board b3</i>	60
Tabel 4.18 Elemen kerja <i>setup</i> mesin <i>side arm p22</i>	62
Tabel 4.19 Konversi aktivitas <i>setup pedal box</i>	64
Tabel 4.20 Konversi aktivitas <i>setup pedal block</i>	65
Tabel 4.21 Konversi aktivitas <i>setup Leg block short</i>	67
Tabel 4.22 Konversi aktivitas <i>setup Leg block long</i>	68
Tabel 4.23 Konversi aktivitas <i>setup Top board front gb coak</i>	70
Tabel 4. 24 Konversi aktivitas <i>setup Top board rear gb coak</i>	71
Tabel 4.25 Konversi aktivitas <i>setup Top board gb router</i>	72
Tabel 4. 26 Konversi aktivitas <i>setup Bottom board b3</i>	74
Tabel 4. 27 Konversi aktivitas <i>setup Side arm p22</i>	76
Tabel 4.28 Waktu baku sebelum penerapan SMED Mesin NC Heian.....	78
Tabel 4.29 Waktu baku setelah penerapan SMED Mesin NC Heian	78
Tabel 4.30 Persentase penurunan waktu baku <i>setup</i> mesin NC Heian.....	79

Tabel 4.31 Waktu baku sebelum penerapan SMED Mesin NC Anderson 2 & 3.....	79
Tabel 4.32 Waktu baku setelah penerapan SMED Mesin NC Anderson 2 & 3	79
Tabel 4.33 Persentase penurunan waktu baku setup mesin NC Anderson 2 & 3.....	80

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam menghadapi persaingan usaha yang semakin ketat, setiap perusahaan dituntut untuk mampu bersaing dan selalu berkembang demi kesejahteraan semua pihak yang terkait di dalamnya. Dengan semakin signifikannya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sekarang ini tentu dapat sangat membantu pihak perusahaan dalam rangka memenuhi permintaan konsumen secara cepat namun dengan tetap memperhatikan kualitas. Perusahaan yang mampu memuaskan pelanggannya dengan penyerahan produk yang lebih cepat dan berkualitas akan lebih memiliki keunggulan dibanding pesaingnya. Oleh karena itu, setiap perusahaan harus memiliki strategi untuk mempertahankan, memperbaiki, dan bahkan meningkatkan kinerja untuk mengembangkan perusahaan. Salah satu cara agar perusahaan dapat berkembang yaitu dengan meningkatkan kinerja dan produksi. Untuk mencapai hal tersebut adalah dengan memperbaiki proses produksi. Perbaikan proses produksi perlu dilakukan secara berkesinambungan dan terus-menerus agar pemborosan material dan waktu dapat diperkecil (Ashmore, 2001).

Selain keharusan perusahaan untuk menghadapi persaingan usaha yang semakin ketat, faktor kondisi perekonomian yang tidak dapat dipastikan dan tekanan kompetisi di dunia perdagangan yang sangat ketat juga menuntut setiap perusahaan untuk mencari langkah antisipasi terhadap kondisi atau keadaan yang dapat mengancam keberlangsungan perusahaan. Terjadinya kenaikan upah pekerja yang signifikan salah satunya, memaksa perusahaan mengeluarkan biaya lebih. Namun, permasalahan muncul ketika kenaikan biaya ini tidak diimbangi dengan naiknya produktivitas perusahaan, sehingga akan mengurangi profit yang diperoleh. Untuk dapat tetap bertahan di tengah-tengah kondisi tersebut, setiap perusahaan harus memiliki keunggulan kompetitif yang akan membuatnya menang dalam persaingan. Untuk itu, perusahaan harus selalu melakukan perbaikan berkelanjutan dalam setiap prosesnya agar tercapai tingkat

produktivitas yang optimal. Saat ini banyak perusahaan yang berusaha menerapkan *lean manufacture* untuk mengurangi atau menghilangkan pemborosan pada setiap proses produksi. Hal ini erat kaitanya dengan upaya memberikan kepuasan yang optimal kepada pelanggan dengan memberikan produk yang berkualitas dengan harga yang bersaing.

PT Yamaha Indonesia (YI) yang berdiri sejak tahun 1970 yang merupakan salah satu cabang dari perusahaan Yamaha *Coorporation* Jepang adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan dan perakitan alat musik piano. Perusahaan ini memproduksi berbagai macam model piano, yang secara garis besar dibagi menjadi 2 (dua) kategori yaitu UP (*Upright Piano*) dan GP (*Grand Piano*) yang mana dipasarkan ke luar negeri dan sebagian juga dalam negeri. Selain itu PT Yamaha Indonesia juga memproduksi *part* piano yang nantinya diekspor ke Jepang untuk perakitan piano di sana. Dalam proses produksi piano, material utama yang berupa kayu perlu di proses di beberapa kelompok kerja sesuai dengan spesifikasi dan modelnya yang kemudian juga dirakit di beberapa stasiun kerja lain sehingga akhirnya menjadi sebuah piano yang berkualitas.

Dunia musik yang terus berkembang seiring berkembangnya zaman tidak menggeser piano sebagai salah satu instrumen musik yang masih terus digunakan hingga saat ini. Saat ini piano sudah mampu menjadi alat musik yang mampu mengimitasi bunyi alat musik lainnya. Hal tersebut juga menuntut perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan pasar dengan spesifikasi produk yang semakin variatif dan juga cenderung fluktuatif. Konsumen juga semakin kritis dalam memilih piano yang akan dibelinya, pertimbangan seperti ukuran yang sesuai, bentuk atau warna yang diinginkan. Maka dari itu PT Yamaha Indonesia juga dituntut dapat memenuhi permintaan pasar tersebut dengan kemampuan produksi yang lebih baik dalam memproduksi berbagai variasi model piano. Banyaknya variasi model piano yang dihasilkan tentunya bergantung pada kelompok-kelompok kerja penghasil kabinet/*part* maupun kelompok *assembly* yang ada di perusahaan.

PT Yamaha Indonesia memiliki kelompok kerja *NC Machining*, departemen *Wood Working* yang memproduksi berbagai macam kabinet/*part* (meliputi *bench bottom*, *bottom board*, *bottom frame*, *fall back*, *fall board*, *key bed*, *key block*, *key slip*, *leg block*, *music desk*, *music rack*, *pedal block*, *pedal bottom*, *pedal box*, *pedal rail*, *side arm*, *side*

board, *top board*, dan *top frame*) untuk berbagai tipe baik produk *Upright Piano* maupun *Grand Piano*. Pada divisi *NC Machining* ini terdapat 8 (delapan) mesin *NC (Numerical Control)*, yaitu *NC Yasaka*, *NC Rulong*, *NC Heian*, *NC Anderson 1*, *NC Anderson 2*, *NC Anderson 3*, *NC Anderson 4*, dan *NC Anderson 5* yang masing-masing memiliki spesifikasi fungsi yang berbeda-beda untuk melakukan pemrosesan terhadap berbagai material yang masuk pada divisi/kelompok kerja ini. Secara garis besar pemrosesan yang dilakukan pada mesin-mesin ini meliputi proses bor, *coak*, dan *router* (pemotongan sesuai pola) meskipun tiap mesin berbeda spesifikasinya. Untuk pembagain *jobdesk* mesin di *NC Machining* ini sudah diatur sesuai spesifikasi mesin, sebagai contoh untuk proses pengeboran kabinet *side arm* dan *side board* berbagai model lebih banyak dilakukan pada mesin *NC Yasaka*. Sedangkan untuk proses *coak & router* berbagai model *key bed* banyak dikerjakan pada mesin *NC Anderson 1*. Proses produksi pada divisi *NC Machining* ini bukanlah sebuah proses produksi yang mengalir (*flow shop*), material yang masuk dan diproses pada divisi ini berdasarkan material apa yang dikirimkan oleh divisi lain kemudian diproses oleh mesin dan hasil pemrosesan tersebut merupakan produk yang siap dikirimkan ke divisi selanjutnya. Jadi pada divisi ini bukan tipe produksi yang mengalir berpindah-pindah dari mesin satu ke mesin selanjutnya, melainkan pengolahan material tertentu pada mesin tertentu yang kemudian menghasilkan produk yang siap didistribusikan ke divisi selanjutnya. Divisi *NC Machining* ini mempunyai peran yang cukup vital dalam keseluruhan proses produksi piano karena divisi ini dituntut untuk mampu melakukan produksi dengan cepat demi kelancaran aliran produksi pada divisi lain lanjutannya, sedangkan di sisi lain divisi ini juga bergantung pada *supply* material dari divisi lain.

Beragamnya kabinet/*part* untuk berbagai model piano yang diproses pada divisi *NC Machining* ini juga kadang menimbulkan permasalahan keterlambatan pengiriman produk ke divisi selanjutnya. Permasalahan pada divisi ini lebih ke kapasitas produksi mesin, ini disebabkan karena tidak teraturnya *schedule* produksi tiap harinya tentang kabinet apa saja yang akan di proses tiap harinya. Ketidakpastian urutan pemrosesan kabinet apa saja yang akan diproses ini menyebabkan sering terjadinya *setup* mesin yang berulang karena adanya tambahan waktu *setup* untuk tiap pergantian model (*changeover*) kabinet yang akan di proses sehingga waktu proses produksi akan semakin bertambah dari waktu normalnya. Pengertian *setup* di sini maksudnya adalah kegiatan penyesuaian

ulang, misalnya seperti lepas pasang *jig*, pengukuran kabinet pada produk awal, dan mengatur program mesin supaya mendapatkan ukuran hasil proses yang sesuai dengan spesifikasi. Sedangkan waktu *setup* adalah lama waktu yang dibutuhkan antara produk baik terakhir keluar sampai produk baik pertama keluar. Tingginya waktu *setup* inilah yang menyebabkan efektivitas proses produksi menjadi suatu hal yang sulit dicapai, masalah tersebut tentunya dipengaruhi oleh semakin tinggi dan seringnya melakukan *setup* mesin tersebut. Titik fokus pada penelitian adalah bagaimana mereduksi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* mesin.

Ada beberapa kendala yang menyebabkan kurang efektifnya waktu produksi yang ada di divisi *NC Machining*. Kendala yang paling mendasar sebenarnya terkait dengan divisi pemasok bahan yang mengirim ke divisi *NC Machining*. Pemasok bahan untuk divisi ini tidak hanya dari satu divisi, melainkan dari berbagai divisi kerja. Dari sekian banyak berbagai divisi yang memasok bahan-bahan ke divisi *NC Machining*, kemudian bahan dari pemasok tersebut didistribusikan ke masing-masing mesin sesuai kemampuan atau spesifikasi mesin yang ada di divisi *NC Machining*. Kendala yang ada pada divisi pemasok bahan adalah belum mampunya memasok bahan secara teratur dan konsisten ke divisi *NC Machining*, sehingga mesin-mesin di divisi *NC Machining* dituntut mampu menyesuaikan proses produksi dan *setup* mesin untuk produksi berdasarkan bahan apa yang masuk.

Dari kendala di atas, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki sistem yang ada dengan sistem penjadwalan yang baik sehingga dapat mempersingkat waktu produksi, sehingga produksi dapat diselesaikan tepat waktu. Perusahaan perlu untuk mereduksi waktu yang dibutuhkan saat melakukan *setup* mesin agar dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin. Perbaikan waktu *setup* dapat dilakukan dengan mereduksi gerakan yang tidak perlu pada mesin. Pengurangan waktu *setup* dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Single Minute Exchanges Of Dies* (SMED). Metode SMED merupakan suatu pendekatan yang dianggap sebagai salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mereduksi waktu *setup* mesin. Penerapan metode SMED ini telah terbukti dapat menurunkan waktu *setup*. SMED juga mampu mengurangi *bottleneck*, mengefektifkan waktu produksi, menurunkan ongkos produksi dan mengeliminir terjadinya kesalahan dalam melakukan *setup* mesin.

1.2. Rumusan Masalah

Metode SMED ini merupakan metode yang akan digunakan sebagai pendekatan untuk upaya dalam mereduksi waktu *setup* mesin serta menghilangkan elemen-elemen kerja yang tidak produktif sehingga dapat meningkatkan efektivitas mesin dalam proses produksi.

Dari uraian latar belakang masalah diatas maka dapat dirumuskan pokok permasalahan dari penelitian yang akan dilakukan, yaitu:

1. Bagaimana elemen aktivitas setup mesin yang dilakukan saat *setup* pergantian kabinet ketika proses produksi?
2. Dimana aktivitas yang menyebabkan tingginya waktu *setup*?
3. Bagaimanakah upaya yang dapat dilakukan untuk mempersingkat waktu *setup*?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan dari rumusan masalah pada subbab sebelumnya maka diperoleh tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut,

1. Mengetahui elemen-elemen kerja dan waktu yang dibutuhkan selama proses produksi.
2. Mengidentifikasi sumber-sumber aktivitas yang menyebabkan tingginya waktu *setup* mesin.
3. Memberikan usulan sebagai upaya untuk mereduksi waktu *setup* sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Dapat dimanfaatkan sebagai pertimbangan untuk perbaikan yang dapat diterapkan pada divisi *NC Machining*, departemen *Wood Working* PT Yamaha Indonesia untuk meningkatkan efektivitas penggunaan mesin NC selama proses produksi.
2. Penulis memperoleh pengetahuan baru dengan adanya hasil penelitian yang didapatkan.
3. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah wawasan dan dapat digunakan sebagai acuan penelitian berikutnya.

1.5. Batasan Permasalahan

Penelitian yang dilakukan memerlukan fokus serta ruang lingkup yang terarah, sehingga penelitian ini perlu adanya batasan permasalahan dengan tujuan adalah agar penelitian yang dilakukan memiliki fokus yang terarah dan menghasilkan penelitian yang baik. Batasan permasalahan dari penelitian ini adalah,

1. Penelitian dilakukan di PT Yamaha Indonesia pada divisi *NC Machining*, departemen *Wood Working*.
2. Pengukuran studi waktu dilakukan menggunakan *stopwatch* baik secara langsung di lapangan dengan pengamatan langsung maupun dengan melakukan studi waktu dari hasil rekaman video.
3. Penelitian untuk analisa waktu *setup* pergantian kabinet/model hanya dilakukan pada mesin *NC Heian* dan *sampling* beberapa jenis kabinet yang rutin harian diproduksi di mesin *NC Anderson*.
4. Upaya menurunkan waktu *setup* mesin saat pergantian kabinet dan mereduksi elemen kerja untuk mengurangi waktu standar proses produksi dilakukan dengan menggunakan pendekatan metode SMED.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan penelitian ini ditulis berdasarkan kaidah penulisan ilmiah sesuai dengan sistematika seperti berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang deskripsi pendahuluan kegiatan penelitian, mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian serta sistematika penulisan

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Pada bab ini diuraikan tentang teori-teori dari referensi buku maupun jurnal serta hasil penelitian terdahulu berkaitan dengan masalah penelitian yang digunakan sebagai acuan penyelesaian masalah

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang uraian kerangka dan alur penelitian, objek penelitian yang akan diteliti dan juga metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V.

BAB V PEMBAHASAN

Berisi tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan dalam penelitian. Kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dalam permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bagian ini berisi daftar sumber kajian literatur yang dijadikan sebagai kajian dalam menyusun laporan penelitian. Literatur tersebut digunakan untuk menjadi dasar dan penguat penelitian ini akan dilakukan.

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Sejarah Sistem Produksi *Lean*

Istilah “*lean*” yang dikenal luas dalam dunia *manufacturing* dewasa ini dikenal dalam berbagai nama yang berbeda seperti: *Lean Production*, *Lean Manufacturing*, *Toyota Production System*, dan lain-lain. Secara singkat, periode tahun awal mula munculnya *lean* adalah:

- a. Tahun 1902, Sakichi Toyoda membuat sebuah mesin tenun yang dapat berhenti sendiri jika terjadi gangguan. Yang sekarang ini dikenal sebagai *Jidoka*.
- b. Tahun 1913, Henry Ford menerapkan produksi dengan aliran yang tidak terputus (*the flow of production*) dan lini perakitan untuk produksi massal. Namun, masalah yang dihadapi adalah ketidakmampuan untuk memproduksi lebih dari satu variasi mobil.
- c. Tahun 1930-an, setelah perang dunia kedua, Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo dan keluarga Toyoda menemukan sistem produksi yang fleksibel (*one-piece flow*) yang didukung dengan ditemukannya sistem tarik (*pull system*) dimana proses dapat memproduksi sejumlah produk sesuai yang dibutuhkan.
- d. Tahun 1950-an, Shigeo Shingo mengembangkan sistem yang dikenal sebagai SMED (*Single Minute Exchange of Dies*).
- e. Kemudian sistem persediaan *Just-In-Time* dikembangkan dan sistem lain seperti *Kanban* dan *Kaizen* yang mendukung terbentuknya sistem produksi *Lean*.

Lean manufactur atau *lean production* atau lebih dikenal sebagai *lean*, pertama kali dikembangkan di perusahaan Otomotif Toyota Jepang, menjadi sangat populer sebagai filosofi manajemen proses dalam memperbaiki sistem produksi. Menurut Womack dan Jones (1996) menjelaskan bahwa prinsip dari *lean* adalah berfokus pada eliminasi *waste* dan reduksi aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non value added*) dalam suatu proses, sementara pada saat yang sama memaksimalkan aktifitas yang memberikan nilai tambah (*value added*) terhadap produk akhir sesuai dengan permintaan pelanggan. Manfaat yang diperoleh dalam eliminasi *waste* adalah kemudahan untuk menyesuaikan

diri terhadap permintaan pasar yang fluktuatif, sehingga dapat terus bertahan menghadapi persaingan (Rathi, 2009).

Namun tidak banyak orang mengetahui bahwa Henry Ford (pendiri Ford *group*, perusahaan otomotif terbesar kedua di dunia pada masa dewasa ini). Telah menggunakan prinsip “*lean*” sejak awal 1920 dengan bukti Henry Ford berkata: “salah satu pencapaian kami yang patut dibanggakan ialah bagaimana kami (*Group Ford*) mampu menjaga harga produk Ford menjadi tetap rendah yaitu semakin lama sebuah produk berada dalam proses *manufacturing* maka total biaya produksi juga akan semakin besar (Womack dan Jones, 2003).

Dalam usaha untuk menghilangkan atau meminimalisasi pemborosan, para pemakai *lean manufacturing system* memakai berbagai macam alat (*tools*) yang disebut juga dengan *lean building blocks*. Yang patut dicatat ialah telah terbukti bahwa para pemakai *lean manufacturing system* yang sukses mengimplementasikan di perusahaan menyadari bahwa meskipun program ini dapat dijalankan sebagai program yang berdiri sendiri. Hanya sedikit sekali yang mempunyai dampak positif yang signifikan bagi perusahaan ketika ia dijalankan sendiri. Sedangkan cara yang benar ialah implementasi *lean manufacturing system* harus mempunyai dampak ke seluruh aspek (*overall*) dan bahwa mengimplementasi program ini tidak sesuai dengan aturan yang berlaku mungkin akan menimbulkan efek yang negatif bagi perusahaan (Womack and Jones, 2003).

Ada sejumlah *lean tools* yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mereduksi *waste*, masing-masing *tools* mempunyai kegunaan yang lebih spesifik terhadap reduksi *waste* tertentu. Sebagai contoh *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) adalah *lean tools* spesifik untuk mereduksi waktu *setup* atau *quick changeover* (Shingo, 1985).

2.2. Sistem Produksi *Lean*

Sistem produksi *lean* atau yang lebih dikenal sebagai *lean* adalah suatu upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan (*waste*) dan meningkatkan nilai tambah (*value added*) produk (barang/ jasa) agar memberikan nilai kepada pelanggan (*customer value*). Pendekatan

lean bertujuan untuk meningkatkan *customer value* melalui peningkatan rasio antara nilai tambah terhadap *waste* (*the value-to-waste ratio*) secara terus menerus (Gaspersz, 2007).

Selain itu terdapat pula definisi lain dari *lean* yaitu suatu pendekatan sistemik dan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) atau kegiatan-kegiatan tidak bernilai tambah (*non value added*) melalui peningkatan terus-menerus secara radikal dengan cara mengalirkan produk (*material, work-in-process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dari pelanggan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan. Setelah memahami pengertian dasar dari *lean*, maka dapat diketahui bahwa *lean* mempunyai beberapa tujuan, antara lain:

- a. Mengeliminasi pemborosan yang terjadi dalam bentuk waktu, usaha dan *material* pada saat melakukan proses produksi.
- b. Memproduksi produk sesuai pesanan dari konsumen.
- c. Mengurangi biaya seiring dengan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

2.3. Waste (Pemborosan)

Para manajer dan karyawan Toyota menggunakan istilah bahasa Jepang *Muda* bila mereka berbicara tentang pemborosan dan menghilangkan *muda* menjadi fokus dari sebagian besar upaya *Lean Manufacturing*. *Waste* atau *muda* merupakan istilah tradisional Jepang untuk aktivitas yang boros dan tidak memberi nilai tambah atau tidak bermanfaat. Penurunan *muda* merupakan cara yang efektif untuk meningkatkan keuntungan dalam perusahaan. Taiichi Ohno, *Chief Engineer* Toyota yang merupakan salah satu pendorong *Toyota Production System* (TPS) membagi *waste* yang terdapat dalam rantai produksi menjadi “*Eight Waste*” (Ohno, 1988). Delapan pemborosan dipercaya oleh Taiichi Ohno bertanggung jawab dalam 95% biaya dalam total produksi, yaitu:

1. Over Production

Over Production adalah membuat produk dengan jumlah lebih banyak dari permintaan konsumen atau melebihi jumlah yang dibutuhkan sehingga membutuhkan *Work In Process* (WIP) berlebihan, itu artinya uang berhenti dan akan mengurangi *profit* perusahaan. Penyebab dari *overproduction* ini antar lain kapasitas mesin yang berlebih, waktu *setup* dan *cycle time* yang lama, *reliabilitas* mesin yang

jelek, jumlah pekerja yang berlebih, penjadwalan produksi yang kurang baik, *lot* produksi yang besar, proses yang tidak konsisten.

2. *Unnecessary Inventory*

Unnecessary Inventory merupakan bentuk dari bahan baku, barang *Work in Process* (WIP), maupun barang jadi yang menambah pengeluaran dan belum menghasilkan pemasukan, baik oleh produsen maupun untuk konsumen. *Inventory* bahan baku disebabkan antara lain perencanaan material yang kurang baik, pemasok yang tidak konsisten, pemesanan barang yang terlalu cepat, pengadaan material yang perlu waktu lama, adanya ketentuan minimum order. *Inventory* barang *Work in Process* (WIP) disebabkan antara lain adanya *overproduction*, proses *setup*, dan *cycle time* yang lama, ukuran *lot* yang besar, waktu *changeover* yang lama, dan *line balancing* yang buruk. Semakin besar WIP akan semakin panjang antrian yang akan memperpanjang *lead time* produksi.

3. *Product Defect*

Product Defect atau cacat merupakan produk yang kurang sempurna dalam kualitas yang terjadi pada proses produksi. Diantaranya bisa disebabkan karena prosedur kerja yang kurang lengkap, *training* untuk operator yang kurang, dokumentasi yang buruk, jenis produk yang terlalu banyak, mesin yang sudah tua, *setting* mesin yang kurang tepat. Akibat dari *waste* ini adalah perlu waktu yang lama untuk melakukan perbaikan produk, perlu tenaga dan biaya berlebih.

4. *Over Processing*

Pemborosan ini meliputi semua aktivitas dalam proses produksi yang seharusnya tidak perlu ada. Penyebabnya antara lain penggunaan peralatan yang salah, pemeliharaan peralatan yang kurang baik, dokumentasi yang jelek, ketiadaan masukan dari pelanggan yang berkaitan dengan kebutuhan atau spesifikasi. Dampaknya antara lain rusaknya mutu produk akibat perlakuan yang tidak sesuai, proses produksi lama sehingga produktivitas menurun, keterlambatan waktu pengiriman dan biaya operasional yang lebih mahal.

5. *Waiting* atau *Delay Time*

Waiting meliputi seluruh waktu yang membuat proses terhenti, seperti waktu menunggu kedatangan bahan baku, informasi, peralatan, peralatan, hingga modal yang terhenti dalam bentuk barang jadi dan jasa yang belum diberikan pada konsumen. Penyebabnya antara lain adanya inkonsistensi dalam metode-metode

kerja, *changeover time* yang panjang, kurang pelatihan, lini produksi yang tidak seimbang sehingga terjadi *bottleneck*, kurangnya perawatan mesin, kualitas material yang jelek. Akibatnya ada aliran proses yang terhambat dan menimbulkan barang *work in process* (WIP) berlebih.

6. *Excess Motion*

Motion meliputi gerakan pekerja atau peralatan yang tidak memberikan nilai tambah bagi jalannya proses produksi. Penyebabnya antara lain pengorganisasian tempat kerja yang kurang baik, *layout* yang kurang *efisien* dan kurang teratur, metode kerja yang tidak konsisten, tidak ada standart kerja untuk melakukan sebuah aktifitas, akibatnya antara lain waktu proses menjadi semakin lama, pekerja cepat lelah dan kualitas produk menurun.

7. *Transportation*

Transportation merupakan proses memindahkan material atau produk dari suatu proses ke proses berikutnya yang membutuhkan waktu, sehingga transportasi merupakan *waste* karena tidak memberikan perubahan pada produk dan tidak memberikan nilai tambah. Penyebabnya antara lain ada tata letak yang kurang baik, ketiadaan koordinasi dalam proses, organisasi tempat kerja yang jelek, tempat penyimpanan material atau produk yang saling berjauhan. Akibatnya antara lain adanya resiko kerusakan terhadap produk, menambah biaya, menaikkan *stock* WIP, utilisasi tempat penyimpanan yang berlebih.

8. *Underutilized People*

Underutilized People merupakan pemborosan karena pekerja yang tidak mengeluarkan seluruh kemampuan yang dimilikinya baik mental, kreatifitas, keterampilan dan kemampuan fisik. Penyebabnya antara lain budaya organisasi yang kurang mendukung pekerja lebih berkembang, kurang selektif dalam *recruitment* karyawan, tidak ada pelatihan untuk pekerja atau penempatan kerja yang tidak sesuai dengan kompetensinya. Akibatnya antara lain tidak bisa memaksimalkan keterlibatan seluruh karyawan, hasil kerja kurang efektif, *turnover* pekerja tinggi.

Namun ada 2 (dua) M lain yang sama pentingnya untuk membuat *Lean Manufacturing* berjalan, dan ketiga M tersebut saling mengisi sebagai satu sistem. Bahkan hanya memfokuskan kepada 8 pemborosan atau *muda* saja akan mengganggu produktivitas kerja dan sistem produksi. Dokumen *Toyota Way* berkenaan dengan “menghilangkan *Muda, Muri, Mura*. ” (Ohno, 1988). Ketiga M tersebut adalah:

1. *Muda*, Tidak menambah nilai, ini adalah aktivitas yang tidak berguna yang memperpanjang *lead time*, menimbulkan gerakan tambahan untuk memperoleh komponen atau peralatan, menciptakan kelebihan persediaan atau berakibat pada jenis waktu tunggu.
2. *Muri*, memberi beban berlebih kepada orang atau peralatan. Dari sudut pandang tertentu, hal ini merupakan ujung yang bersebrangan dari spectrum *Muda*. *Muri* adalah memanfaatkan mesin atau orang diluar batas kemampuannya. Membebani orang secara berlebih menyebabkan kerusakan dan produk cacat.
3. *Mura*, ketidakseimbangan. Anda dapat memendang hal ini sebagai kesimpulan dari kedua M lainnya. Di sistem produksi yang normal, kadang-kadang terdapat lebih banyak pekerjaan disbanding dengan yang dapat ditangani oleh orang atau mesin yang ada, dan pada saat yang lain hanya ada sedikit pekerjaan.

2.4. Waktu Setup

Waktu *setup* atau waktu persiapan sendiri didefinisikan sebagai lama waktu yang dibutuhkan saat produk baik terakhir selesai sampai produk baik pertama keluar. Jadi didalam waktu *setup* ada waktu *organizational* seperti menghentikan mesin dan memanggil *maintenance*, melakukan persiapan peralatan *setup*, waktu *setup*, *changeover*, dan *startup* nya sendiri, melakukan *adjustment*, *trial run* sampai menghasilkan produk baik pertama. Sedangkan waktu *setup* menurut Askin dan Goldberg (2001) adalah waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan operasi/kerja. Waktu yang dihabiskan tersebut menyangkut waktu pengaturan komponen mesin, waktu penyediaan peralatan kerja, dan sebagainya. Sebagian besar *setup* dilakukan pada saat mesin berhenti atau mesin tidak beroperasi. *Setup* terdiri dari dua jenis, yaitu:

1. *Major setup*, dimana *setup* dilakukan untuk menghasilkan bagian-bagian dari produk yang berbeda tipe.
2. *Minor setup*, dimana *setup* dilakukan untuk menghasilkan bagian-bagian dalam produk yang memiliki kesamaan tipe.

Aktivitas *setup* yang umumnya dilakukan di industri dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. Jenis 1: melakukan persiapan, pengecekan material, pengecekan peralatan sebelum proses *setup* berlangsung dan membersihkan mesin, membersihkan tempat kerja, mengecek dan mengembalikan peralatan, material, dan lain-lain setelah proses *setup* selesai.
2. Jenis 2: memindahkan peralatan, *parts*, dan lain-lain setelah penyelesaian *lot* terakhir lalu menata *parts*, peralatan untuk sebelum *lot* selanjutnya.
3. Jenis 3: mengukur, mensetting dan mengkalibrasi mesin, peralatan, *fixtures* dan *part* pada saat proses berlangsung.
4. Jenis 4: memproduksi suatu produk contoh setelah setting awal selesai dan mengecek produk contoh tersebut apakah sesuai standar produk. Kemudian menyetel mesin dan memproduksi produk kembali sampai menghasilkan produk yang sesuai standar.

Dengan mempelajari, mengklarifikasi dan mengorganisir aktifitas-aktifitas seperti di atas, memungkinkan operator untuk mengurangi total waktu *setup* melalui penghapusan aktifitas yang tidak perlu, memperbaiki aktifitas yang perlu, dan melakukan beberapa aktifitas secara bersamaan daripada secara berurutan (Askin & Goldberg, 2001).

2.5. Manfaat Penyederhanaan Prosedur *Setup* Mesin

Keuntungan dari penyederhanaan prosedur *setup* mesin antara lain:

a. *Quality*

Penyederhanaan prosedur *setup* dapat memperbaiki kualitas produk. Operator akan lebih sedikit melakukan kesalahan dalam operasi *setup* apabila prosedur *setup* yang diberikan lebih sederhana. Kesalahan *setup* berpotensi untuk menyebabkan kerusakan dalam setiap unit dalam satu *batch*. Dengan prosedur *setup* yang standar maka kegiatan *trial and error* dan inspeksi dapat dieliminasi sehingga dapat juga mereduksi waktu *setup*.

b. *Costs*

Prosedur *setup* yang sederhana dapat mengurangi jam kerja operator dan tingkat keahlian operator untuk *setup* dan dapat menghilangkan *scrap* yang dihasilkan. Akibatnya biaya yang berkaitan dengan *setup* dapat dikurangi.

c. *Flexibility*

Dengan waktu *setup* yang singkat, kegiatan *manufacturing* lebih fleksibel untuk menyesuaikan dengan perubahan permintaan.

d. *Worker Utilization*

Prosedur *setup* yang sederhana, tidak membutuhkan operator yang ahli dalam melakukan *setup* melainkan *setup* dapat dilakukan oleh operator peralatan. Hal ini dapat dilakukan untuk mengurangi *idle time* operator. Oleh karena itu, tenaga ahli *setup* hanya bekerja untuk kegiatan *setup* yang sulit atau untuk membuat prosedur yang lebih baik.

e. *Capacity dan Lead time*

Lead time dapat dikurangi karena kombinasi dari lot size yang kecil dan waktu yang terbangun untuk menunggu *setup* dapat dikurangi

f. *Process Variability*

Apabila waktu yang digunakan untuk melakukan *setup* singkat, maka *process variability* dapat terjadi. Penggantian *tools* dan *fixture* adalah hal yang sangat berpengaruh pada waktu *setup*. (Haloha, 2009)

2.6. Langkah-Langkah Dasar Prosedur *Setup*

Prosedur *setup* biasanya terdiri dari variasi yang tidak terbatas, tergantung pada tipe operasi dan tipe peralatan yang digunakan. Akan tetapi bila prosedur-prosedur ini dianalisis dari sudut pandang yang berbeda, maka dapat dilihat bahwa seluruh kegiatan *setup* memiliki alur tahap yang sama. Pada *setup* tradisional pendistribusian waktu dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Langkah-langkah prosedur *setup*

No	Operasi	Proses Waktu
1	Persiapan, penyesuaian proses selanjutnya, dan pemeriksaan bahan baku, dies, perkakas dll.	30%
2	Pemasang dan pelepasan mata pisau, dsb.	5%
3	Pengepasan, pengukuran dan pengaturan kondisi lain	15%
4	Uji coba dan penyesuaian	30%

Sumber: Shingo, 1985

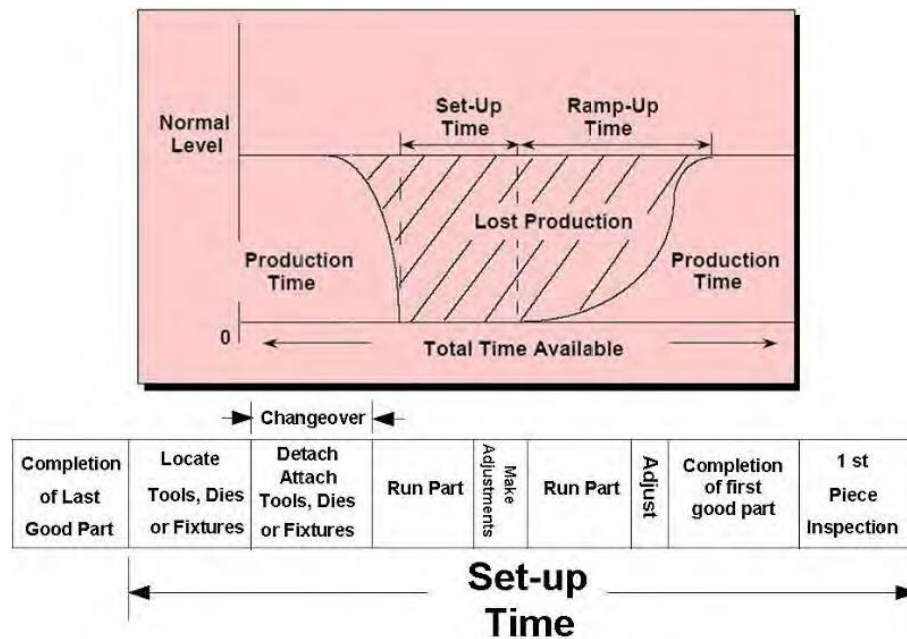
1. Persiapan, penyesuaian proses selanjutnya, dan pemeriksaan bahan baku, *dies*, perkakas dan lain-lain. Pada tahap ini memastikan bahwa semua part dan peralatan berada di tempatnya dan berfungsi semestinya. Dalam tahap ini termasuk juga periode setelah proses seperti mengembalikannya ke gudang, membersihkan mesin dan sebagainya.
2. Pemasangan dan pelepasan mata pisau, dsb. Tahap ini termasuk dalam hal melepaskan part dan peralatan setelah proses selesai dan peralatan tambahan pada lot berikutnya.
3. Pengepasan, pengukuran dan pengaturan kondisi lain. Langkah ini mengacu pada seluruh pengukuran yang harus dilakukan untuk melaksanakan operasi produksi, seperti pengepasan, mengukur temperatur, tekanan dan sebagainya.
4. Uji coba dan penyesuaian. Pada tahap ini, penyesuaian dilakukan setelah pengujian. Uji coba dilakukan untuk melihat apakah operasi dapat berjalan semestinya atau tidak. (Shingo, 1985)

2.7. *Quick Changeover*

Pada saat ini sudah menjadi tuntutan hampir semua perusahaan untuk selalu menjaga *inventory stock* pada kondisi yang serendah mungkin, sepanjang tidak mengganggu kelancaran proses produksi dan tidak menyebabkan tertundanya pengiriman produk kepada pelanggan. Oleh karena itu setiap perusahaan akan selalu berusaha membeli bahan baku dari pemasoknya dengan jenis dan kuantitas yang kecil seperlunya saja. Produk harus dikirim dengan cepat sesuai kuantitas yang diminta, kualitas terbaik dan dengan harga murah.

Berdasarkan tuntutan tersebut maka sebagai perusahaan pemasok bahan baku harus bisa memproduksi produk yang bermacam-macam jenis atau *grade* dalam jumlah yang kecil. Dengan bertambahnya permintaan terhadap jenis produk yang beraneka ragam tersebut akan menyebabkan kenaikan yang signifikan terhadap frekuensi *changeover*. Dengan demikian maka pergantian jenis atau *grade* produk satu ke *grade* produk berikutnya harus dilakukan dengan cara yang cepat, efektif dan efisien sehingga perusahaan menjadi lebih fleksibel dalam merespon kebutuhan pelanggan.

Quick changeover adalah seluruh aktifitas dan waktu yang diperlukan antara produksi produk terakhir dan produksi produk berikutnya pada normal efisiensi atau normal *speed* dalam proses pergantian jenis produk. Seluruh aktifitas *changeover* tersebut dianggap sebagai *waste* karena apa yang dilakukannya tidak memberikan nilai tambah terhadap produk akhir dan menyebabkan kenaikan biaya produksi, oleh karenanya harus dihilangkan atau paling tidak diturunkan seminimal mungkin.



Gambar 2.1 Aktifitas yang terhitung waktu *setup*

(Sumber: Goubergen and Sherali, 2004)

Gambaran mengenai aktifitas *changeover* atau *setup* seperti terlihat pada gambar 2.1 di atas. Ada dua pendapat untuk menurunkan waktu *changeover* yaitu menurunkan frekuensi *changeover* dan menurunkan waktu yang diperlukan untuk *changeover*. Walaupun ada penelitian yang menjelaskan pendapat yang pertama tetapi pendapat tersebut kurang disukai dibandingkan dengan pendapat kedua yaitu mengurangi waktu *setup* atau *changeover* itu sendiri (Goubergen and Sherali, 2004). Secara umum yang dilakukan perusahaan yang belum mengadopsi sistem SMED untuk mengurangi waktu *setup* adalah:

- Meningkatkan *skill* dari operator yang melakukan proses *setup*.
- Memperkecil variasi produk yang dihasilkan
- Mengkombinasikan pekerjaan tidak tetap yang berbeda dengan kebutuhan *setup* yang serupa.

- d. Memproduksi produk dalam jumlah yang besar
- e. Menambah peralatan yang berlebih
- f. Mengatur jadwal produksi atau antrian jenis produksi tertentu

Pada kebanyakan proses *setup* tradisional, membutuhkan pengetahuan khusus tentang mesin, peralatan dan material seperti halnya kemampuan khusus untuk mengganti *part* dan menyetel mesin sehingga dapat menghasilkan produk yang diinginkan. Menurut Shingo (1985), operasi *setup* atau tradisional *setup* yang dilakukan melalui tahapan dasar seperti ditunjukkan pada tabel 2.2. berikut.

Tabel 2.2. Tahapan dasar tradisional *setup*

Jenis Aktivitas	Penjelasan
<i>Preparation, after process Adjustments, checking of material and tools</i>	Pada langkah ini memastikan semua komponen dan peralatan berada di tempatnya dan berfungsi dengan baik. Langkah ini termasuk ketika melepas dan mengembalikan ketempat penyimpanan, membersihkan mesin dan seterusnya. Dalam <i>setup</i> tradisional langkah ini dikerjakan pada saat mesin dalam keadaan mati.
<i>Mounting and removing blades, tools and parts</i>	Langkah ini termasuk melepas komponen dan peralatan setelah produksi selesai dan memasang komponen dan peralatan untuk produksi berikutnya. Semua aktifitas diatas dilakukan pada saat mesin tidak beroperasi.
<i>Measurements, settings and calibrations</i>	Langkah ini berhubungan dengan semua pengukuran dan kalibrasi yang harus dilakukan agar supaya proses produksi berjalan dengan baik. Melakukan seting parameter pada mesin sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan (temperature, kecepatan, dan lain-lain) tetapi hanya untuk yang pertama kali saja.
<i>Trial runs and adjustments</i>	Pada langkah terakhir operasi <i>setup</i> tradisional setelah melakukan uji coba pertama mesin dijalankan. Pengukuran dan kalibrasi yang dilakukan pada saat awal akurat maka akan lebih mudah melakukan penyesuaian

Dalam tradisional *setup* sebelum seluruh tahapan selesai, mesin tidak memproduksi produk yang baik, dan semua aktifitas merupakan bagian dari internal *setup*. Sistem SMED mengajarkan cara-cara untuk mengeliminasi seluruh tahapan tersebut sehingga mesin dapat memproduksi produk yang baik sejak awal dan sejak mesin mulai operasi (*Started Up*). Alasan inilah penulis memilih sistem *Single Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk diterapkan dalam perusahaan untuk menurunkan waktu *setup* mesin saat *changeover* model pada proses produksi di kelompok *NC Machining*.

2.8. *Single Minute Exchange of Dies* (SMED)

Ada beberapa istilah lain dari SMED yaitu QCO (*Quick Change Over*), 4SRS (*Four Step Rapid Setup*), *Setup Reduction*, OTS (*One Touch Setup*), dan OTED (*One Touch Exchange of Dies*) yang kesemuanya mengacu pada hal yang sama yaitu sebuah strategy untuk mempercepat waktu *setup* pergantian produk.

SMED adalah salah satu metode *improvement* dari *lean manufacturing* yang digunakan untuk mempercepat waktu yang dibutuhkan untuk melakukan *setup* pergantian dari memproduksi satu jenis produk ke model produk lainnya. Waktu *setup* pergantian adalah salah satu bentuk *waste*/pemborosan dalam konsep *lean* yang harus dihilangkan karena tidak memberi nilai tambah untuk pelanggan dan mengakibatkan proses tidak efisien.

2.8.1 Sejarah SMED

Metode dasar yang sudah terbukti efektif untuk menurunkan waktu *setup* atau *changeover* adalah dengan sistem SMED yang dipelopori oleh Shingo. Pada tahun 1950, Dr. Shigeo Shingo melakukan *improvement* di Toyo Kogyo's Mazda Plant pada mesin *Moulding Press*. Yang dilakukan adalah membuat *dies* dan *tools* menjadi mudah dirakit, pergerakan alat kerja dan operator yang lebih ringkas. Dengan *improvement* tersebut mampu mempercepat proses *setup* dan *changeover* dari 4 jam menjadi 1.5 jam.

Menurut Shingo (1985), definisi sistem SMED adalah sistem atau metode yang merupakan serangkaian teknik yang memungkinkan untuk melakukan *setup* atau *changeover* kurang dari 10 menit. Kata "*single minute*" bukan berarti bahwa lama waktu

setup hanya membutuhkan waktu satu menit, tapi membutuhkan waktu di bawah 10 menit (dengan kata lain “*single digit minute*”).

Dr. Shigeo Shingo menegaskan 8 hal penting dalam buku “*Single Minutes Exchange of Dies*”:

1. Seorang manajer produksi sudah seharusnya memiliki strategi untuk dapat memproduksi barang dengan lebih cepat ke tangan pelanggan, mengantisipasi naik turunnya permintaan dan menghilangkan kendala proses dan kerusakan terhadap mutu barang.
2. Secara konstruktif dan sistematik dalam menghapuskan segala pemborosan ditempat kerja sehingga dapat dijamin kelangsungannya (*sustainability*). Sehingga daya saing dalam biaya selalu mejadi prioritas.
3. Selalu mengukur kinerja proses dengan mengevaluasi *Value-add* dan *Non-value Add*.
4. Memproduksi barang hanya yang benar-benar diinginkan pelanggan dan bisa dilaku jual (aspek penjualan dan pembayaran) dengan cepat. Hal ini sangat terkait dengan berkurangnya *inventory*, *cash flow* yang lebih sehat karena turunya *holding stock* dan perputaran *working capital* lebih cepat.
5. *Setup* dan *changeover* harus terbebas dari kerusakan produk dan rendah pemborosan, dilakukan dengan cepat dan menghasilkan keandalan terhadap mutu.
6. Mengimplementasikan SMED (*Single Minutes Exchange of Dies*) dan OTED (*One Touch Exchange of Dies*)
7. Menciptakan cara agar proses mampu memproduksi *lot batch* dengan ukuran sekecil-kecilnya dengan waktu cepat dan rendah pemborosan (*waste & defect*).
8. Jika tidak mampu mengetahui bagaimana sistem dan proses anda bekerja, maka proses produksi anda sebenarnya masih dapat disederhanakan dan dihemat (*cut cost*).

Pada awalnya SMED dikembangkan melalui studi dari proses pergantian *dies*. Pergantian *dies* tersebut dipantau dan dievaluasi untuk menentukan apa yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kecepatan dan keakuratan *changeover* tersebut. SMED juga berusaha untuk membakukan dan menyederhanakan sehingga kebutuhan tenaga terampil yang khusus dapat diminimalkan.

Saat ini SMED sudah diaplikasikan secara luas pada hampir semua aktifitas *changeover* peralatan pada jenis perusahaan apapun seperti *wood working*, *metal forming*, *plastics and electronics*, *pharmaceoticals*, *food processing*, *chemicals*, dan bahan untuk

service. Praktek SMED ditargetkan 10 menit atau kurang. Bahkan beberapa perusahaan yang telah sepenuhnya mengimplementasikan *lean manufacturing* menargetkan 3 menit atau kurang. Apabila target tersebut tercapai, maka perusahaan menjadi lebih *responsive* terhadap kebutuhan pelanggan dan menjadi lebih fleksibel (Kucakulah, 2008).

2.8.2 Manfaat SMED

Menurut Goubergent and Sherali (2004), filosofi kunci dibalik metode SMED adalah adanya dua aktifitas *setup* yang merupakan dasar dari metode SMED yaitu: internal *setup* hanya dilakukan bila mesin dalam kondisi *shutdown* dan *external setup* dapat dilakukan pada saat mesin dalam keadaan operasi. Kedua konsep tersebut merupakan konsep yang sangat penting dalam implementasi SMED.

Apabila sistem SMED dapat diimplementasikan sehingga waktu *changeover* dapat dilakukan dengan cepat, maka pergantian produk satu ke produk berikutnya dapat dilakukan sesering mungkin, dan perusahaan dapat memproduksi *lot* dalam jumlah yang lebih kecil. Proses *setup* menjadi lebih sederhana dan mudah sehingga penerapan sistem SMED akan mempunyai manfaat sebagai berikut:

- a. *Flexibility*: perusahaan dapat dengan cepat merespon dan menyesuaikan setiap perubahan keinginan pelanggan tanpa menimbulkan kelebihan *inventory*.
- b. *Quicker Delivery*: produksi *lot* kecil berarti *lead time* lebih cepat dan waktu tunggu konsumen juga lebih cepat.
- c. *Better Quality*: waktu *changeover* yang lebih cepat akan menurunkan *inventory* berarti mempercepat waktu penyimpanan dan mengurangi resiko kerusakan.
- d. *Higher Productivity*: lebih cepat waktu *changeover* menurunkan *downtime* yang berarti meningkatkan waktu produksi.

Bila dibandingkan dengan *tools Total Productive Maintenance* (TPM), maka manfaat SMED pada dasarnya sama dengan TPM yaitu meningkatkan aliran proses produksi (*improved flow*), persediaan lebih rendah, dan kualitas lebih baik. TPM fokus para reduksi *downtime* yang tidak direncanakan (*unplanned*), sedangkan SMED fokus pada reduksi *downtime* yang direncanakan (*unplanned*) karena proses *changeover*. Semakin cepat waktu yang diperlukan untuk *changeover* mesin dari produk satu ke produk yang lainnya berarti semakin banyak waktu untuk produksi sehingga meningkatkan *output* produk.

2.8.3 Implementasi SMED

Shingo (1985), mengembangkan sebuah metodologi untuk menganalisa dan mengurangi waktu changeover yang disebut dengan sistem SMED, dan tahapan implementasinya digambarkan sebagai berikut:

1. Tahap: pendahuluan atau persiapan (*preliminary*)

Beberapa jenis aktifitas yang dilakukan sebelum pelaksanaan setup dalam industri proses adalah:

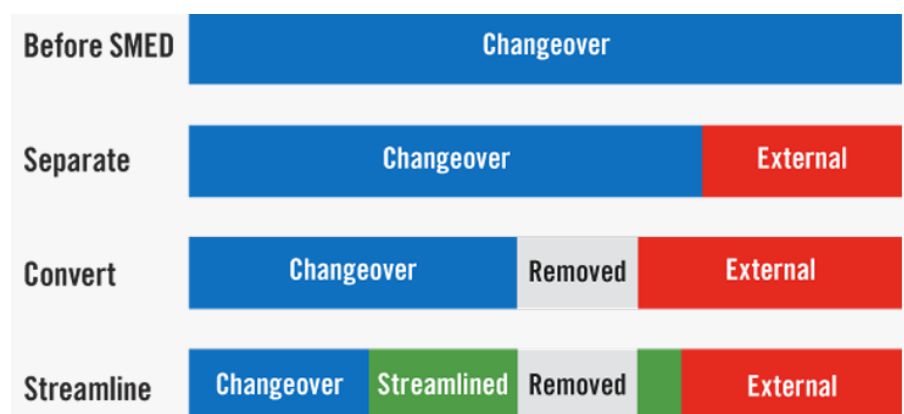
- a. Melakukan pengecekan material, peralatan, membersihkan mesin, tempat kerja, mengecek dan mengembalikan peralatan, material dan lain-lain setelah proses *setup* selesai sehingga siap digunakan lagi pada saat pelaksanaan *setup* berikutnya.
- b. Proses dokumentasi yaitu perekaman seluruh aktivitas *setup* dengan menggunakan kamera pada saat pelepasan peralatan, pemindahan, pemasangan peralatan baru, peletakkan peralatan baru pada mesin dan lain-lain. Proses dokumentasi juga dapat dilakukan dengan cara pencatatan aktifitas dan waktu yang dihabiskan selama proses. Pencatatan waktu dapat dilakukan dengan *stopwatch* dan dicatat dalam *worksheet* (lembar kerja).

2. Tahap: pemisahan internal dan eksternal *setup* (*separating internal setup and external setup*).

Tahap ini adalah langkah yang paling penting dalam implementasi SMED karena untuk memisahkan aktifitas internal atau aktifitas eksternal. Identifikasi aktifitas internal dan eksternal dilakukan dengan observasi secara detail terhadap prosedur, mewawancarai operator yang melakukan *setup*, dan melakukan evaluasi hasil proses dokumentasi diatas. Melalui cara tersebut dapat diidentifikasi aktifitas internal dan aktifitas eksternal. Setelah itu dapat dipisahkan antara aktifitas internal dan aktifitas eksternal. Aktifitas internal adalah aktifitas-aktifitas yang harus dilakukan pada saat mesin mati, waktu internal *setup* ini sama dengan waktu mesin *shutdown*, sedangkan aktifitas eksternal adalah aktifitas-aktifitas yang dapat dilakukan pada saat proses produksi sedang berlangsung.

3. Tahap: mengubah internal *setup* menjadi eksternal *setup* (*converting internal setup to external setup*). Dalam tahapan ini adalah mereduksi waktu *setup* menuju kearah *range* kurang dari 10 menit (*single minute*) dengan 2 cara yaitu:
 - a. Memeriksa kembali setiap operasi *setup* untuk melihat apakah ada langkah yang salah yang di asumsikan sebagai internal *setup*. Oleh karena itu seluruh aktifitas internal harus dievaluasi lagi apakah memungkinkan aktifitas internal tersebut dapat dikelompokkan menjadi aktifitas eksternal.
 - b. Mencari suatu cara untuk mengubah operasi internal *setup* menjadi eksternal *setup*.
4. Tahap: pengurangan atau perampingan semua aspek operasi *setup* (*streamlining all aspects of the setup operation*)

Untuk mengurangi waktu *setup* maka semua prosedur operasi dievaluasi dan di analisa secara terperinci, terutama aktifitas internal yang harus dilakukan pada saat mesin berhenti. Dalam industri proses kadang kala internal *setup* dapat dikurangi dengan menggunakan tambahan pekerja untuk melakukan *setup* tersebut. Proses *setup* pada serangkaian mesin yang besar membutuhkan pergantian, pelepasan, pembersihan dan lain-lain perlu dilakukan pada bagian depan, belakang, atas dan bawah sehingga pekerja banyak jalan (*moving*) yang akan menghabiskan waktu. Yang penting perbandingan antara biaya untuk manambah jumlah pekerja dengan waktu yang telah berkurang harus lebih menguntungkan.



Gambar 2.2 Empat tahap utama dalam implementasi SMED

(Sumber: <https://www.leanproduction.com/smed.html>)

2.9. Faktor Penyesuaian

Faktor Penyesuaian atau *performance rating* adalah suatu evaluasi kecepatan. *Performance rating* merupakan hal penting dalam melakukan pengukuran kerja (Niebel & Freivalds, 2003). Berdasarkan dari pernyataan tersebut dapat diartikan bahwa faktor penyesuaian bertujuan untuk menormalkan waktu hasil pengukuran. Hal ini dikarenakan operator dalam menjalankan aktivitas pekerjaannya tidak menentu atau tidak selalu dalam kondisi normal, ada kalanya dimana operator bekerja dalam kondisi pelan ataupun sangat cepat di luar normalnya dia bekerja.

Penyesuaian digunakan untuk mendapatkan waktu normal dari waktu hasil pengukuran. Waktu normal merupakan waktu kerja yang telah mempertimbangkan faktor penyesuaian, yaitu waktu siklus dikalikan dengan faktor penyesuaian. Pemberian nilai penyesuaian diberikan secara subyektif oleh pengamat. Harga faktor penyesuaian menurut Wignjosoebroto (1995) adalah sebagai berikut :

1. $P > 1$, yaitu apabila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja terlalu cepat di atas normal.
2. $P < 1$, yaitu apabila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja terlalu lambat di bawah normal.
3. $P = 1$, yaitu apabila pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan wajar.

Adapun *performance rating* atau *Westinghouse System Rating* yang direkomendasikan Niebel dan Freivalds (2003) karena memungkinkan analisis yang lebih detail dapat dilihat pada Tabel 2.3. Cara Westinghouse mengarahkan penilaian pada 4 faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja. Adapun 4 faktor tersebut antara lain :

- a. Keterampilan atau *skill*, didefinisikan sebagai kemampuan mengikuti cara kerja yang ditetapkan. Latihan dapat meningkatkan keterampilan, tetapi hanya sampai ke tingkat tertentu saja.
- b. Usaha atau *effort*, merupakan usaha yang dimiliki operator dalam melakukan pekerjaannya. Bisa juga disebut dengan kesungguhan yang diperlihatkan operator dalam melakukan pekerjaannya.

- c. Kondisi kerja atau *condition*, adalah kondisi fisik lingkungannya seperti keadaan pencahayaan, suhu, dan kebisingan ruangan. Kondisi kerja merupakan sesuatu di luar operator yang diterima apa adanya oleh operator tanpa banyak kemampuan mengubahnya.
- d. Konsistensi, adalah keseragaman hasil pengukuran yang diperoleh selama operator bekerja. Selama ini masih dalam batas-batas kewajaran masalah tidak timbul, tetapi jika variabilitasnya tinggi maka hal tersebut harus diperhatikan.

Untuk keperluan faktor penyesuaian, dari 4 faktor tersebut terbagi menjadi 6 kategori atau kelas dengan mempunyai ciri – cirinya sendiri. Dibawah ini merupakan tabel faktor penyesuaian menggunakan Westinghouse seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.3 Penyesuaian *Westing House*

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

Faktor penyesuaian keterampilan dibagi menjadi enam kelas dengan ciri – ciri:

1. *Skill* merupakan keterampilan yang dimiliki operator dalam menyelesaikan tugas-tugasnya. Faktor ini dipengaruhi oleh pengalaman.

a. Super skill:

1. Secara bawaan cocok sekali dengan pekerjaannya.
2. Bekerja dengan sempurna.
3. Tampak seperti telah terlatih dengan sangat baik.
4. Gerakan-gerakannya halus tetapi sangat cepat sehingga sulit untuk diikuti.
5. Kadang-kadang terkesan tidak berbeda dengan gerakan-gerakan mesin.
6. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
7. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
8. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
9. Perpindahan dari satu elemen pekerjaan ke elemen lainnya tidak terlampau terlihat karena lancarnya.
10. Tidak terkesan adanya gerakan-gerakan berpikir dan merencanakan tentang apa yang dikerjakan (sudah sangat otomatis).
11. Secara umum dapat dikatakan bahwa pekerjaan bersangkutan adalah pekerjaan yang baik

b. Excellent skill:

1. Percaya pada diri sendiri.
2. Tampak cocok dengan pekerjaannya.
3. Terlihat telah terlatih baik.
4. Pekerjaannya teliti dengan tidak banyak melakukan pengukuran-pengukuran atau pemeriksaan-pemeriksaan.
5. Gerakan-gerakan kerja beserta urutan-urutannya dijalankan tanpa kesalahan.
6. Menggunakan peralatan dengan baik.
7. Pekerjaannya cepat tanpa mengorbankan mutu.
8. Pekerjaannya cepat tetapi halus.
9. Bekerja berirama dan terkoordinasi.

c. Good skill:

1. Kualitas hasil baik.
2. Bekerjanya tampak lebih baik dari pada kebanyakan pekerjaan pada umumnya.
3. Dapat memberikan petunjuk-petunjuk pada pekerja lain yang keterampilannya lebih rendah.
4. Tampak jelas sebagai kerja yang cakap.
5. Tidak memerlukan banyak pengawasan.
6. Tiada keragu-raguan.
7. Bekerjanya “stabil”.
8. Gerakannya-gerakannya terkoordinasi dengan baik.
9. Gerakan-gerakannya cepat.

d. Average skill:

1. Tampak adanya kepercayaan pada diri sendiri.
2. Gerakannya cepat tetapi tidak lambat.
3. Terlihatnya ada pekerjaan-pekerjaan yang terencana Tampak sebagai pekerja yang cakap.
4. Gerakan-gerakannya cukup menunjukkan tidak adanya keragu-raguan.
5. Mengkoordinasikan tangan dan pikiran dengan cukup baik
6. Tampak cukup terlatih dan karenanya mengetahui seluk beluk pekerjaannya.
7. Bekerjanya cukup teliti.
8. Secara keseluruhan cukup memuaskan

e. Fair skill

1. Tampak terlatih tapi belum cukup baik
2. Mengenal peralatan dan lingkungan secukupnya
3. Terlihat adanya perencanaan perencanaan sebelum melakukan gerakan.
4. Tidak mempunyai kepercayaan diri yang cukup
5. Tampaknya seperti tidak cocok dengan pekerjaannya tetapi telah ditempatkan dipekerjaan itu sejak lama
6. Mengetahui apa yang dilakukan dan harus dilakukan tetapi tampak tidak selalu yakin

7. Sebagian waktu terbuang karena kesalahan kesalahan sendiri
8. Jika tidak bekerja sungguh sungguh outputnya akan sangat rendah
9. Biasanya tidak ragu ragu dalam menjalankan gerakan gerakannya.

f. Poor skill

1. Tidak bisa mengkoordinasi tangan dan pikiran
2. Gerakan gerakannya kaku
3. Kelihatan tidak adanya keyakinan keyakinan pada urutan urutan pekerjaan
4. Seperti yang tidak terlatih untuk pekerjaan yang bersangkutan
5. Tidak terlihat adanya kecocokan pada pekerjaannya
6. Ragu ragu dalam menjalankan gerakan gerakan kerja
7. Sering melakukan kesalahan kesalahan
8. Tidak adanya kepercayaan pada diri sendiri
9. Tidak bias mengambil inisiatif sendiri.

2. *Effort* merupakan usaha yang dimiliki operator dalam melakukan pekerjaannya. Bisa juga disebut dengan kesungguhan yang diperlihatkan operator dalam melakukan pekerjaannya.

a. Excessive effort:

1. Kecepatan sangat berlebihan.
2. Usahnya sangat bersungguh – sungguh tetapi dapat membahayakan kesehatannya.
3. Kecepatan yang ditimbulkannya tidak dapat dipertahankan sepanjang hari kerja.

b. Excellent effort:

1. Jelas terlihat kecepatan kerjanya yang tinggi.
2. Gerakan – gerakan lebih “ekonomis” daripada operator – operator biasa.
3. Penuh perhatian pada pekerjaannya.
4. Banyak memberi saran - saran.
5. Menerima saran – saran dan petunjuk dengan senang.
6. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
7. Tidak dapat bertahan lebih dari beberapa hari.

8. Bangga atas kelebihanannya.
9. Gerakan – gerakan yang salah terjadi sangat jarang sekali.
10. Bekerja sistematis.
11. Karena lancarnya, perpindahan dari satu elemen ke elemen lainnya tidak terlihat.

c. *Good effort:*

1. Bekerja berirama.
2. Saat – saat menganggur sangat sedikit, bahkan kadang –kadang tidak ada.
3. Penuh perhatian pada pekerjaan.
4. Senang pada pekerjaannya. Kecepatannya baik dan dapat dipertahankan sepanjang hari.
5. Percaya pada kebaikan maksud pengukuran waktu.
6. Menerima saran – saran dan petunjuk – petunjuk dengan senang.
7. Dapat memberikan saran – saran untuk perbaikan kerja.
8. Tempat kerjanya diatur dengan baik dan rapi.
9. Menggunakan alat – alat yang tepat dengan baik.
10. Memelihara dengan baik kondisi peralatan.

d. *Average effort:*

1. Tidak sebaik good, tetapi lebih baik dari poor.
2. Bekerja dengan stabil.
3. Menerima saran-saran tetapi tidak melaksanakannya.
4. Set up dilakukan dengan baik.
5. Melakukan kegiatan-kegiatan perencanaan.

e. *Fair effort:*

1. Saran – saran yang baik diterima dengan kesal.
2. Kadang – kadang perhatian tidak ditujukan pada pekerjaannya.
3. Kurang sungguh – sungguh.
4. Tidak mengeluarkan tenaga dengan secukupnya.
5. Terjadi sedikit penyimpangan dari cara kerja baku.
6. Alat-alat yang dipakainya tidak selalu yang terbaik.

7. Terlihat adanya kecenderungan kurang perhatian pada pekerjaannya.
8. Terlampau hati-hati.
9. Sistematis kerjanya sedang-sedang aja.
10. Gerakan-gerakan tidak terencana.

f. Poor effort

1. Banyak membuang buang waktu
 2. Tidak memperlihatkan adanya minat kerja
 3. Tidak mau menerima saran saran
 4. Tampak malas dan bekerja lambat
 5. Melakukan gerakan gerakan yang tidak perlu untuk mengambil alat alat dan bahan bahan
 6. Tempat kerjanya tidak diatur dengan rapih
 7. Tidak peduli pada cocok / baik tidaknya peralatan yang dipakai
 8. Mengubah ubah tata letak tempat kerja yang telah diatur
 9. Set up kerjanya terlihat tidak baik.
3. *Condition* merupakan keadaan lingkungan operator pada saat bekerja meliputi suhu, kelembaban, kebisingan, serta pencahayaan. Dalam faktor *condition* juga dibagi 6 kelas yaitu ideal, excellent, good, average, fair, dan poor.
 4. *Consistency* menunjukan bahwa hasil pengukuran lama waktu kerja operator dalam melakukan pekerjaan menunjukan hasil yang sama. Dalam faktor *consistency* juga dibagi 6 kelas yaitu ideal, excellent, good, average, fair, dan poor.

2.10. Allowance

Menurut Sitalaksana et al., (2006) kelonggaran diberikan untuk 3 hal, diantaranya adalah kelonggaran untuk keperluan pribadi, menghilangkan rasa fatigue dan hambatan hambatan yang tak dapat dihindarkan. Hal ini merupakan sesuatu yang sangat dibutuhkan oleh operator. Karenanya sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal kelonggaran perlu ditambahkan (Wignjosoebroto, 1995). Untuk lebih jelasnya, penjelasan mengenai faktor kelonggaran adalah sebagai berikut :

1. Kelonggaran untuk keperluan pribadi

Yang termasuk dalam kelonggaran keperluan pribadi adalah minum untuk

menghilangkan rasa haus, bercakap cakap sekedarnya dengan tujuan untuk menghilangkan ketegangan, dan kekamar mandi (Sutalaksana et al., 2006)

2. Kelonggaran untuk menghilangkan *Fatigue*

Kelonggaran akibat kelelahan terlihat dari menurunnya hasil produksi baik jumlah kualitas. Sehingga, salah satu cara dalam memberikan penilaian kelongggaran akibat kelelahan, peneliti harus melakukan pengamatan seharian untuk mengidentifikasinya meskipun dapat dikatakan sulit karena menurunnya jumlah produksi tidak hanya dari kelelahan, namun ada banyak faktor yang menyebabkannya.

3. Kelonggaran yang tidak dapat dihindarkan

Dalam pekerjaannya, operator tidak akan lepas dari berbagai hambatan. Beberapa contoh kedalam hambatan yang tak terhindarkan adalah:

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas.
- b. Melakukan penyesuaian penyesuaian mesin.
- c. Memperbaiki kemacetan kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
- d. Mengasah peralatan.
- e. Mengambil alat alat khusus atau bahan bahan khusus dari gudang.
- f. Hambatan hambatan karena kesalahan kesalahan pemakaian alat ataupun bahan.
- g. Mesin berhenti karena mati aliran listrik.

Kelonggaran ditentukan dari 2 hal yaitu sifat kegiatan dari kegiatan kelonggaran yang tidak selalu tampak sebagai kegiatan yang berdiri sendiri. Misalnya, untuk menghilangkan rasa *fatigue* operator tidak selalu berhenti bekerja, tetapi juga dapat dengan melambatkan kecepatan kerja. Yang kedua adalah bahwa operator yang diukur harus seorang yang melakukan kegiatan-kegiatan kelonggaran secara wajar artinya dia tidak bercakap-cakap terlampau banyak, sering minum atau ke kamar kecil karena badan yang tidak sehat dan sebagainya. Berdasarkan hal ini terdapat kegunaanya yaitu untuk menjamin agar kelonggaran yang berakhirnya didapatkan merupakan kelonggaran yang sepantasnya (Sutalaksana, 1979)

2.11. Kajian Induktif

Penelitian yang dilakukan menggunakan kajian literatur dari jurnal penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

No	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
1	Mulyana dan Hasibuan (2017)	SMED	Penerapan metode SMED dilakukan dengan mengotimalkan aktifitas eksternal pada produksi panel telekomunikasi. Penerapan konsep SMED dilakukan dengan mengubah 15 aktifitas internal menjadi 5 aktifitas internal dan merekayasa alat bantu <i>gauge tool</i> untuk mengurangi <i>downtime</i> mesin. <i>Improvement</i> yang diperoleh adalah berkurangnya waktu <i>downtime</i> mesin punching dari 44,90 jam menjadi 10,96 jam atau terjadi penurunan waktu <i>setup</i> sebesar 75, 59 persen.
2	Suhardi dan Satwikaningrum (2015)	SMED	Penelitian tentang upaya penurunan waktu <i>setup</i> menggunakan metode SMED pada PT. Naga Bhuana Aneka Piranti merupakan perusahaan furniture yang memproduksi <i>garden furniture</i> , <i>indoor furniture</i> , dan berbagai macam <i>handicraft</i> . Perusahaan ini memproduksi kursi lipat. Kendala yang dihadapi berupa keterlambatan dalam menyelesaikan pembuatan kursi lipat. Metode SMED memisahkan kegiatan set up menjadi dua yaitu internal <i>setup</i> dan eksternal <i>setup</i> . Penerapan metode SMED menyebabkan penurunan waktu <i>setup</i> dari 1761 menit menjadi 1469 menit.

No	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
3	Sriyanto, Nurkertamanda dan Ismail (2006)	RETAD & SMED	Metode RETAD (<i>Rapid Exchange of Tooling and Dies</i>) merupakan pengembangan dari metode SMED (<i>Single Minute Exchange of Dies</i>) yang bertujuan mengurangi waktu <i>setup</i> , menghapus <i>scrap</i> dan <i>rework</i> . Hasil pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi perbaikan waktu <i>setup</i> pada proses <i>milling</i> pada mesin Milling Vertikal P1 dan P2 di Cylinder Head Line, perbandingan waktu standar proses <i>milling</i> dari 258.505 detik sebelum perbaikan menjadi 254.518 detik setelah perbaikan pada mesin Milling Vertikal P1 dan 256.002 detik sebelum perbaikan menjadi 252.392 detik setelah perbaikan pada mesin Milling Vertikal P2 Untuk penelitian ini hasil tersebut merupakan hasil maksimal yang dapat dicapai, namun dapat dikembangkan lebih lanjut pada mesin-mesin produksi lainnya.
4	Patma Dewi (2005)	SMED	Hasil penelitian dengan menggunakan pendekatan SMED sistem di perusahaan PT. Bridgestone Indonesia yang dilakukan peneliti, hasilnya produktivitas atau kapasitas mesin meningkat dari 317.200 ban perbulan menjadi 423.100 ban perbulan sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen yang terus bertambah dan perusahaan juga tidak perlu lagi membuat persediaan sehingga biaya yang dikeluarkanpun berkurang.

No	Penulis	Metode	Hasil Penelitian
5	Saputra, Arianto dan Irianti (2016)	SMED	<p>Perusahaan X adalah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi pipa AC mobil. Salah satu produk dihasilkan adalah pipa tipe BBB1145-230000. Kendala yang dihadapi perusahaan X adalah waktu <i>setup</i> yang lama dan berulang-ulang. Penelitian bertujuan meminimasi waktu <i>setup</i> agar dapat meningkatkan produktivitas dengan menggunakan Metode <i>Single Minute Exchange of Dies</i> (SMED) pada perusahaan X. Tahapan yang dilakukan dalam SMED antara lain langkah pengumpulan data elemen gerakan <i>setup</i> yang dilakukan, memisahkan internal <i>setup</i> menjadi eksternal <i>setup</i>, menyederhanakan seluruh aspek operasi <i>setup</i> serta perhitungan produktifitas dari penerapan SMED. Hasil yang didapat dengan penerapan metode SMED adalah didapatkannya waktu <i>setup</i> mesin yang lebih cepat, peningkatan produk yang dihasilkan dan keuntungan perusahaan meningkat sebesar 3.81%.</p>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Objek Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di divisi/kelompok kerja *NC Machining*, departemen *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia. Perusahaan tersebut berlokasi di kawasan Jakarta Industrial Estate Pulogadung (JIEP) jalan Rawagelam I/5, Jakarta Timur 13930. Divisi *NC Machining* merupakan divisi yang melakukan proses produksi kabinet/*part* piano dengan bantuan mesin otomatis.

3.2. Jenis Data

Dalam penelitian ini jenis data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan langsung dari hasil observasi yang dilakukan sedangkan data sekunder didapatkan berdasarkan sumber-sumber yang terpercaya. Berikut ini adalah jenis data dari penelitian yang dilakukan:

3.2.1 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh tidak secara langsung, yaitu data yang dapat diperoleh dari berbagai macam sumber seperti studi kepustakaan, jurnal, buku hingga artikel ilmiah lainnya yang berkaitan. Selain itu digunakan data dari PT. Yamaha Indonesia untuk menunjang penelitian ini. Berikut ini merupakan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini, adalah:

1. Informasi umum perusahaan
2. Data jam kerja perusahaan
Data yang menunjukkan waktu kerja efektif yang digunakan untuk kegiatan produksi dalam satu hari kerja.
3. Data artikel, buku dan jurnal sebagai literatur penelitian.
Data penunjang penelitian yang menjelaskan teori-teori terkait dengan penelitian ini.

3.2.2 Data Primer

Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber aslinya yang berupa wawancara, jajak pendapat dari individu atau kelompok (orang) maupun hasil observasi dari suatu obyek, kejadian atau hasil pengujian. Dengan kata lain,

1. Data *layout* rantai produksi yaitu data yang menunjukkan tata letak fasilitas atau *layout* pada rantai produksi.
2. Data uraian kerja atau *jobdesk* mesin di divisi *NC Machining*.
3. Data metode kerja operator saat melakukan *setup* mesin.
4. Data *Standard Time* (waktu standar) yang merupakan waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian suatu produk.
5. Data waktu *setup* mesin *NC Heian* yang didapat dari pengukuran langsung dan hasil rekaman dengan metode *stopwatch time study*.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan beberapa metode yaitu,

a. Observasi

Observasi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap obyek yang di teliti, yaitu melakukan pengamatan, perekaman, dan melakukan studi waktu untuk waktu setup pergantian kabinet/model di mesin *NC Heian* dan beberapa sample kabinet di mesin *NC Anderson*.

b. Wawancara

Wawancara merupakan metode yang digunakan untuk mengumpulkan informasi ataupun data secara langsung, dengan melakukan tanya jawab secara langsung kepada *foreman*, kepala kelompok, dan operator di divisi *NC Machining*.

c. Tinjauan Pustaka

Yaitu bentuk penelitian yang dilakukan dengan membaca literatur-literatur, karangan ilmiah serta berbagai bahan pustaka lainnya yang ada hubungannya dengan penulisan skripsi ini.

3.4. Metode Pengolahan Data

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *standard time*, metode kerja operator dalam melakukan *setup* mesin, kapasitas produksi, dan tingkat efektivitas produksi pada mesin *NC Heian*. Data yang telah didapatkan dari hasil pengumpulan data lapangan selanjutnya akan dilakukan pengolahan data menggunakan pendekatan dengan metode *Single-Minute Exchange of Dies* (SMED) untuk mengetahui apa saja elemen gerakan kerja yang dilakukan operator saat melakukan *setup* mesin dan kemudian dilakukan perbaikan menggunakan pendekatan metode tersebut. Tahapan umum dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Menghitung waktu normal dan waktu baku untuk tiap data waktu *changeover* yang berdasarkan dari hasil pengumpulan data.
2. Analisis Menggunakan SMED
 - a. Langkah pendahuluan

Mendeskripsikan elemen-elemen aktivitas yang dilakukan operator saat melakukan *setup* mesin tanpa membedakan elemen kerja antara aktivitas internal dan eksternal
 - b. Langkah pertama

Memisahkan internal *setup* dan eksternal *setup*. Internal set up merupakan proses *setup* pada saat mesin beroperasi, sedangkan eksternal *setup* merupakan proses *setup* saat mesin sedang berhenti beroperasi. Gunakan *checklist* untuk semua komponen dari setiap langkah dalam proses produksi.
 - c. Langkah kedua

Mengubah internal *setup* menjadi eksternal *setup*. Cara mengubah internal *setup* menjadi eksternal *setup* sebagai berikut:

 - Lakukan langkah pemeriksaan kembali pada setiap operasi untuk melihat apakah ada langkah yang salah sehingga diasumsikan sebagai internal *setup*.
 - Temukan cara untuk mengubah langkah tersebut menjadi eksternal *setup*.
 - d. Langkah ketiga

Perampingan semua aspek operasi, dengan cara melakukan perbaikan internal *setup* dengan cara perbaikan berkelanjutan dengan tujuan untuk meminimalkan waktu *setup* internal sehingga waktu berhenti mesin dapat dikurangi.

3. Menghitung dan membandingkan waktu baku setup mesin sebelum dan setelah perbaikan.

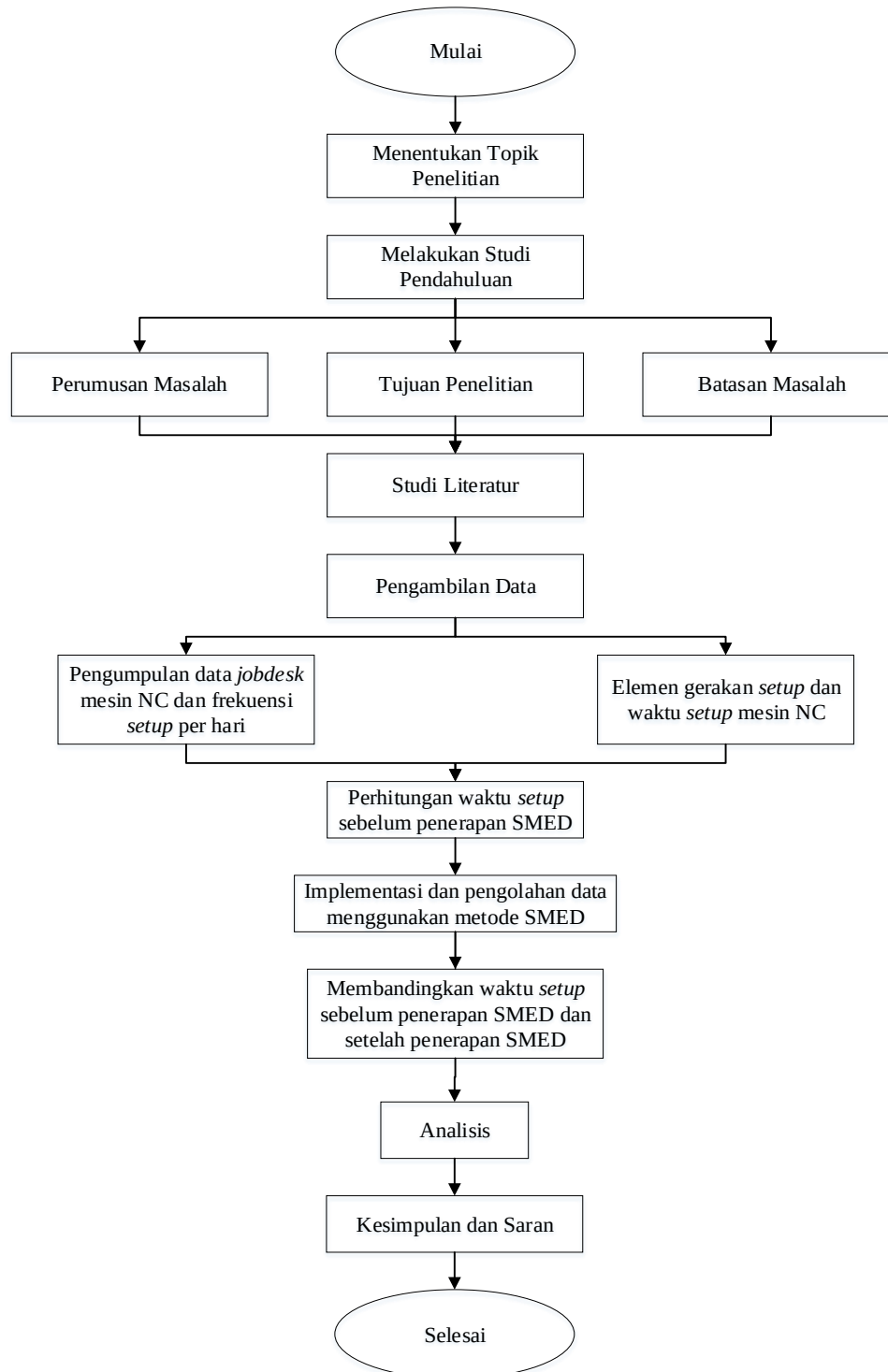
3.5. Pembahasan

Pada langkah ini dilakukan dengan cara menganalisis dengan pendekatan metode SMED (*Single Minute Exchange of Dies*). Sehingga didapatkan usulan perbaikan elemen kerja saat melakukan *setup* mesin dan dapat diketahui perbandingan perbedaan waktu yang tersedia untuk produksi setelah perbaikan.

3.6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan kesimpulan terhadap analisis yang dibuat rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang dicapai dari permasalahan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian selanjutnya.

3.7. Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data ini berisi tentang data-data yang telah dikumpulkan oleh peneliti melalui beberapa metode pengumpulan data. Data-data yang dikumpulkan yaitu data umum perusahaan serta data-data perusahaan yang berkaitan dengan penelitian untuk diolah sebagai bahan pertimbangan dan penyelesaian pada penelitian yang sedang dilakukan. Berikut merupakan data-data yang akan dibahas pada sub bab dibawah ini.

4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan

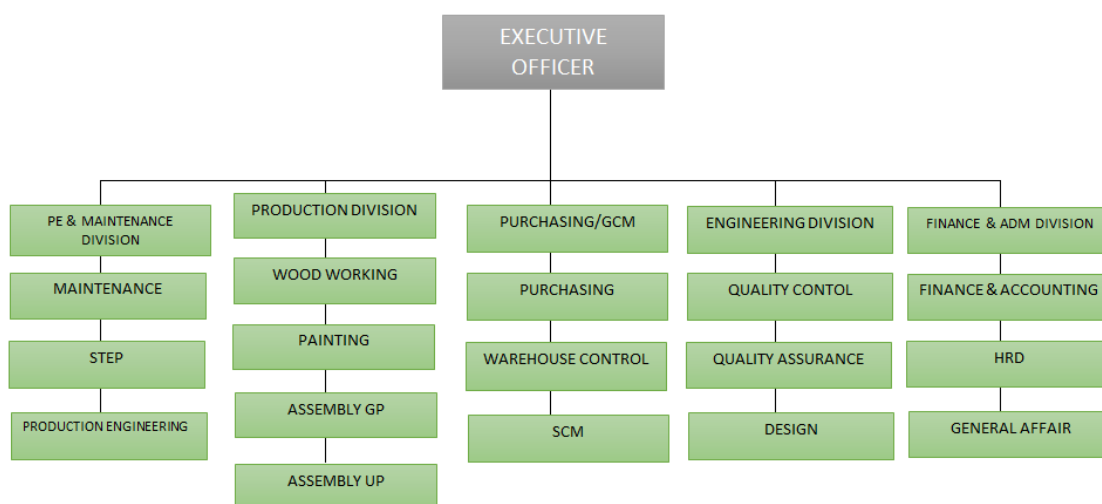
PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri pembuatan piano. PT Yamaha Indonesia berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung Jalan Rawagelam I/5 Jakarta 13930 Jakarta Timur. Piano Yamaha terdiri dari berbagai jenis dengan kemampuan akustik, disklavier dan instrumen yang dibisukan (*silent*). Fungsi yang beraneka ragam tersebut hadir dalam beberapa bentuk dan desain. Piano-piano tersebut tidak hanya diproduksi langsung di Jepang namun beberapa model juga telah diproduksi di Indonesia dengan teknologi dan keterampilan modern yang disesuaikan dengan kondisi iklim dan material dasar yang terdapat di Indonesia.

PT Yamaha Indonesia ini didirikan pada tanggal 27 Juni 1974 yang merupakan hasil kerjasama antara Yamaha Organ Works dengan seorang pengusaha asal Indonesia. Yamaha Organ Works sendiri adalah perusahaan yang didirikan oleh Mr. Torakusu pada tahun 1887 di Tokyo, Jepang. Mulai bulan Oktober 1998, PT Yamaha Indonesia mulai memfokuskan produksi pada piano saja di atas area seluas 17.305 m², yang berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur. PT. Yamaha Indonesia memperoleh penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001 yang membuktikan perhatian PT. Yamaha Indonesia yang besar terhadap kualitas sistem produksi terbaik yang sejalan dengan keamanan lingkungan. Pembuatan piano melalui berbagai proses yang mendetail

diantaranya melewati beberapa departemen yang terdapat di perusahaan yaitu: *Wood Working, Painting, Sanding & Buffing, Assembling, Final Check & Quality Inspection.*

4.1.2 Struktur Organisasi

Berikut ini adalah struktur organisasi yang ada pada perusahaan PT Yamaha Indonesia



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Sumber : (Data umum HRD PT. Yamaha Indonesia)

Gambar diatas merupakan merupakan struktur organisasi yang ada di PT Yamaha Indonesia dan apabila kita melihat dari struktur organisasi pada PT Yamaha Indonesia maka kita dapat mengetahui pembagian tugas serta tanggung jawab anggota organisasi dalam perusahaan berdasarkan tugas dan wewenangnya, struktur organisasi PT Yamaha Indonesia ini terdiri dari :

1. Divisi *Production Engineering* dan *Maintenance* menangani masalah kaizen (perbaikan berkesinambungan) dan perbaikan (maintenance). Pembagian dari divisi ini yaitu Maintenance, STEP (Supporting Team for Engineering Project), dan Production Engineering. Apabila ada permintaan dari user/operator untuk melakukan upgrade mesin, dapat diajukan kepada divisi ini untuk selanjutnya akan dikaji ulang mengenai tindakan kaizen. Pembuatan mesin-mesin dapat dilakukan diluar perusahaan

(vendor) ataupun didalam perusahaan sendiri (apabila memungkinkan dari segi alat dan bahan).

2. Divisi Produksi terdapat pembagian divisi kecil yaitu *Wood Working*, *Painting*, *Assembly Upright Piano(UP)*, dan *Assembly Grand Piano(GP)*. Divisi produksi menangani bagian produksi/fabrikasi, mulai dari awal proses pembuatan piano dari bahan mentah (*Wood Working*), *Assembly*, *Painting*, hingga *Finishing*. Semua proses tersebut berada dibawah divisi Produksi.
3. Divisi *Purchasing* menangani urusan dalam hal order barang, baik dari segi penentuan harga, vendor, membuat laporan pembelian & pengeluaran barang (*inventory*, material, dan sebagainya), bekerja sama dengan departemen terkait untuk memastikan kelancaran operasional, dan memastikan kesediaan barang/material melalui *audit control stock*. Divisi yang dibawah oleh Purchasing antara lain *SCM*, *Purchasing*, dan *Ware House*.
4. Divisi *Engineering* membawahi divisi *Quality Control (QC)*, *Quality Assurance*, dan *Design*. Masing-masing divisi ini menangani masalah pengecekan akhir (QC) dan juga penanggung jawab dalam hal *design*.
5. Divisi *Finance & Administrasi*. Divisi ini membawahi beberapa divisi kecil yaitu *Finance & Accounting*, *Human Resourch Develepoment*, dan *General Affair*. Tugas dari divisi *Finance & Accounting* yaitu mengenai urusan keuangan dari perusahaan. Perbedaan dari *Finance* dan *Accounting* yaitu; *Finance* merupakan pemegang uang (yang mempunyai kekuasaan dalam hal pemasukan/penerimaan uang), sementara *Accounting* mengurus masalah pengecekan, mencatat, dan pelaporan mengenai uang masuk/keluar.

4.1.3 Hasil Produksi

PT Yamaha Indonesia memproduksi dua macam piano yaitu *Upright piano* dan *Grand piano*. Selain memproduksi unit piano perusahaan ini juga memproduksi *part-part* yang akan dirakit di pabrik yang berada di negara lain. Secara umum terdapat empat warna piano yaitu: *Polished ebony (PE)* berwarna hitam, *Polished Walnut (PW)* corak kayu berwarna coklat, *Polished Mahoghany (PM)* corak kayu berwarna coklat agak

kemerahan, dan *Polished White* berwarna putih. Berikut penjelasan singkat dan contoh gambar dari dua macam piano yang di produksi PT Yamaha Indonesia:

1. *Upright piano* (UP) merupakan jenis piano dengan posisi tegak, Berikut adalah contoh dari *upright piano* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4.2 Upright piano

(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

2. Grand piano (GP) adalah piano dengan posisi horizontal. Berikut adalah contoh grand piano yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4.3 Grand piano

(Sumber: Data Umum *Process Control*, PT Yamaha Indonesia)

4.1.4 Proses Produksi

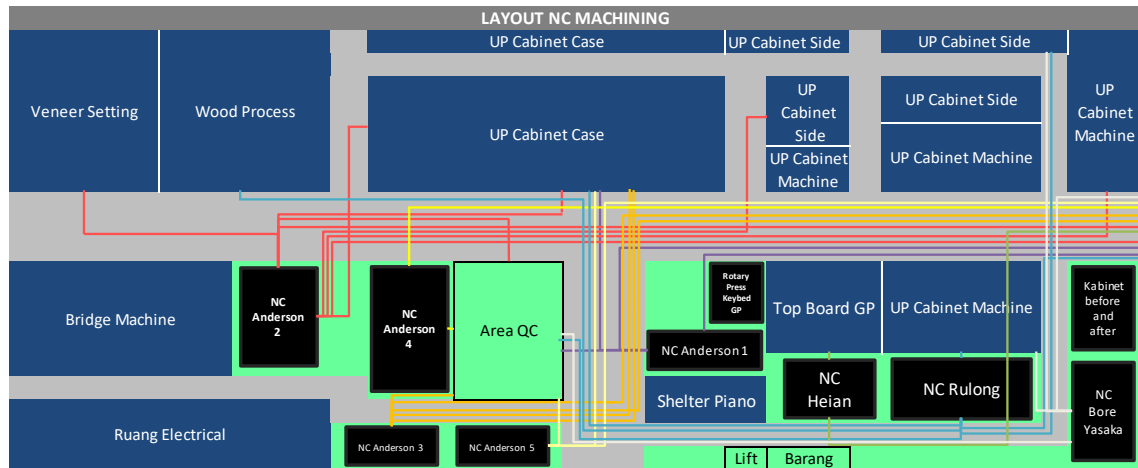
Pada penelitian ini berfokus pada departemen *wood working* khususnya pada kelompok kerja *NC Machining*. Pada kelompok kerja kelompok kerja ini memproduksi berbagai macam kabinet/part (meliputi *bench bottom*, *bottom board*, *bottom frame*, *fall back*, *fall board*, *key bed*, *key block*, *key slip*, *leg block*, *music desk*, *music rack*, *pedal block*, *pedal bottom*, *pedal box*, *pedal rail*, *side arm*, *side board*, *top board*, dan *top frame*) untuk berbagai tipe baik itu produk *Upright Piano* maupun *Grand Piano*.

Pada divisi *NC Machining* ini terdapat 8 (delapan) mesin *NC (Numerical Control)*, yaitu *NC Yasaka*, *NC Rulong*, *NC Heian*, *NC Anderson 1*, *NC Anderson 2*, *NC Anderson 3*, *NC Anderson 4*, dan *NC Anderson 5* yang masing-masing memiliki spesifikasi fungsi yang berbeda-beda untuk melakukan pemrosesan terhadap berbagai material yang masuk pada divisi/kelompok kerja ini. Secara garis besar pemrosesan yang dilakukan pada mesin-mesin ini meliputi proses pengeboran, *coak*, dan *router* (pemotongan sesuai pola) meskipun tiap mesin berbeda spesifikasinya. Untuk pembagain *jobdesk* mesin di *NC Machining* ini sudah diatur sesuai spesifikasi mesin, sebagai contoh untuk proses pengeboran kabinet *side arm* dan *side board* berbagai model lebih banyak dilakukan pada mesin *NC Yasaka*. Sedangkan untuk proses *coak & router* berbagai model *key bed* banyak dikerjakan pada mesin *NC Anderson 1*.

Proses produksi pada divisi *NC Machining* ini bukanlah sebuah proses produksi yang mengalir (*flow shop*), material yang masuk dan diproses pada divisi ini berdasarkan material apa yang dikirimkan oleh divisi lain (pemasok) kemudian diproses oleh mesin dan hasil pemrosesan tersebut merupakan produk yang siap dikirimkan ke divisi selanjutnya. Jadi pada divisi ini bukan tipe produksi yang mengalir berpindah-pindah dari mesin satu ke mesin selanjutnya, melainkan pengolahan material tertentu pada mesin tertentu yang kemudian menghasilkan produk yang siap didistribusikan ke divisi selanjutnya.

4.1.5 Tata Letak Lantai Produksi NC Machining

Berikut ini adalah tata letak lantai produksi/*layout* kelompok kerja *NC Machining* departemen *wood working*:



Gambar 4.4 *Layout* kelompok kerja NC Machining

4.1.6 Data Frekuensi *Setup* Mesin

Tabel 4.1 Frekuensi waktu *setup* mesin untuk pergantian kabinet per hari

Nama Mesin	Jumlah <i>setup</i> per hari					Rata-rata jumlah <i>setup</i> per hari
	1	2	3	4	5	
NC Anderson 1	3	3	3	3	3	3
NC Anderson 2	4	3	3	4	3	3,4
NC Anderson 3	3	4	4	3	5	3,8
NC Anderson 4	PPR	PPR	PPR	PPR	PPR	PPR
NC Anderson 5	2	2	3	2	3	2,4
NC Heian	5	3	4	4	5	4,2
NC Rulong	4	4	3	3	3	3,4
NC Yasaka	3	2	3	3	2	2,6

Berdasarkan tabel di atas, frekuensi *setup* mesin paling sering terjadi di mesin NC Heian dengan rata-rata lebih dari 4 kali *setup* tiap hari. Kemudian ada mesin NC Anderson 3, NC Anderson 2, dan juga NC Rulong yang memiliki frekuensi cukup tinggi dalam *setup* mesin tiap harinya. Dari data frekuensi *setup* mesin tertinggi inilah yang digunakan untuk menentukan mesin mana yang akan dijadikan sebagai objek penelitian.

4.1.7 Waktu Proses Kabinet Per Unit (*Standard Time*)

Tabel 4.2 ST per unit tiap kabinet yang diproses di mesin NC Heian

No	Kabinet	Model	ST Net
1	Top board front	GB-FP	3,47
2	Top Board Rear	GB-FP	5,18
3	Top Board Front	GN2	1,37
4	Pedal box	GB	1,18
5	Pedal block	GB	1,45
6	Top board rear	GB	3,16
7	Leg block long	GB	3,01
8	Leg block short	GB	1,38
9	Side board	P22	1,71
11	Top frame decorative	M3	6,73
12	Bottom frame decorative	M3	9,1
14	Top board front	GB	1,37

Tabel 4.3 ST per unit tiap kabinet di mesin NC Anderson 2 & 3

No	Kabinet	Model	ST Net
1	Bottom board	B2	4,03
2	Side arm	M2	6,79
3	Side arm	M3	6,79
4	Bottom board	M2	7,48
5	Key block	B113/121	6,57
6	Bottom board	P22	13
7	Bottom board	B3	5,72
8	Music Rack	GB-FP	5,91
9	Fall Board	SU7	8,46
10	Side arm	SU7	5,7
11	Side arm	P22	9,28
12	Side Arm	U1J	8,33
13	Top frame side	U1J	1,33
14	Music Rack	GB-G	6
15	Upper Front Board Back	UP Part	6,45
16	Key bed	B1	4,47
17	Key bed	B2	7,22

4.1.8 Waktu Setup Mesin

Tabel 4.4 Waktu setup mesin pergantian kabinet mesin NC Heian

Nama Kabinet	Durasi <i>setup</i>	
	Detik	Menit
Pedal Box	1243	20,72
Pedal Block	1400	23,33
Leg Block Short	905	15,08
Leg Block Long	1161	19,35
Top Board Front GB Coak	728	12,13
Top Board Rear GB Coak	681	10,97
Top Board Rear GB Router	675	11,25

Tabel 4.5 Waktu setup mesin pergantian kabinet mesin NC Anderson 2 & 3

Nama Kabinet	Durasi <i>setup</i>	
	Detik	Menit
Bottom Board B3	2025	33,75
Side Arm P22	2588	43,13

4.1.9 Nilai Penyesuaian dan Allowance

Tabel 4.6 Penyesuaian (rating factor) untuk operator NC Heian

Rating Factor Operator NC Heian		
Skill	Good (C2)	0,03
Effort	Average (D)	0
Condition	Fair (E)	-0,03
Consistency	Good (C2)	0,01
Total nilai p		0,01

Dengan asumsi operator bekerja secara normal maka nilai $p = 1 + \text{rating factor}$ penyesuaian, yaitu $1 + 0,01 = 0,01$

Tabel 4.7 Allowance operator NC Heian

Allowance Operator NC Heian		
Tenaga yang dikeluarkan sangat ringan	=	8
Sikap kerja berdiri	=	2,5
Gerakan kerja normal	=	0

Allowance Operator NC Heian		
Kelelahan mata, menggunakan alat ukur	=	2
Temperatur tinggi	=	5
Atmosfir baik	=	0
Keadaan lingkungan bising	=	1
Kebutuhan probadi pria	=	2,5
Total allowance %	=	23,5

Tabel 4.8 Penyesuaian (rating factor) operator NC Anderson 2 & 3

Rating Factor Operator NC Anderson 2 & 3		
Skill	Average (D)	0
Effort	Average (D)	0
Condition	Fair (E)	-0,03
Consistency	Fair (E)	-0,02
Total nilai p		-0,05

Dengan asumsi operator bekerja secara normal maka nilai $p = 1 + \text{rating faktor penyesuaian}$, yaitu $1 + (-0,05) = 0,95$

Tabel 4.9 Allowance operator NC Anderson 2 & 3

Allowance Operator NC Anderson 2 & 3		
Tenaga yang dikeluarkan sangat ringan	=	6
Sikap kerja berdiri	=	2,5
Gerakan kerja normal	=	0
Kelelahan mata, menggunakan alat ukur	=	2
Temperatur normal	=	2
Atmosfir baik	=	0
Keadaan lingkungan bising	=	5
Kebutuhan pribadi wanita	=	2
Total % allowance	=	22,5

4.2. Pengolahan Data

4.2.1 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

a. NC Heian

1) Pedal box

Top board rear GB coak > Pedal box

Tabel 4.10 Elemen kerja *setup* mesin *pedal box*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Dorong kabinet top board rear hasil proses ke kelompok kerja lanjutan	17	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	20	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	43	✓	
4	Bersihkan meja mesin NC Heian	22	✓	
5	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian	27	✓	
6	Ambil jig pengganjal dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian	19	✓	
7	Ambil selotip taruh ke jig, pasang kayu pengganjal jig	51	✓	
8	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	80	✓	
9	Lepas cover dari spindle	31	✓	
10	Ambil kunci chuck & palu	12	✓	
11	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	134	✓	
12	Simpan tools yang sudah terlepas ke lemari tools	13	✓	
13	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	15	✓	
14	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	138	✓	
15	Kembalikan kunci chuck & palu	12	✓	
16	Dekatkan rak material leg block short ke wip area NC Heian	14	✓	
17	Ambil material setting pada jig	45	✓	
18	Setting ketinggian tools, setting pada program	130	✓	
19	Pasang cover	71	✓	
20	Setting program, jalankan program	39	✓	
21	Ukur hasil pengeboran awal	10	✓	
22	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	251	✓	
23	Ukur kabinet hasil proses	37	✓	
24	Pindahkan kabinet hasil proses dari jig	12	✓	
Total (detik)		1243	1243	
Total (menit)		20,71	20,71	

Perhitungan waktu normal & waktu baku

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1243 \times 1,01$$

$$= 1255 \text{ detik} = 20,92 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal box* adalah 20,92 menit.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu baku} &= \text{waktu normal} + (\text{waktu normal} \times \%allowance) \\
 &= 20,92 + (20,92 \times 23,5\%) \\
 &= 25,63 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal box* adalah 25,63 menit.

2) Pedal block

Top board rear gb > pedal block

Tabel 4.11 Elemen kerja *setup* mesin *pedal block*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Lepaskan sisa selotip yang menempel pada jig, buang ke box sampah	32	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	25	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	27	✓	
4	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	15	✓	
5	Simpan jig ke rak	22	✓	
6	Bersihkan meja mesin NC Heian	19	✓	
7	Ambil jig dari rak & pasang pada meja mesin NC Heian	26	✓	
8	Ambil jig pengganjal dari rak & pasang pada meja mesin NC Heian	22	✓	
9	Ambil selotip, pasang kayu pengganjal jig, pasang selotip	136	✓	
10	Lepas cover dari spindle	17	✓	
11	Setting program untuk lepas tools	8	✓	
12	Ambil kunci chuck & palu	10	✓	
13	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	142	✓	
14	Simpan tools yang sudah terlepas ke lemari tools	12	✓	
15	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	11	✓	
16	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	105	✓	
17	Kembalikan kunci chuck & palu	10	✓	
18	Bawa material, setting pada jig	50	✓	
19	Ambil material setting pada jig (6 pcs)	50	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
20	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset, kembalikan spindle ke posisi awal (zero return)	148	✓	
21	Pasang cover	29	✓	
22	Setting program, jalankan program	130	✓	
23	Bersihkan serbuk dengan ducting	17	✓	
24	Ukur hasil proses awal	17	✓	
25	Tukar 3 kabinet proses awal ke dengan 3 kabinet belum diproses	38	✓	
26	Setting program untuk proses ke-2	11	✓	
27	Jalankan program	23	✓	
28	Cek ukuran hasil proses	20	✓	
29	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	17	✓	
30	Proses mesin	178	✓	
31	Ukur kabinet hasil proses	26	✓	
32	Pindahkan kabinet hasil proses dari jig	7	✓	
Total (detik)		1400		
Total (menit)		23,33		

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1400 \times 1,01$$

$$= 1414 \text{ detik}$$

$$= 23,57 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal block* adalah 20,92 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %allowance)

$$= 23,56 + (23,56 \times 23,5\%) = 28,87 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal block* adalah 28,86 menit.

3) Leg block short

Top board GB coak > *Leg block short* (ganti 3 tools)

Tabel 4.12 Elemen kerja *setup* mesin *Leg Block Short*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Lepaskan papan pengganjal jig, lepas sisa selotip yang masih menempel	30	✓	
2	Lepaskan jig, simpan ke rak	20	✓	
3	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja	28	✓	
4	Pasang papan & kayu pengganjal jig	32	✓	
5	Pindahkan selotip yg menempel pada jig sesuai kebutuhan	95	✓	
6	Lepas cover dari spindle	12	✓	
7	Ambil kunci chuck & palu	11	✓	
8	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	30	✓	
9	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	13	✓	
10	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	14	✓	
11	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	81	✓	
12	Kembalikan kunci chuck & palu	7	✓	
13	Setting/pilih program	7	✓	
14	Dekatkan rak material leg block short ke wip area NC Heian	19	✓	
15	Ambil material lalu, tandai salah satu permukaan	10	✓	
16	Bawa material dan setting material pada jig	16	✓	
17	Nyalakan vacuum, perbaiki letak material pada jig & tutup lubang pada jig dengan selotip	34	✓	
18	Setting ketinggian tools pada material, setting program	153	✓	
20	Pasang cover	23	✓	
21	Setting program u/ trial pengeboran, jalankan, cek ukuran	55	✓	
22	Setting kembali program, jalankan program	175	✓	
23	Ukur hasil, hand sanding, pindahkan kabinet dari jig, simpan ke rak	40	✓	
Total (detik)		905		
Total (menit)		15,08		

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 905 \times 1,01$$

$$= 914 \text{ detik}$$

$$= 15,23 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block short* adalah 20,92 menit.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu baku} &= \text{waktu normal} + (\text{waktu normal} \times \%allowance) \\
 &= 15,23 + (15,23 \times 23,5\%) \\
 &= 18,66 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block short* adalah 18,66 menit.

4) *Leg block long*

Top board rear GB coak > Leg block long

Tabel 4.13 Elemen kerja *setup* mesin *Leg block long*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Dorong kabinet hasil proses ke kelompok kerja lain untuk proses lanjutan	30	✓	
2	Lepaskan papan pengganjal jig, lepas sisa selotip yang masih menempel	30	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	20	✓	
4	Pindahkan kotak sampah	5	✓	
5	Bersihkan meja mesin NC Heian	20	✓	
6	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja	36	✓	
7	Pasang papan & kayu pengganjal jig	51	✓	
8	Ambil selotip lalu tempelkan ke bagian yang masih terdapat celah & lubang-lubang yang ada pada jig	90	✓	
9	Lepas cover dari spindle	23	✓	
10	Ambil kunci chuck & palu	10	✓	
11	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	98	✓	
12	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	12	✓	
13	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	15	✓	
14	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	118	✓	
15	Kembalikan kunci chuck & palu	9	✓	
16	Dekatkan rak material leg block long ke wip area NC Heian	10	✓	
17	Ambil lalu pasang selotip pada tepian jig	28	✓	
18	Bawa material, setting pada jig	28	✓	
19	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset sesuai dengan program, kembalikan spindle ke posisi awal (zero return)	118	✓	
21	Pasang cover	22	✓	
22	Setting program untuk trial pengeboran, jalankan, periksa ukuran	17	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
23	Setting program, perbaiki posisi kabinet pada jig, jalankan program	167	✓	
24	Hand sanding kabinet hasil proses pertama, ukur, pindahkan dari jig	40	✓	
25	Bersihkan jig, pasang kembali kabinet pada jig	20	✓	
26	Jalankan program untuk proses kedua	127	✓	
27	Ukur hasil, hand sanding, pindahkan kabinet dari jig ke rak	17	✓	
Total (detik)		1161		
Total (menit)		19,35		

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1161 \times 1,01$$

$$= 1173 \text{ detik}$$

$$= 19,54 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block long* adalah 19,54 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %allowance)

$$= 19,54 + (19,54 \times 23,5\%)$$

$$= 23,94 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block long* adalah 23,94 menit.

5) Top board front gb coak

Tabel 4.14 Elemen kerja *setup* mesin Top board front gb

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting, lepaskan sisa selotip lalu buang ke tempat sampah	5	✓	
2	Lepaskan sisa selotip dari tepian jig	26	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	23	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
4	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting, lalu simpan jig ke rak	16	✓	
5	Simpan jig ke rak	22	✓	
6	Bersihkan meja mesin NC Heian	18	✓	
7	Ambil jig & papan pengganjali rak, pasang jig, pasang papan & kayu pengganjal jig	86	✓	
8	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	35	✓	
9	Mengambil selotip lain	15	✓	
10	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	40	✓	
11	Lepas cover dari spindle	16	✓	
12	Ambil kunci chuck & palu	12	✓	
13	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	36	✓	
14	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari	12	✓	
15	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	12	✓	
16	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	42	✓	
17	Kembalikan kunci chuck & palu	8	✓	
18	Dekatkan material ke area wip NC Heian	21	✓	
19	Ambil material setting pada jig	28	✓	
20	Setting ketinggian tools pada material	48	✓	
21	Masukkan hasil setting pada menu offset, kembalikan posisi spindle ke posisi awal (<i>zero return</i>)	39	✓	
22	Pasang cover	12	✓	
23	Setting program, jalankan program	49	✓	
24	Bersihkan serbuk kayu, ukur kabinet habis proses	7	✓	
25	Ukur kabinet hasil proses	20	✓	
26	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	52	✓	
27	Ukur hasil, simpan hasil kabinet ke rak	28	✓	
Total (detik)		728		
Total (menit)		12,13		

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 728 \times 1,01$$

$$= 735 \text{ detik}$$

$$= 12,25 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board front gb coak* adalah 12,25 menit.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu baku} &= \text{waktu normal} + (\text{waktu normal} \times \%allowance) \\
 &= 12,25 + (12,25 \times 23,5\%) \\
 &= 15,01 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board front gb coak* adalah 15,01 menit.

6) *Top board rear gb coak*

Tabel 4.15 Elemen kerja *setup* mesin *Top board rear gb*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Dorong kabinet top board rear hasil proses router ke kelompok kerja lain untuk proses lanjutan	20	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	20	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	40	✓	
4	Bersihkan meja mesin NC Heian	22	✓	
5	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian, pasang papan & kayu pengganjal jig	78	✓	
6	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	68	✓	
7	Lepas cover dari spindle	12	✓	
8	Ambil kunci chuck & palu	10	✓	
9	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	32	✓	
10	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	10	✓	
11	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	10	✓	
12	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	38	✓	
13	Kembalikan kunci chuck & palu	8	✓	
14	Dekatkan rak material top board rear gb ke wip area NC Heian	19	✓	
15	Ambil material setting pada jig	38	✓	
16	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset sesuai dengan program, zero return spindle	93	✓	
17	Pasang cover	20	✓	
18	Setting program, jalankan program	35	✓	
19	Bersihkan serbuk kayu, ukur kabinet habis proses	28	✓	
20	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	47	✓	
21	Ukur hasil, simpan hasil kabinet ke rak	33	✓	
Total (detik)		681		
Total (menit)		11,35		

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 681 \times 1,01$$

$$= 688 \text{ detik}$$

$$= 11,46 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb coak* adalah 11,46 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 11,46 + (11,46 \times 23,5\%)$$

$$= 14,04 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb coak* adalah 14,04 menit

7) *Top board rear gb router*

Tabel 4.16 Elemen kerja *setup* mesin *Top board rear gb router*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Lepaskan selotip yang menempel keliling pada jig	23	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting, buang selotip yang sudah dilepas ke tempat sampah	27	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	35	✓	
4	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian, pasang kayu & papan pengganjal jig	50	✓	
5	Lepas cover dari spindle	5	✓	
6	Setting program untuk melepaskan tools	10	✓	
7	Ambil kunci chuck & palu	14	✓	
8	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	11	✓	
9	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	13	✓	
10	Cari tools baru yang sesuai, ambil tools & collet dari lemari tools	17	✓	
11	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	40	✓	
12	Kembalikan kunci chuck & palu	6	✓	
13	Ambil selotip	9	✓	
14	Rekatkan selotip pada tepian jig	35	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
15	Ambil material, setting pada jig	37	✓	
16	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset sesuai dengan program, kembalikan spindle (zero return)	57	✓	
17	Pasang cover	33	✓	
18	Setting program, jalankan program	74	✓	
19	Patahkan (buang) material sisa router ke box sampah	14	✓	
20	Ukur kabinet habis proses menggunakan meteran	40	✓	
21	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	70	✓	
22	Ukur hasil, simpan hasil kabinet ke rak	55	✓	
23	Taruh kabinet ke rak wip	23	✓	
Total (detik)		675		
Total (menit)		11,25		

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 675 \times 1,01$$

$$= 682 \text{ detik}$$

$$= 11,36 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb* router adalah 11,36 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 11,36 + (11,36 \times 23,5\%)$$

$$= 13,92 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb* router adalah 13,92 menit

b. NC Anderson 2 & 3

1) *Bottom board b3*Tabel 4.17 Elemen kerja setup mesin *Bottom board b3*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Bersihkan jig proses sebelumnya	8	✓	
2	Lepas jig, letakkan jig sandarkan ke pagar	12	✓	
3	Ambil jig, setting pada meja mesin NC	53	✓	
4	Ambil selotip	30	✓	
5	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	36	✓	
6	Ambil sil, pasang pada meja mesin NC untuk menutup lubang	31	✓	
7	Setting program untuk melepas/ganti tools	20	✓	
8	Lepaskan 3 tools dari tools magazine	17	✓	
9	Taruh tools ke lemari tools	12	✓	
10	Ambil 4 tools baru, taruh ke atas meja NC	13	✓	
11	Lepaskan 1 tools dari tools magazine	6	✓	
12	Bongkar 1 tools td untuk ganti bor/router, taruh rak	113	✓	
13	Ambil 1 tools lagi dari rak, bongkar tools untuk ganti ukuran bor/router	45	✓	
14	Bawa 2 tools habis bongkar tadi ke meja mesin, pasang 3 tools pada tools magazine.	22	✓	
15	Setting program untuk melepas/ganti tools	22	✓	
16	Pasang 2 tools (yg masih tergeletak di meja mesin) pada tools magazine	17	✓	
17	Seting program untuk bongkar pasang tools	38	✓	
18	Pasang 1 tools (yg masih tergeletak di meja mesin), simpan tools hasil pergantian ke lemari	15	✓	
19	Ambil catatan, setting/pilih program yang akan dijalankan	50	✓	
20	Ambil alat ukur, dekatkan rak kabinet, ukur & pilih kabinet yang akan diproses pertama	48	✓	
21	Ambil kabinet, setting pada jig, periksa kerapatan jig	33	✓	
22	Ambil selotip, pasang pada area yg blm rapat	29	✓	
23	Setting ketinggian tools, setting program, jalankan program untuk muka pertama	265	✓	
24	Proses mesin	55	✓	
25	Ukur/cek hasil proses mesin	25	✓	
26	Setting program, masukkan hasil pengukuran, jalankan program	10	✓	
27	Proses mesin	57	✓	
28	Ukur/cek hasil proses mesin, balik kabinet	32	✓	
29	Setting ketinggian tools, setting program, jalankan program u/ muka baliknya	108	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
30	Proses mesin	242	✓	
31	Ukur hasil proses mesin (balik kabinet)	60	✓	
32	Setting program, masukkan hasil pengukuran, jalankan program	27	✓	
33	Proses mesin	253	✓	
34	Ukur/cek hasil proses mesin	45	✓	
35	Setting program, masukkan hasil pengukuran, jalankan program	12	✓	
36	Proses mesin	146	✓	
37	Ukur, simpan ke rak	18	✓	
Total (detik)		2025		
Total (menit)		33,75		

Perhitungan waktu normal & waktu baku *bottom board b3*

Berdasarkan tabel 4.6, nilai $p = 1 + (-0,05) = 0,95$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 2025 \times 0,95$$

$$= 1924 \text{ detik}$$

$$= 32,06 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *bottom board b3* adalah 32,06 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 32,06 + (32,06 \times 23,5\%)$$

$$= 39,28 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *bottom board b3* adalah 39,28 menit

2) Side arm p22

Tabel 4.18 Elemen kerja *setup* mesin *side arm p22*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Bersihkan jig proses sebelumnya	10	✓	
2	Lepas jig, letakkan jig sandarkan ke pagar	8	✓	
3	Ambil jig, setting pada meja mesin NC	72	✓	
4	Pindahkan dan lepaskan sil penutup lubang vacuum sesuai jig yang terpasang	55	✓	
5	Ambil selotip & sisa material untuk membuat pengganjal jig, pasang pada jig	182	✓	
6	Setting program untuk melepas/ganti tools	10	✓	
7	Ambil 4 tools baru, taruh ke atas meja NC	17	✓	
8	Lepaskan 2 tools dari tools magazine	7	✓	
9	Bongkar 2 tools td untuk ganti bor/router, taruh rak	141	✓	
10	Ambil catatan program & bawa 2 tools habis bongkar tadi ke meja mesin, pasang 3 tools pada tools magazine.	30	✓	
11	Setting program untuk melepas/ganti tools	20	✓	
12	Lepaskan tools yang terpasang, pasang 3 tools (yg masih tergeletak di meja mesin) pada tools magazine	23	✓	
13	Taruh tools ke lemari tools	10	✓	
14	Setting/pilih program yang akan dijalankan, kembalikan spindle zero return	22	✓	
15	Ambil kabinet, setting pada jig, periksa kerapatan jig	40	✓	
16	Perbaiki pemasangan jig, atur lagi sil penutup lubang vacuum, setting lagi kabinet pada jig	143	✓	
17	Pasang 2 tools (yg masih tergeletak di meja mesin) pada tools magazine	17	✓	
18	Seting program untuk bongkar pasang tools	38	✓	
19	Setting ketinggian tools, setting offset	217	✓	
20	Jalankan program untuk kabinet pertama trial pengeboran	114	✓	
21	Periksa posisi lubang bor hasil tiral runs	75	✓	
22	Setting program berdasar hasil pengukuran	22	✓	
23	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 2nd	49	✓	
24	Periksa posisi lubang bor hasil tiral runs 2nd	18	✓	
25	Setting program berdasar hasil pengukuran 2nd	32	✓	
26	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 3rd	49	✓	
27	Periksa posisi & ukur kedalaman lubang bor hasil trial runs 3rd	75	✓	
28	Setting program berdasar hasil pengukuran 3rd	28	✓	
29	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 4th	29	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
30	Periksa posisi & ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 4th	28	✓	
31	Setting program berdasar hasil pengukuran 4th	350	✓	
32	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 5th	60	✓	
33	Ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 5th	27	✓	
34	Setting program berdasar hasil pengukuran 5th	19	✓	
35	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 6th	22	✓	
36	Ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 6th	7	✓	
37	Setting program berdasar hasil pengukuran 6th	29	✓	
38	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 7th	21	✓	
39	Ukur kedalaman lubang bor 7th	10	✓	
40	Setting program berdasar hasil pengukuran 7th	15	✓	
41	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 8th	22	✓	
42	Ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 8th, sudah sesuai	9	✓	
43	Lanjut jalankan program, proses mesin	242	✓	
44	Periksa posisi & ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 9th	64	✓	
45	Setting program berdasar hasil pengukuran 8th	27	✓	
46	Jalankan program, proses mesin	68	✓	
47	Ukur, simpan ke rak	15	✓	
Total (detik)		2588		
Total (menit)		43,13		

Perhitungan waktu normal & waktu baku *side arm p22*

Berdasarkan tabel 4.6, nilai $p = 1 + (-0,05) = 0,95$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 2588 \times 0,95$$

$$= 2459 \text{ detik}$$

$$= 40,98 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *side arm p22* adalah 40,98 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %allowance)

$$= 40,98 + (40,98 \times 23,5\%) = 50,20 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *side arm p22* adalah 50,20 menit

4.2.2 Penggantian Aktivitas Internal Menjadi Eksternal

Kondisi awal aktivitas *setup* mesin mulanya seluruhnya merupakan aktivitas internal. Penggantian aktivitas internal menjadi eksternal di sini maksudnya adalah memindahkan aktivitas internal yang memungkinkan untuk dipindahkan menjadi aktivitas eksternal (aktivitas *setup* yang dapat dikerjakan saat mesin masih dalam keadaan hidup) atau bahkan dengan mengeliminasi aktivitas internal tersebut.

a. NC Heian

1) Pedal box

Top board rear GB coak > Pedal box

Tabel 4.19 Konversi aktivitas *setup pedal box*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Dorong kabinet top board rear hasil proses coak ke kelompok kerja lanjutan	17	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	20	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	43	✓	
4	Bersihkan meja mesin NC Heian	22		✓
5	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian	27	✓	
6	Ambil jig pengganjal dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian	19	✓	
7	Ambil selotip taruh ke jig, pasang kayu pengganjal jig	51	✓	
8	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	80	✓	
9	Lepas cover dari spindle	31	✓	
10	Ambil kunci chuck & palu	12		✓
11	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	134	✓	
12	Simpan tools yang sudah terlepas ke lemari tools	13		✓
13	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	15		✓
14	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	138	✓	
15	Kembalikan kunci chuck & palu	12		✓
16	Dekatkan rak material leg block short ke wip area NC Heian	14	✓	
17	Ambil material setting pada jig	45	✓	
18	Setting ketinggian toolss, setting pada program	130	✓	
19	Pasang cover	71	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
20	Setting program, jalankan program	39	✓	
21	Ukur hasil pengeboran awal	10	✓	
22	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	251	✓	
23	Ukur kabinet hasil proses	37	✓	
24	Pindahkan kabinet hasil proses dari jig	12	✓	
Total (detik)		1243	1169	74
Total (menit)		20,71	19,48	1,23

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1169 \times 1,01$$

$$= 1181 \text{ detik}$$

$$= 19,68 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal box* adalah 20,92 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 19,68 + (19,68 \times 23,5\%)$$

$$= 24,11 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal box* adalah 24,11 menit.

2) Pedal block

Top board rear gb > pedal block

Tabel 4.20 Konversi aktivitas *setup pedal block*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Lepaskan sisa selotip yang menempel pada jig, buang ke tempat sampah	32	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	25	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	27	✓	
4	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	15		✓

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
5	Simpan jig ke rak	22	✓	
6	Bersihkan meja mesin NC Heian	19		✓
7	Ambil jig dari rak & pasang pada meja mesin NC Heian	26	✓	
8	Ambil jig pengganjal dari rak & pasang pada meja mesin NC Heian	22	✓	
9	Ambil selotipg, pasang kayu pengganjal jig, pasang selotip	136	✓	
10	Lepas cover dari spindle	17	✓	
11	Setting program untuk lepas tools	8	✓	
12	Ambil kunci chuck & palu	10		✓
13	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	142	✓	
14	Simpan tools yang sudah terlepas ke lemari tools	12		✓
15	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	11		✓
16	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	105	✓	
17	Kembalikan kunci chuck & palu	10		✓
18	Bawa material, setting pada jig	50	✓	
19	Ambil material setting pada jig (6 pcs)	50	✓	
20	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset, kembalikan spindle ke posisi awal (zero return)	148	✓	
21	Pasang cover	29	✓	
22	Setting program, jalankan program	130	✓	
23	Bersihkan serbuk dengan ducting	17	✓	
24	Ukur hasil proses awal	17	✓	
25	Tukar 3 kabinet proses awal ke dengan 3 kabinet belum diproses	38	✓	
26	Setting program untuk proses ke-2	11	✓	
27	Jalankan program	23	✓	
28	Cek ukuran hasil proses	20	✓	
29	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	17	✓	
30	Proses mesin	178	✓	
31	Ukur kabinet hasil proses	26	✓	
32	Pindahkan kabinet hasil proses dari jig	7	✓	
Total (detik)		1400	1323	77
Total (menit)		23,33	22,05	1,28

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1323 \times 1,01$$

$$= 1336 \text{ detik} = 22,27 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal block* adalah 22,05 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 22,27 + (22,27 \times 23,5\%)$$

$$= 27,28 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *pedal block* adalah 27,28 menit.

3) Leg block short

Tabel 4.21 Konversi aktivitas *setup Leg block short*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Lepaskan papan pengganjal jig, lepas sisa selotip yang masih menempel	30	✓	
2	Lepaskan jig, simpan ke rak	20	✓	
3	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja	28	✓	
4	Pasang papan & kayu pengganjal jig	32	✓	
5	Pindahkan selotip yg menempel pada jig sesuai kebutuhan	95	✓	
6	Lepas cover dari spindle	12	✓	
7	Ambil kunci chuck & palu	11		✓
8	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	30	✓	
9	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	13		✓
10	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	14		✓
11	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	81	✓	
12	Kembalikan kunci chuck & palu	7		✓
13	Setting/pilih program	7	✓	
14	Dekatkan rak material leg block short ke wip area NC Heian	19		✓
15	Ambil material lalu, tandai salah satu permukaan	10	✓	
16	Bawa material dan setting material pada jig	16	✓	
17	Nyalakan vacuum, perbaiki letak material pada jig & tutup lubang pada jig dengan selotip	34	✓	
18	Setting ketinggian tools pada material, setting program	153	✓	
20	Pasang cover	23	✓	
21	Setting program u/ trial pengeboran, jalankan, cek ukuran	55	✓	
22	Setting kembali program, jalankan program	175	✓	
23	Ukur hasil, hand sanding, pindahkan kabinet dari jig, simpan ke rak	40	✓	
Total (detik)		905	807	98

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
	Total (menit)	15,08	13,45	1,63

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 807 \times 1,01$$

$$= 815 \text{ detik}$$

$$= 13,58 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block short* adalah 13,58 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %allowance)

$$= 13,58 + (13,58 \times 23,5\%)$$

$$= 16,64 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block short* adalah 16,64 menit.

4) Leg block long

Tabel 4.22 Konversi aktivitas *setup Leg block long*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Dorong kabinet hasil proses coak ke kelompok kerja lain untuk proses lanjutan	30		✓
2	Lepaskan papan pengganjal jig, lepas sisa selotip yang masih menempel	30	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	20	✓	
4	Pindahkan kotak sampah	5		✓
5	Bersihkan meja mesin NC Heian	20	✓	
6	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja	36	✓	
7	Pasang papan & kayu pengganjal jig	51	✓	
8	Ambil selotip lalu tempelkan ke bagian yang masih terdapat celah & lubang-lubang yang ada pada jig	90	✓	
9	Lepas cover dari spindle	23	✓	
10	Ambil kunci chuck & palu	10		✓
11	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	98	✓	

12	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	12		✓
13	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	15		✓
14	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	118	✓	
15	Kembalikan kunci chuck & palu	9		✓
16	Dekatkan rak material leg block long ke wip area NC Heian	10		✓
17	Ambil lalu pasang selotip pada tepian jig	28	✓	
18	Bawa material, setting pada jig	28	✓	
19	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset sesuai dengan program, kembalikan spindle ke posisi awal (zero return)	118	✓	
21	Pasang cover	22	✓	
22	Setting program untuk trial pengeboran, jalankan, periksa ukuran	17	✓	
23	Setting program, perbaiki posisi kabinet pada jig, jalankan program	167	✓	
24	Hand sanding kabinet hasil proses pertama, ukur, pindahkan dari jig	40	✓	
25	Bersihkan jig, pasang kembali kabinet pada jig	20	✓	
26	Jalankan program untuk proses kedua	127	✓	
27	Ukur hasil, hand sanding, pindahkan kabinet dari jig ke rak	17	✓	
Total (detik)		1161	1070	91
Total (menit)		19,35	17,83	1,52

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1070 \times 1,01$$

$$= 1081 \text{ detik}$$

$$= 18,01 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block long* adalah 18,01 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 18,01 + (18,01 \times 23,5\%)$$

$$= 22,06 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *leg block long* adalah 22,06 menit.

5) Top board front gb coak

Tabel 4.23 Konversi aktivitas *setup Top board front gb coak*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting, lepaskan sisa selotip lalu buang ke tempat sampah	5	✓	
2	Lepaskan sisa selotip dari tepian jig	26	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	23	✓	
4	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting, lalu simpan jig ke rak	16		✓
5	Simpan jig ke rak	22	✓	
6	Bersihkan meja mesin NC Heian	18		✓
7	Ambil jig & papan pengganjali rak, pasang jig, pasang papan & kayu pengganjal jig	86	✓	
8	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	35	✓	
9	Mengambil selotip lain	15		✓
10	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	40	✓	
11	Lepas cover dari spindle	16	✓	
12	Ambil kunci chuck & palu	12		✓
13	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	36	✓	
14	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari	12		✓
15	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	12		✓
16	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	42	✓	
17	Kembalikan kunci chuck & palu	8		✓
18	Dekatkan material ke area wip NC Heian	21		✓
19	Ambil material setting pada jig	28	✓	
20	Setting ketinggian tools pada material	48	✓	
21	Masukkan hasil setting pada menu offset, kembalikan posisi spindle ke posisi awal (<i>zero return</i>)	39	✓	
22	Pasang cover	12	✓	
23	Setting program, jalankan program	49	✓	
24	Bersihkan serbuk kayu, ukur kabinet habis proses	7	✓	
25	Ukur kabinet hasil proses	20	✓	
26	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	52	✓	
27	Ukur hasil, simpan hasil kabinet ke rak	28	✓	
Total (detik)		728	614	114
Total (menit)		12,13	10,23	1,90

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 614 \times 1,01$$

$$= 620 \text{ detik}$$

$$= 10,34 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board front gb coak* adalah 10,34 menit.

$$\text{Waktu baku} = \text{waktu normal} + (\text{waktu normal} \times \%allowance)$$

$$= 10,34 + (10,34 \times 23,5\%)$$

$$= 12,66 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board front gb coak* adalah 12,66 menit

6) Top board rear gb coak

Tabel 4. 24 Konversi aktivitas *setup Top board rear gb coak*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Dorong kabinet top board rear hasil proses router ke kelompok kerja lain untuk proses lanjutan	20	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting	20	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	40	✓	
4	Bersihkan meja mesin NC Heian	22		✓
5	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian, pasang papan & kayu pengganjal jig	78	✓	
6	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	68	✓	
7	Lepas cover dari spindle	12	✓	
8	Ambil kunci chuck & palu	10		✓
9	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	32	✓	
10	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	10		✓
11	Ambil tools baru & collet dari lemari tools	10		✓
12	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	38	✓	
13	Kembalikan kunci chuck & palu	8		✓
14	Dekatkan rak material top board rear gb ke wip area NC Heian	19		✓
15	Ambil material setting pada jig	38	✓	
16	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset sesuai dengan program, zero return spindle	93	✓	
17	Pasang cover	20	✓	
18	Setting program, jalankan program	35	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
19	Bersihkan serbuk kayu, ukur kabinet habis proses	28	✓	
20	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	47	✓	
21	Ukur hasil, simpan hasil kabinet ke rak	33	✓	
Total (detik)		681	602	79
Total (menit)		11,35	10,03	1,32

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 602 \times 1,01$$

$$= 608 \text{ detik}$$

$$= 10,13 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb coak* adalah 10,13 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 10,13 + (10,13 \times 23,5\%)$$

$$= 12,41 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb coak* adalah 12,41 menit

7) Top board rear gb router

Tabel 4.25 Konversi aktivitas *setup Top board gb router*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Lepaskan selotip yang menempel keliling pada jig	23	✓	
2	Bersihkan sisa serbuk dengan ducting, buang selotip yang sudah dilepas ke tempat sampah	27	✓	
3	Lepaskan jig, simpan ke rak	35	✓	
4	Ambil jig dari rak & pasang jig pada meja mesin NC Heian, pasang kayu & papan pengganjal jig	50	✓	
5	Lepas cover dari spindle	5	✓	
6	Setting program untuk melepaskan tools	10	✓	
7	Ambil kunci chuck & palu	14		✓

8	Lepas tools pada spindle yang akan diganti	11	✓	
9	Bawa tools yang sudah terlepas ke lemari tools	13		✓
10	Cari tools baru yang sesuai, ambil tools & collet dari lemari tools	17		✓
11	Pasang collet pada chuck, lalu pasang ke spindle	40	✓	
12	Kembalikan kunci chuck & palu	10		✓
13	Ambil selotip	8		✓
14	Rekatkan selotip pada tepian jig	35	✓	
15	Ambil material, setting pada jig	37	✓	
16	Setting ketinggian tools pada material, masukkan hasil setting pada menu offset sesuai dengan program, kembalikan spindle (zero return)	57	✓	
17	Pasang cover	33	✓	
18	Setting program, jalankan program	74	✓	
19	Patahkan (buang) material sisa router ke box sampah	14	✓	
20	Ukur kabinet habis proses menggunakan meteran	40	✓	
21	Setting program berdasar hasil pengukuran, jalankan program	70	✓	
22	Ukur hasil, simpan hasil kabinet ke rak	55	✓	
23	Taruh kabinet ke rak wip	23	✓	
Total (detik)		675	639	62
Total (menit)		11,25	10,65	1,03

Berdasarkan tabel 4.4, nilai $p = (1 + 0,01) = 1,01$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 639 \times 1,01$$

$$= 645 \text{ detik}$$

$$= 10,76 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb* router adalah 11,36 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 10,76 + (10,76 \times 23,5\%)$$

$$= 13,18 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *top board rear gb* router adalah 13,18 menit

b. NC Anderson 2 & 3

1) Bottom board b3

Tabel 4. 26 Konversi aktivitas *setup Bottom board b3*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Bersihkan jig proses sebelumnya	8	✓	
2	Lepas jig, letakkan jig sandarkan ke pagar	12	✓	
3	Ambil jig, setting pada meja mesin NC	53	✓	
4	Ambil selotip	30		✓
5	Pasang selotip untuk menutup tepian jig	36	✓	
6	Ambil sil, pasang pada meja mesin NC untuk menutup lubang	31		✓
7	Setting program untuk melepas/ganti tools	20	✓	
8	Lepaskan 3 tools dari tools magazine	17	✓	
9	Taruh tools ke lemari tools	12	✓	
10	Ambil 4 tools baru, taruh ke atas meja NC	13	✓	
11	Lepaskan 1 tools dari tools magazine	6	✓	
12	Bongkar 1 tools td untuk ganti bor/router, taruh rak	113		✓
13	Ambil 1 tools lagi dari rak, bongkar tools untuk ganti bor/router	45		✓
14	Bawa 2 tools habis bongkar tadi ke meja mesin, pasang 3 tools pada tools magazine.	22	✓	
15	Setting program untuk melepas/ganti tools	22	✓	
16	Pasang 2 tools (yg masih tergeletak di meja mesin) pada tools magazine	17	✓	
17	Seting program untuk bongkar pasang tools	38	✓	
18	Pasang 1 tools (yg masih tergeletak di meja mesin), simpan tools hasil pergantian ke lemari	15	✓	
19	Ambil catatan, setting/pilih program yang akan dijalankan	50	✓	
20	Ambil alat ukur, dekatkan rak kabinet, ukur & pilih kabinet yang akan diproses pertama	48		✓
21	Ambil kabinet, setting pada jig, periksa kerapatan jig	33	✓	
22	Ambil selotip, pasangkan pada area yg blm rapat	29	✗	✗
23	Setting ketinggian tools, setting program, jalankan program u/ muka pertama	265	✓	
24	Proses mesin	55	✓	
25	Ukur/cek hasil proses mesin	25	✓	
26	Setting program, masukkan hasil pengukuran, jalankan program	10	✓	
27	Proses mesin	57	✓	
28	Ukur/cek hasil proses mesin, balik kabinet	32	✓	
29	Setting ketinggian tools, setting ptogram, jalankan program untuk muka baliknya	108	✓	
30	Proses mesin	242	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
31	Ukur hasil proses mesin (balik kabinet)	60	✓	
32	Setting program, masukkan hasil pengukuran, jalankan program	27	✓	
33	Proses mesin	253	✓	
34	Ukur/cek hasil proses mesin	45	✓	
35	Setting program, masukkan hasil pengukuran, jalankan program	12	✓	
36	Proses mesin	146	✓	
37	Ukur, simpan ke rak	18	✓	
Total (detik)		2025	1679	317
Total (menit)		33,75	27,98	5,28

Perhitungan waktu normal & waktu baku bottom board b3

Berdasarkan tabel 4.6, nilai $p = 1 + (-0,05) = 0,95$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 1679 \times 0,95$$

$$= 1595 \text{ detik}$$

$$= 26,58 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *bottom board b3* adalah 26,58 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %*allowance*)

$$= 26,58 + (26,58 \times 23,5\%)$$

$$= 32,57 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *bottom board b3* adalah 32,57 menit

2) Side Arm p22

Tabel 4. 27 Konversi aktivitas *setup Side arm p22*

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
1	Bersihkan jig proses sebelumnya	10	✓	
2	Lepas jig, letakkan jig sandarkan ke pagar	8	✓	
3	Ambil jig, setting pada meja mesin NC	72	✓	
4	Pindahkan dan lepaskan sil penutup lubang vacuum sesuai jig yang terpasang	55	✓	
5	Ambil selotip & sisaan material, buat pengganjal jig, pasang pada jig	182		✓
6	Setting program untuk melepas/ganti tools	10	✓	
7	Ambil 4 tools baru, taruh ke atas meja NC	17	✓	
8	Lepaskan 2 tools dari tools magazine	7	✓	
9	Bongkar 2 tools td untuk ganti bor/router, taruh rak	141		✓
10	Ambil catatan program & bawa 2 tools habis bongkar tadi ke meja mesin, pasang 3 tools pada tools magazine.	30	✓	
11	Setting program untuk melepas/ganti tools	20	✓	
12	Lepaskan tools yang terpasang, pasang 3 tools (yg masih tergeletak di meja mesin) pada tools magazine	23	✓	
13	Taruh tools ke lemari tools	10	✓	
14	Setting/pilih program yang akan dijalankan, kembalikan spindle zero return	22	✓	
15	Ambil kabinet, setting pada jig, periksa kerapatan jig	40	✓	
16	Perbaiki pemasangan jig, atur lagi sil penutup lubang vacuum, setting lagi kabinet pada jig	143	✗	✗
17	Pasang 2 tools (yg masih tergeletak di meja mesin) pada tools magazine	17	✓	
18	Seting program untuk bongkar pasang tools	38	✓	
19	Setting ketinggian tools, setting offset	217	✓	
20	Jalankan program untuk kabinet pertama trial pengeboran	114	✓	
21	Periksa posisi lubang bor hasil tiral runs	75	✓	
22	Setting program berdasar hasil pengukuran	22	✓	
23	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 2nd	49	✓	
24	Periksa posisi lubang bor hasil tiral runs 2nd	18	✓	
25	Setting program berdasar hasil pengukuran 2nd	32	✓	
26	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 3rd	49	✓	
27	Periksa posisi & ukur kedalaman lubang bor hasil trial runs 3rd	75	✓	
28	Setting program berdasar hasil pengukuran 3rd	28	✓	
29	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 4th	29	✓	

No	Aktivitas yang dilakukan	Waktu	Internal	Eksternal
30	Periksa posisi & ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 4th	28	✓	
31	Setting program berdasar hasil pengukuran 4th	350	✓	
32	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 5th	60	✓	
33	Ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 5th	27	✓	
34	Setting program berdasar hasil pengukuran 5th	19	✓	
35	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 6th	22	✓	
36	Ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 6th	7	✓	
37	Setting program berdasar hasil pengukuran 6th	29	✓	
38	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 7th	21	✓	
39	Ukur kedalaman lubang bor 7th	10	✓	
40	Setting program berdasar hasil pengukuran 7th	15	✓	
41	Jalankan program lagi untuk kabinet pertama trial pengeboran 8th	22	✓	
42	Ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 8th, sudah sesuai	9	✓	
43	Lanjut jalankan program, proses mesin	242	✓	
44	Periksa posisi & ukur kedalaman lubang bor hasil tiral runs 9th	64	✓	
45	Setting program berdasar hasil pengukuran 8th	27	✓	
46	Jalankan program, proses mesin	68	✓	
47	Ukur, simpan ke rak	15	✓	
Total (detik)		2588	2122	323
Total (menit)		43,13	35,37	5,38

Perhitungan waktu normal & waktu baku *side arm p22*

Berdasarkan tabel 4.6, nilai $p = (1 + (-0,05)) = 0,95$

Waktu normal = waktu siklus x p

$$= 2122 \times 0,95$$

$$= 2016 \text{ detik}$$

$$= 33,60 \text{ menit}$$

Jadi waktu normal operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *side arm p22* adalah 33,60 menit.

Waktu baku = waktu normal + (waktu normal x %allowance)

$$= 33,60 + (33,60 \times 23,5\%) = 41,16 \text{ menit}$$

Jadi waktu baku operator untuk *setup* mesin saat *changeover* ke kabinet *side arm p22* adalah 41,16 menit.

4.2.3 Rekapitan Data Perbandingan Waktu Baku Sebelum dan Setelah Penerapan SMED

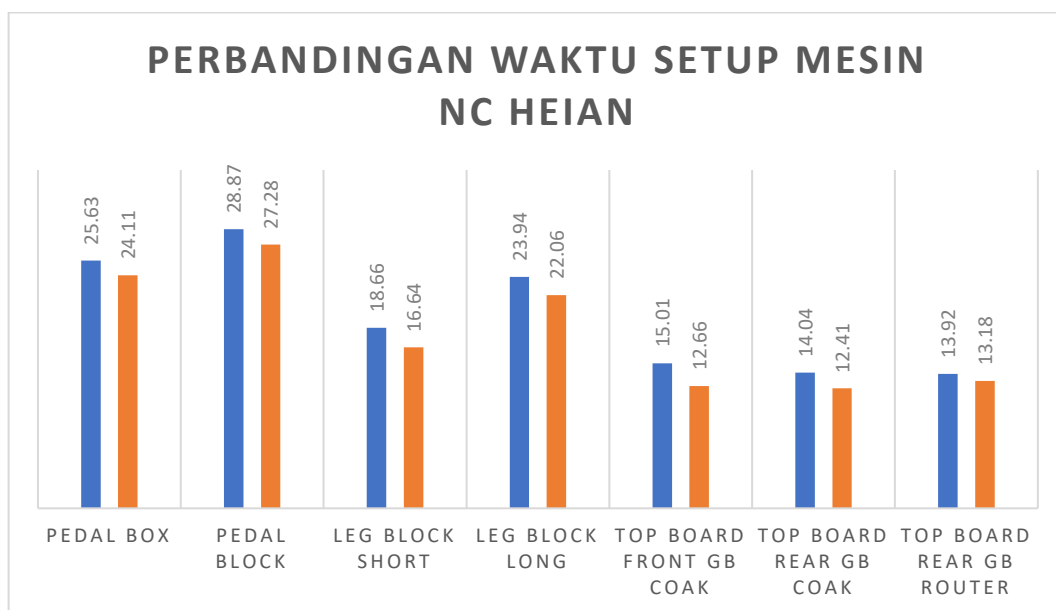
Tabel 4.28 Waktu baku sebelum penerapan SMED Mesin NC Heian

Nama Kabinet	Durasi <i>setup</i>		Waktu Normal		Waktu Baku	
	Detik	Menit	Detik	Menit	Detik	Menit
Pedal Box	1243	20,72	1255	20,92	1538	25,63
Pedal Block	1400	23,33	1414	23,57	1732	28,87
Leg Block Short	905	15,08	914	15,23	1120	18,66
Leg Block Long	1161	19,35	1173	19,54	1436	23,94
Top Board Front GB Coak	728	12,13	735	12,25	901	15,01
Top Board Rear GB Coak	681	10,97	688	11,46	843	14,04
Top Board Rear GB Router	675	11,25	682	11,36	835	13,92

Tabel 4.29 Waktu baku setelah penerapan SMED Mesin NC Heian

Nama Kabinet	Durasi <i>setup</i>		Waktu Normal		Waktu Baku	
	Detik	Menit	Detik	Menit	Detik	Menit
Pedal Box	1169	19,48	1181	19,68	1446	24,11
Pedal Block	1323	22,05	1336	22,27	1637	27,28
Leg Block Short	807	13,45	815	13,58	998	16,64
Leg Block Long	1070	17,83	1081	18,01	1324	22,06
Top Board Front GB Coak	614	10,23	620	10,34	760	12,66
Top Board Rear GB Coak	602	10,03	608	10,13	745	12,41
Top Board Rear GB Router	639	10,65	645	10,76	791	13,18

Persentase penurunan waktu baku NC Heian



Gambar 4.5 Grafik perbandingan waktu setup NC Heian sebelum & sesudah

Tabel 4.30 Persentase penurunan waktu baku setup mesin NC Heian

Nama Kabinet	Waktu Baku Sebelum		Waktu Baku Setelah		Persentase penurunan
	Detik	Menit	Detik	Menit	
Pedal Box	1538	25,63	1446	24,11	5,95 %
Pedal Block	1732	28,87	1637	27,28	5,50 %
Leg Block Short	1120	18,66	998	16,64	10,83 %
Leg Block Long	1436	23,94	1324	22,06	7,84 %
Top Board Front GB Coak	901	15,01	760	12,66	15,66 %
Top Board Rear GB Coak	843	14,04	745	12,41	11,60 %
Top Board Rear GB Router	835	13,92	791	13,18	5,33 %

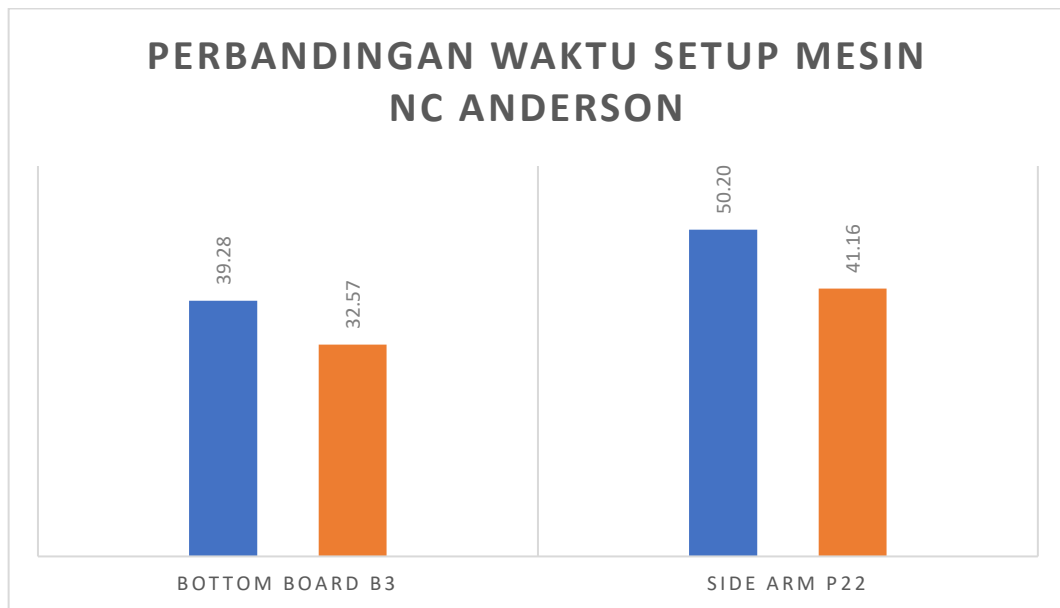
Tabel 4.31 Waktu baku sebelum penerapan SMED Mesin NC Anderson 2 & 3

Nama Kabinet	Durasi <i>setup</i>		Waktu Normal		Waktu Baku	
	Detik	Menit	Detik	Menit	Detik	Menit
Bottom Board B3	2025	33,75	1924	32,06	2357	39,28
Side Arm P22	2588	43,13	2459	40,98	3012	50,20

Tabel 4.32 Waktu baku setelah penerapan SMED Mesin NC Anderson 2 & 3

Nama Kabinet	Durasi <i>setup</i>		Waktu Normal		Waktu Baku	
	Detik	Menit	Detik	Menit	Detik	Menit
Bottom Board B3	1679	27,98	1595	26,58	1954	32,57
Side Arm P22	2122	35,37	2016	33,60	2469	41,16

Persentase penurunan waktu baku NC Anderson 2 & 3



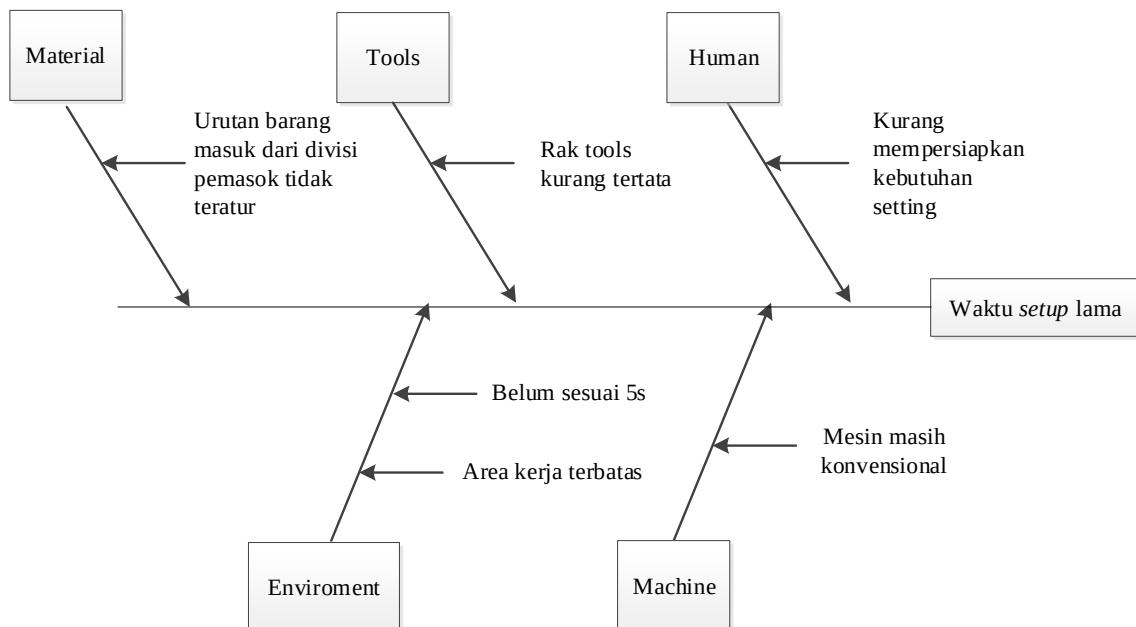
Gambar 4.6 Grafik perbandingan waktu setup NC Anderson sebelum & sesudah

Tabel 4.33 Persentase penurunan waktu baku setup mesin NC Anderson 2 & 3

Nama Kabinet	Waktu Baku Sebelum		Waktu Baku Setelah		Persentase penurunan (%)
	Detik	Menit	Detik	Menit	
Bottom Board B3	2357	39,28	1954	32,57	17,09 %
Side Arm P22	3012	50,20	2469	41,16	18,01 %

4.2.4 Diagram Fishbone Untuk Perbaikan Aspek Waktu Setup

a. Diagram Fishbone Untuk Perbaikan Elemen Waktu *Setup* NC Heian



Gambar 4.7 Diagram Fishbone NC Heian

Dengan melihat diagram *fishbone* pada gambar diatas, maka dapat dilihat bahwa ada beberapa faktor yang menyebabkan lamanya waktu *setup* mesin di NC Heian:

1. Manusia

Operator kurang mempersiapkan kebutuhan *setup* ketika akan melakukan *setup* untuk pergantian kabinet. Sebagai contoh, seharusnya operator menyiapkan *tools* yang nanti akan digunakan untuk *setting* mesin sehingga kegiatan mencari & mengambil *tools* saat *setting* dapat dihindari.

2. Mesin

Mesin yang digunakan oleh operator masih berupa mesin konvensional, dimana pada aktivitas *setup* saat proses pergantian *tools* baru bisa dilakukan saat mesin dalam keadaan mati. Hal tersebut terjadi karena di mesin NC Heian ini pergantian *tools* (bongkar dan pasang) dilakukan langsung pada *spindle* mesin yang dikerjakan secara manual oleh operator.

3. Peralatan

Kondisi rak/lemari *tools* yang berada di area kerja mesin NC Heian kurang tertata rapi karena belum adanya identitas untuk tiap *router* & *bore*, seperti ukuran

diameter. Selain itu juga karena belum adanya tempat khusus yang digunakan untuk meletakkan alat-alat yang diperlukan saat *setup*, sehingga terkadang operator perlu mencari alat karena belum adanya rak khusus untuk menempatkan alat-alat yang digunakan ketika *setup*.

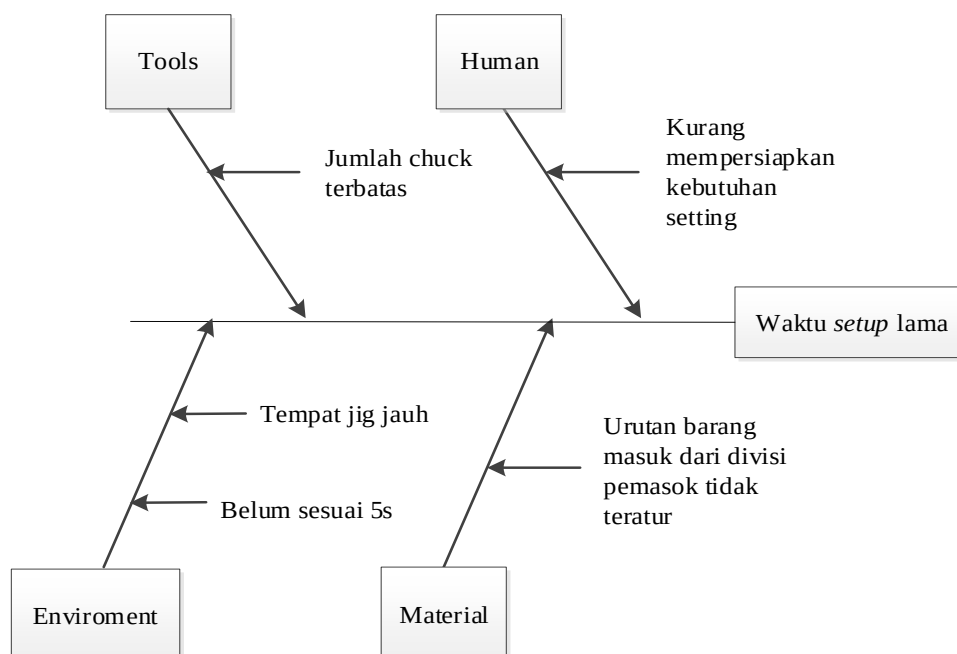
4. Lingkungan

Lingkungan kerja di mesin NC Heian cukup terbatas, terbatas dalam artian untuk penempatan material *wip* sehingga kurang dapat tertata dengan rapi. Selain itu terbatasnya area kerja juga menyebabkan kesulitan untuk melakukan perbaikan/penataan ulang posisi rak jig NC Heian yang rata-rata berukuran cukup besar yang nantinya diharapkan dapat mempermudah operator saat mengambil dan menaruh jig ke rak.

5. Material

Urutan barang yang masuk ke mesin NC Heian dari pemasok tidak teratur tiap harinya sehingga upaya persiapan *setup* yang dilakukan oleh operator kurang maksimal.

b. Diagram Fishbone Untuk Perbaikan Elemen Waktu *Setup* NC Anderson 2 dan Anderson 3



Gambar 4.8 Diagram Fishbone NC Anderson

Dengan melihat diagram *fishbone* pada gambar diatas, maka dapat dilihat bahwa ada beberapa faktor yang menyebabkan lamanya waktu *setup* mesin di NC Anderson 2 & 3:

1. Manusia

Kurangnya persiapan operator ketika akan melakukan *setup* merupakan salah satu faktor penyebab lamanya waktu *setup*. Sebagai contoh, untuk elemen kerja bongkar pasang *tools* seharusnya bisa dilakukan ketika operator *idle* saat menunggu proses mesin yang berjalan.

2. Material

Faktor tidak teraturnya urutan material yang masuk ke NC Anderson 2 & 3 menyebabkan kurangnya waktu operator untuk mempersiapkan *setup* pergantian kabinet.

3. Peralatan

Untuk peralatan yang ada di lemari/rak *tools* yang berada di area mesin NC Anderson 2 & 3 sudah cukup tertata, kendalanya adalah pada minimnya jumlah *chuck* yang tersedia. Terbatasnya jumlah *chuck* yang ada terkadang menyebabkan persiapan *setup* kurang maksimal, karena proses bongkar pasang *tools* yang seharusnya bisa dipersiapkan sebelum *setup* menjadi terkendala karena terbatasnya jumlah *chuck* yang tersedia. Selain lemari/rak *tools*, faktor lain penyebab lamanya *setup* adalah karena jarak rak *jig* yang ada jauh dari area mesin NC Anderson 2 & 3.

4. Lingkungan

Area mesin NC Anderson 2 & 3 cukup terbatas karena kondisi saat ini di area mesin NC Anderson 2, 3 & 4 banyak terdapat tumpukan jig percobaan/PPR. Pada kondisi aktual saat ini juga untuk penempatan jig di mesin NC Anderson 2 & 3 ada beberapa jig yang rutin digunakan tiap hari diletakkan dengan disandarkan pada pagar pembatas mesin NC 2 & 3 untuk menghindari proses ambil & taruh jig karena lokasi rak *jig* jauh.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Penerapan SMED

Penerapan metode SMED merupakan suatu alat yang digunakan untuk meminimasi waktu *setup* mesin dengan tujuan meminimasi waktu *setup* sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin untuk produksi. Metode ini dapat dilakukan dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

5.1.1 Dokumentasi

Dalam penelitian ini menggunakan langkah dokumentasi, yaitu dengan cara melakukan pencatatan langsung terhadap aktivitas – aktivitas bersangkutan dengan proses produksi kabinet/*part* dan juga dengan wawancara langsung dengan operator yang melakukan *setup* tentang aktivitas *setup* yang dilakukannya. Selain dengan pengamatan langsung, dokumentasi juga dilakukan dengan melakukan perekaman video kegiatan *setup* dan kemudian menghitung waktu yang dihabiskan selama proses tersebut berlangsung.

5.1.2 Klasifikasi Aktivitas Internal dan Eksternal

Langkah selanjutnya setelah proses dokumentasi adalah mengklasifikasikan aktivitas internal dan eksternal. Aktivitas Internal adalah aktivitas yang dilakukan saat mesin berhenti, sedangkan aktivitas eksternal adalah aktivitas yang dilakukan saat mesin keadaan hidup.

Untuk aktivitas *setup* di mesin NC Heian kondisi aktual sekarang seluruh aktivitasnya merupakan aktivitas internal *setup*. Dengan waktu baku *setup* mesin untuk kabinet *pedal box* selama 25,63 menit, *pedal block* 28,87 menit, *leg block short* 18,66 menit, *leg block long* 23,94 menit, *top board front gb coak* 15,01 menit, *top board rear gb router* 14,04 menit, dan *top board rear gb coak* selama 13,92 menit.

Aktivitas *setup* pada mesin NC Anderson 2 dan NC Anderson 3 juga mayoritas aktivitasnya merupakan aktivitas internal *setup*, kecuali pada proses bongkar pasang *tools* di mesin ini sebagian sudah dilakukan sebagai aktivitas eksternal *setup*.

5.1.3 Penggantian Aktivitas Internal Menjadi Aktivitas Eksternal

Dalam langkah ini dilakukan identifikasi aktivitas internal mana yang memungkinkan untuk dapat dikonversi menjadi aktivitas eksternal. Aktivitas eksternal lebih dapat diterima karena aktivitas ini dilakukan saat mesin dalam keadaan menyala. Ketika mesin memproduksi produk yang sebelumnya, operator mengerjakan *setup* untuk memproduksi produk selanjutnya, sehingga waktu menjadi lebih singkat. Karena tidak adanya acuan khusus untuk mengkonversi dari aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal, maka untuk melakukan konversi ini didasarkan pada kondisi di lantai produksi. Ketika mesin beroperasi (proses mesin) untuk memproduksi kabinet yang sebelumnya, operator dalam keadaan *idle*. Keadaan *idle* ini juga merupakan *wasting time*. Karena mereka hanya menunggu sampai mesin selesai mencetak. Untuk memanfaatkan waktu yang ada, sebaiknya operator melakukan kegiatan *setup* untuk memproduksi produk selanjutnya. Sehingga, operator tetap produktif. Selain itu, ada juga beberapa aktifitas yang dilakukan secara paralel, sehingga dalam satu waktu dapat mengerjakan dua pekerjaan bersamaan.

Waktu *setup* di mesin NC Heian berdasarkan perhitungan secara tidak langsung dengan memindahkan beberapa aktivitas internal menjadi eksternal adalah didapatkan waktu baku sebelum dan setelah mengkonversi aktivitas internal menjadi eksternal sebagai berikut: untuk kabinet *pedal box* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 25,63 menit dan setelah konversi menjadi 24,11 menit, untuk kabinet *pedal block* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 28,87 menit dan setelah konversi menjadi 27,28 menit, untuk kabinet *leg block short* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 18,66 menit dan setelah konversi menjadi 16,64 menit, untuk kabinet *leg block long* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 23,94 menit dan setelah konversi menjadi 16,64 menit, untuk kabinet *top board front gb* proses *coak* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 15,01 menit dan setelah konversi menjadi 12,66 menit, untuk kabinet *top board rear gb* proses *coak* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 14,04 menit dan setelah konversi menjadi 12,41 menit, untuk kabinet *top board rear gb* proses *router* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 13,92 menit dan setelah konversi menjadi 13,18 menit.

Konversi aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal pada mesin NC Heian di atas untuk tiap *setup* sebagian besar berupa aktivitas-aktivitas yang tidak mempunyai nilai tambah. Sebagai contoh, aktivitas mencari selotip karena kehabisan saat melakukan *setup*, taruh *tools* dan ambil *tools* ke rak, ambil kunci *chuck*, ambil palu, dan dorong kabinet hasil proses ke kelompok kerja lanjutan. Aktivitas mengambil/mencari selotip seharusnya bisa dipersiapkan sebelum melakukan *setup*, sedangkan untuk aktivitas taruh dan ambil *tools* sebenarnya bisa direduksi dengan pengadaan kotak khusus untuk tempat *tools* sehingga dapat mengurangi langkah dan waktu operator dalam melakukan *setup*.

Perhitungan secara tidak langsung setelah mengkonversi aktivitas internal *setup* menjadi eksternal *setup* juga dilakukan untuk data waktu baku sebelum dan sesudah mengkonversi aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal di mesin NC Anderson 2 dan NC Anderson 3. Perbandingan untuk kabinet *bottom board b3* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 39,28 menit dan setelah konversi menjadi 32,57 menit, sedangkan untuk kabinet *side arm p22* waktu baku sebelum konversi aktivitas adalah 50,20 menit dan setelah konversi menjadi 41,16 menit.

Konversi aktivitas internal menjadi aktivitas eksternal yang dilakukan pada mesin NC Anderson 2 dan Anderson 3 di atas adalah untuk aktivitas-aktivitas seperti ambil selotip, ambil sil penutup lubang *vacuum*, bongkar pasang *chuck* untuk pergantian ukuran *router* maupun *bore*, dan mengeliminasi aktivitas tidak bernilai tambah lain seperti memperbaiki jig saat melakukan *setup* sehingga menyebabkan semakin lamanya waktu *setup*.

5.2. Setelah Penerapan SMED

Selisih total waktu baku *setup* mesin sebelum & sesudah untuk mesin NC Heian dari hasil pengamatan dan perhitungan terhadap 5 aktivitas rutin harian *setup* mesin saat *changeover* kabinet adalah yang sebelumnya selama 104,08 menit menjadi 128,34 menit sehingga menghemat waktu kerja sebesar 11,73 menit. Sedangkan selisih total waktu baku *setup* mesin sebelum & sesudah untuk mesin NC Anderson 2 & 3 dari hasil pengamatan dan perhitungan terhadap 2 sampel aktivitas rutin harian *setup* mesin saat

changeover kabinet adalah yang sebelumnya selama 89,47 menit menjadi 73,72 menit sehingga menhemat waktu sebesar 15,75 menit.

Dengan adanya penurunan waktu *setup* mesin di mesin NC Heian dan NC Anderson 2 & 3 menjadikan penambahan waktu yang tersedia untuk produksi bertambah, karena *waste* lamanya waktu *setup* mesin dapat diminimalisir dengan penerapan SMED. Sehingga nantinya dapat digunakan untuk memproduksi kabinet/*part* tambahan apabila sewaktu-waktu ada permintaan kebutuhan mendadak, hal ini dapat dilihat dengan membandingkan selisih waktu yang tersedia sebelum dan setelah penerapan SMED dengan ST proses pengerjaan kabinet tiap unitnya pada tabel 4.2 untuk NC Heian dan tabel 4.3 untuk NC Anderson 2 & 3.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

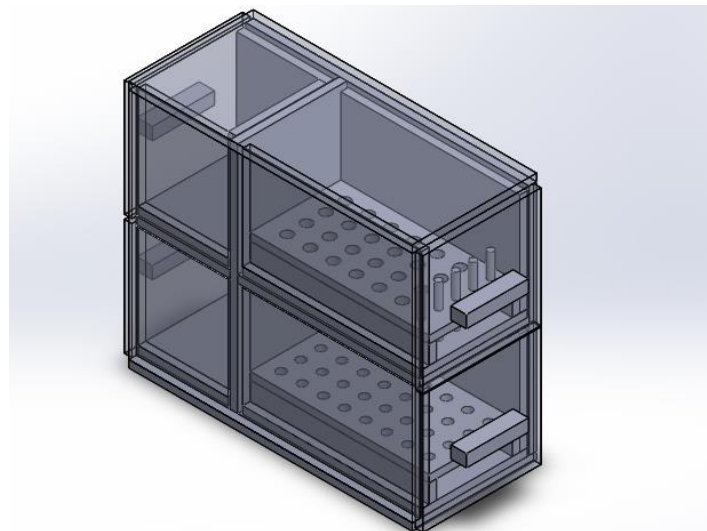
1. Elemen-elemen kerja yang dilakukan operator ketika melakukan *setup* mesin untuk *changeover* kabinet secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut: mulai dari dorong/kirim kabinet hasil proses ke divisi lain untuk proses selanjutnya, membersihkan jig, simpan jig, ambil jig baru lalu setting pada meja mesin, bongkar *tools* terpasang, ambil *tools* baru, pasang *tools*, setting ketinggian *tools*, ambil material lalu setting pada jig, setting ketinggian *tools*, setting program, jalankan program, ukur kabinet hasil proses, sesuaikan ulang program, simpan kabinet hasil proses ke rak.
2. Aktivitas *setup* yang cukup memakan banyak waktu terletak pada elemen kerja bongkar pasang *tools* dan elemen kerja setting ketinggian *tools*. Selain itu, aktivitas *trial runs* dan *adjustments* juga memiliki waktu yang cukup lama karena elemen ini terkadang harus dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil ukuran sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan.
3. Usulan perbaikan sebagai upaya untuk meminimasi lamanya waktu *setup* adalah sebagai berikut.

- a. Usulan perbaikan untuk NC Heian

Salah satu penyebab waktu *setup* yang memakan cukup lama adalah karena kondisi mesin NC Heian yang masih konvensional sehingga memang hampir seluruh aktivitas *setup* baru bisa dilakukan saat keadaan mesin mati. Usulan perbaikan yang sekiranya dapat diterapkan untuk mengurangi waktu *setup* adalah dengan membuatkan rak *tools* yang lokasinya dekat dengan area kerja saat melakukan *setup*. Berikut adalah gambar kondisi rak *tools* yang ada sekarang dan gambar usulan rak untuk NC Heian:



Gambar 6.1 Rak *tools* NC Heian



Gambar 6.2 Rak *tools* usulan

Rak *tools* ini nantinya ditempatkan di bawah monitor mesin NC Heian. Rak *tools* ini terbagi dari dua komponen utama yaitu 2 (dua) kotak besar dan 2 (dua) kotak kecil. Untuk kotak besar diperuntukkan sebagai tempat untuk *router*, *bore*, dan juga *collet*, sedangkan untuk kotak kecil merupakan kotak serbaguna untuk menempatkan alat-alat tambahan yang digunakan saat *setup* seperti selotip dan alat bantu untuk mengukur hasil pengeboran. Selain itu, kotak kecil serba guna satunya dapat digunakan untuk menghilangkan elemen kerja menaruh *tools* & mengambil *tools* karena kotak ini dapat dilepas dan dimanfaatkan sebagai tempat untuk melakukan aktivitas *setup* eksternal (aktivitas *setup* saat mesin masih hidup) untuk

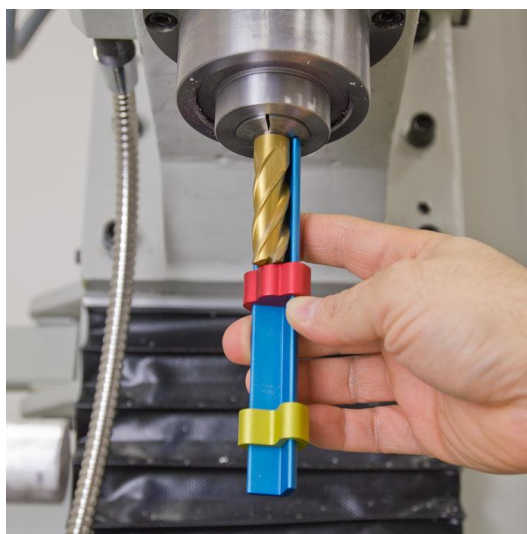
mempersiapkan palu, kunci *chuck*, *router*, *bore*, dan *collet* yang akan digunakan pada *setup* yang akan dilakukan.

b. Usulan perbaikan untuk mesin NC Anderson 2 dan NC Anderson 3.

Berdasarkan data elemen-elemen kerja selama aktivitas *setup* yang sudah klasifikasikan di atas, elemen kerja yang memakan waktu cukup lama untuk *setup* di mesin NC Anderson 2 dan Anderson 3 adalah elemen kerja *setting* ketinggian *tools* ke atas material. Berikut adalah gambar aktivitas *setting* ketinggian *tools* kondisi actual yang dilakukan sekarang dan gambar untuk alat bantu pengukuran panjang *tools* yang diusulkan:



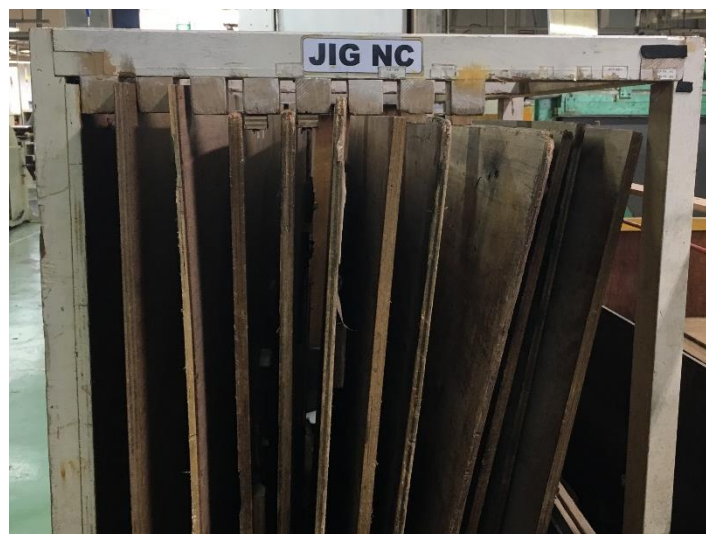
Gambar 6.3 Setting ketinggian tools kondisi aktual



Gambar 6.4 Alat ukur panjang tools usulan

Belum adanya standarisasi untuk berapa panjangnya *tools* ketika melakukan pemasangan *router* ataupun *bore* pada *chuck* menyebabkan *setting* ketinggian *tools* di atas material harus dilakukan. *Setting* ketinggian *tools* dilakukan setiap saat *setup* pergantian kabinet untuk mendapatkan nilai *offset* yang nantinya diinputkan ke dalam program. Berdasarkan hasil diskusi dengan kepala kelompok divisi *NC Machining* terkait tentang aktivitas *setting* ketinggian *tools* pada material saat proses *setup* mesin, usulan perbaikan yang sekiranya dapat diterapkan adalah supaya perusahaan melakukan pengadaan alat ukur panjang *tools* yang digunakan ketika proses pemasangan *tools* (*router* ataupun *bore*) pada *chuck*. Sehingga nantinya setelah ada pengadaan alat ukur panjang *tools* dan diterapkannya standarisasi ukuran panjang *tools*, *waste* waktu pada saat *setting* ketinggian *tools* di atas material dapat minimalisir bahkan dihilangkan.

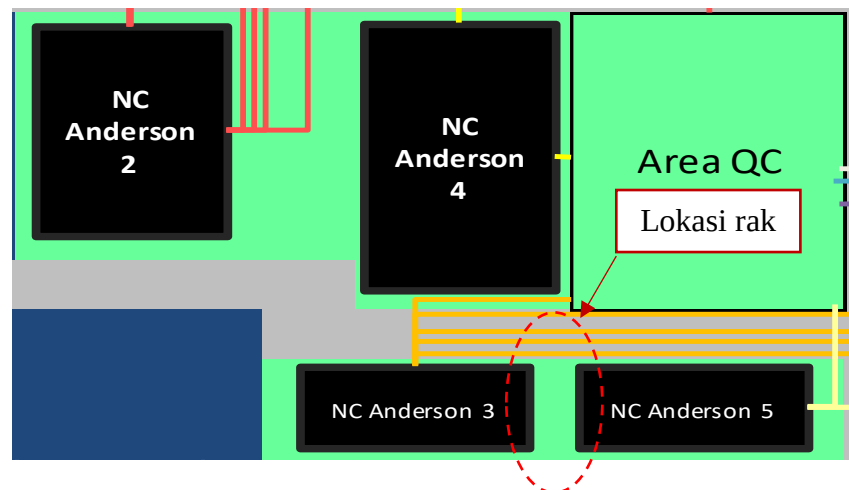
- c. Usulan untuk perbaikan pada rak jig di area kerja NC Heian karena kondisi rak jig yang ada sekarang pada bagian penyekatnya sudah mulai rusak sehingga selain karena faktor ukuran jig yang besar keadaan rak jig seperti ini juga menyulitkan operator dalam menaruh dan mengambil jig.



Gambar 6.5 Rak jig NC Heian

Usulan untuk perbaikan rak dan juga tata letak rak di area kerja mesin NC Anderson 2, 3, 4 dan 5 adalah karena keadaan aktual sekarang hanya terdapat 1 rak jig yang diperuntukkan untuk menyimpan jig-jig yang digunakan di mesin NC Anderson 2, 3, 4 dan 5. Khusus untuk NC Anderson 2 dan 3 usulan penulis yang berkaitan dengan hal tersebut adalah supaya perusahaan membuat rak jig baru untuk

NC Anderson 2 & 3 dengan tujuan memudahkan operator dalam menaruh dan mengambil jig saat melakukan *setup* mesin ketika pergantian kabinet sehingga dapat mempersingkat waktu *setup*. Berikut adalah *layout* lokasi rak (area yang ditandai dengan lingkaran merah) di area mesin NC Anderson 2, 3, 4 dan 5.



Gambar 6.6 Letak rak jig pada *layout*

6.2. Saran

Berdasarkan dari hasil penelitian dan kesimpulan, penulis memberikan beberapa saran yang ditujukan bagi perusahaan maupun bagi penelitian selanjutnya.

1. Saran bagi perusahaan adalah untuk menerapkan metode SMED di seluruh kelompok kerja yang didalamnya terdapat aktivitas *setup* mesin sebagai upaya untuk meminimasi *waste* waktu sehingga dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mesin. Usulan ini secara teknis dapat dilakukan karena metode ini merupakan metode sederhana yang bisa diterapkan untuk meminimasi waktu *setup* mesin.

Implementasi SMED memungkinkan adanya pengurangan waktu *setup*, melalui reorganisasi sumber daya internal perusahaan tanpa membutuhkan investasi yang signifikan. Untuk itu perlu dilakukan training kepada karyawan agar karyawan dari perusahaan dapat mengimplementasikan SMED dengan baik.

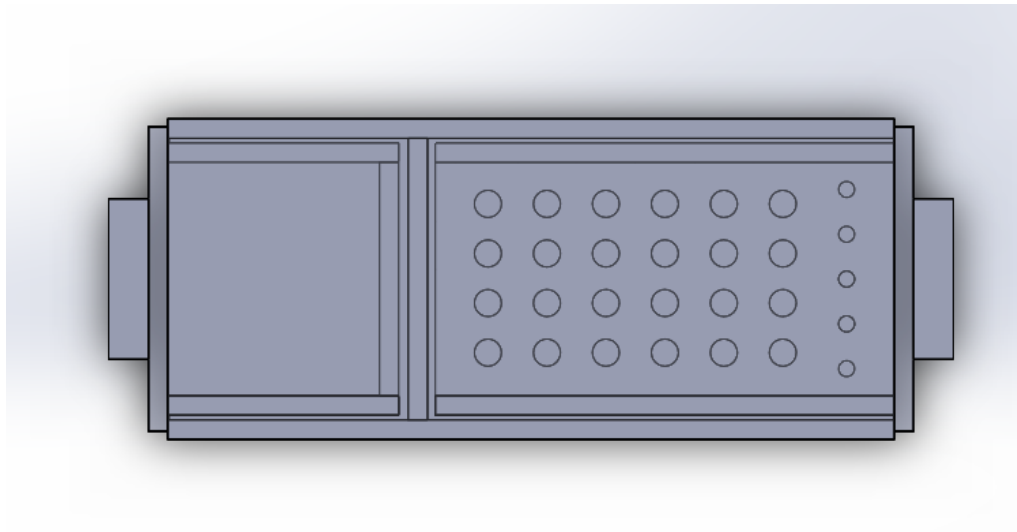
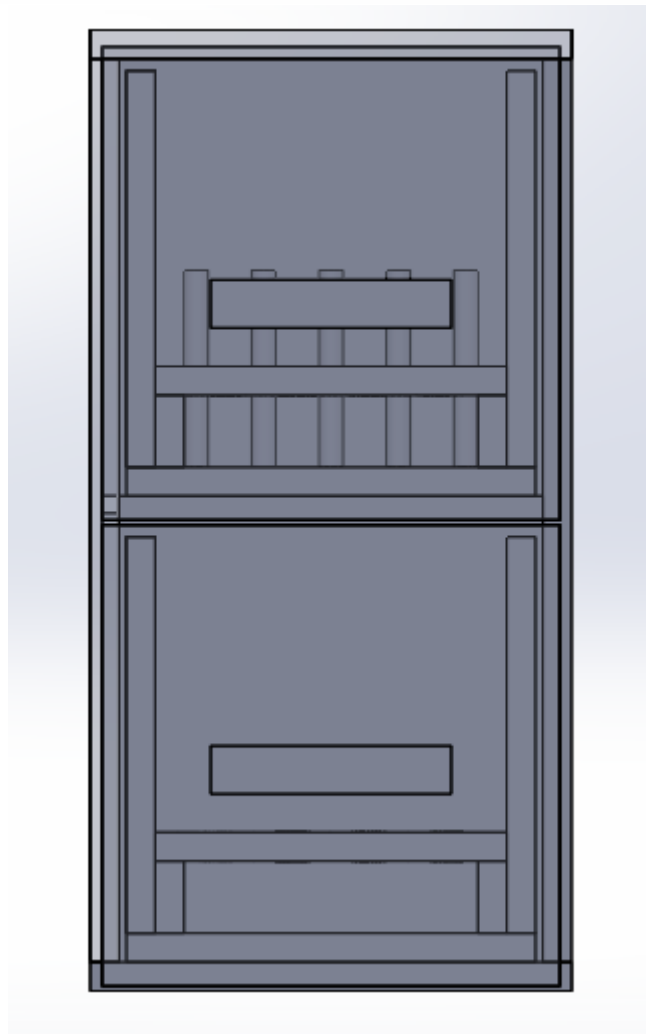
Selain dengan mengimplementasikan SMED, perusahaan juga diharapkan dapat meningkatkan kontrol terhadap penerapan 5S di lantai produksi dengan mengontrol kondisi aktual sekarang dilapangan untuk nantinya melakukan perbaikan-perbaikan seperti memperbiki rak jig yang ada, penataan lemari *tools*, *re-layout* lokasi rak jig, memastikan ketersediaan *tools* dan sebagainya.

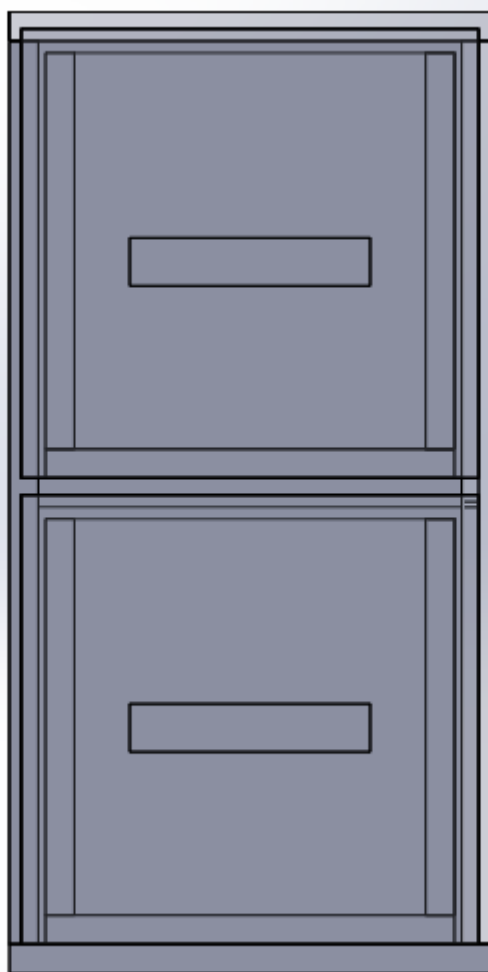
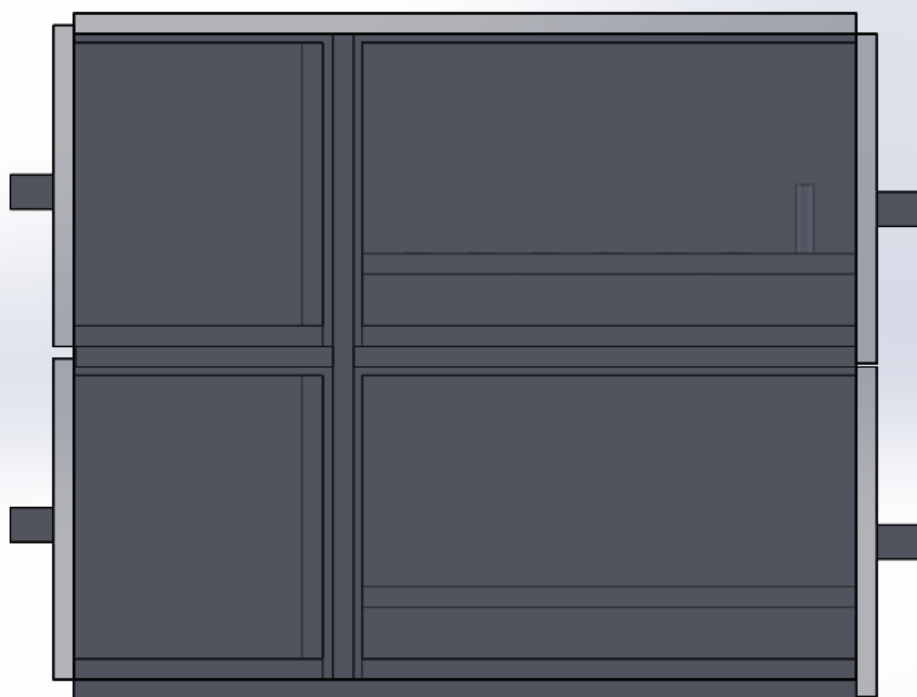
2. Untuk penelitian selanjutnya jika melakukan penelitian di kelompok kerja *NC Machining*, diharapkan dapat melakukan penelitian tentang penjadwalan kabinet yang masuk ke divisi *NC Machining* dari kelompok kerja sebelumnya atau kelompok kerja pemasok. Sehingga nantinya dalam penerapan SMED oleh perusahaan dapat semakin baik hasilnya karena teraturnya urutan kabinet yang masuk ke divisi *NC Machining*. Dengan teraturnya urutan kabinet yang masuk nantinya dapat dijadikan patokan dalam reorganisasi aktivitas *setup* mesin sehingga pada tahap persiapan *setup* bisa dimaksimalkan untuk mengurangi total waktu *setup* secara keseluruhan untuk tiap mesinnya.
3. Selain itu untuk saran pada penelitian selanjutnya jika nantinya ingin melakukan penelitian di kelompok kerja *NC Machining* ini, dapat melakukan penelitian tentang usulan perancangan tata letak fasilitas atau melakukan simulasi perubahan *layout* karena pada kelompok kerja ini salah satu kendalanya adalah keterbatasan area kerja sehingga kondisi *layout* aktual yang ada sekarang belum optimal.

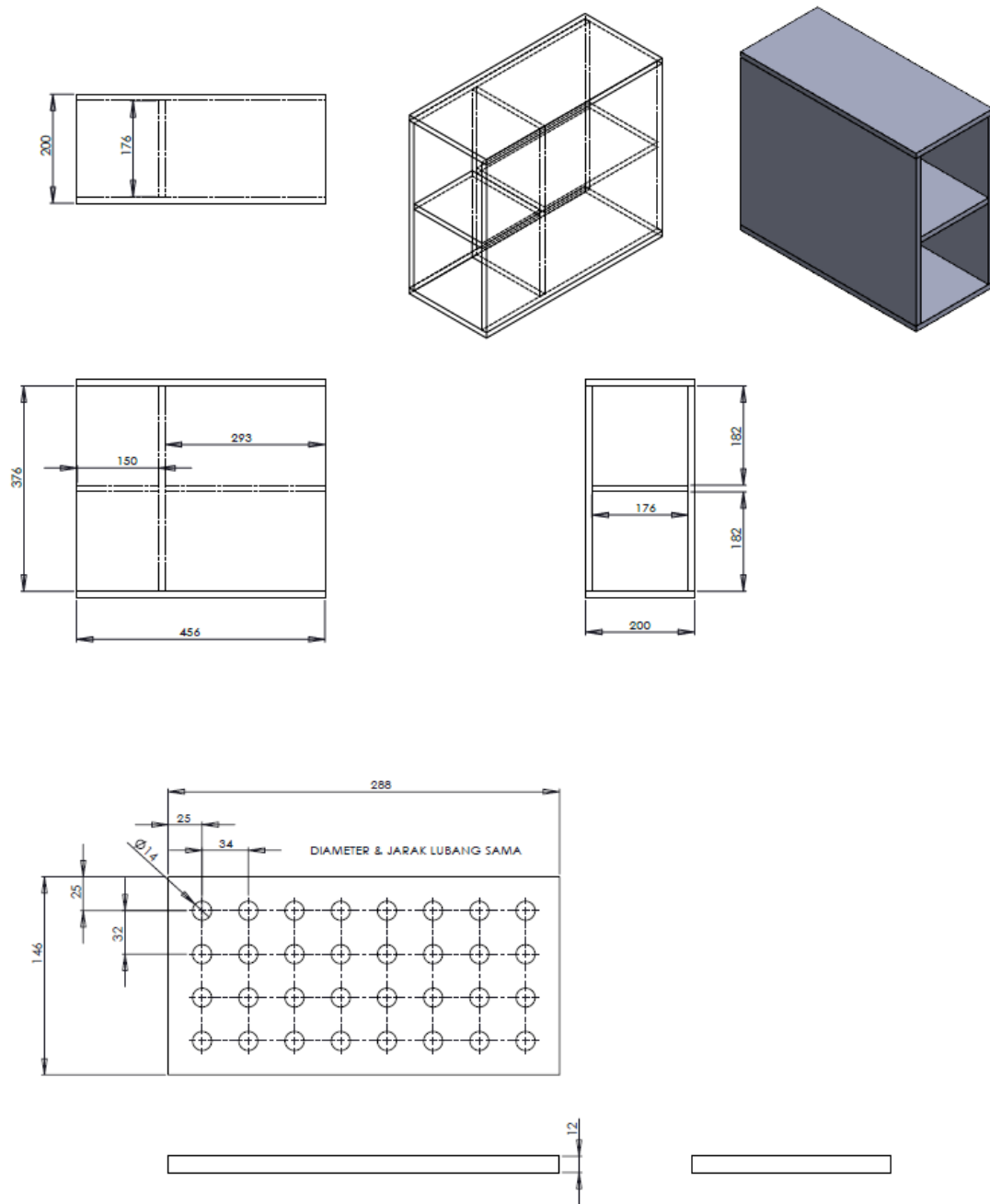
DAFTAR PUSTAKA

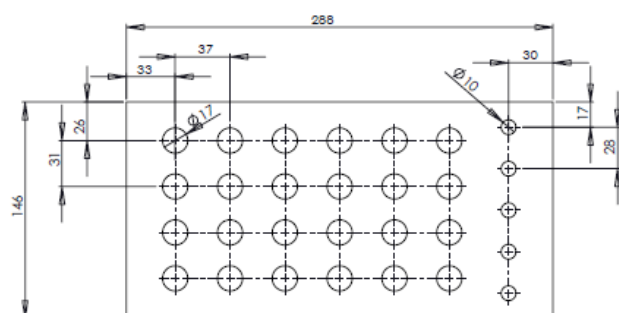
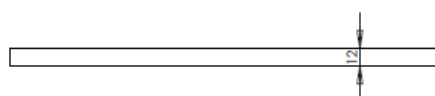
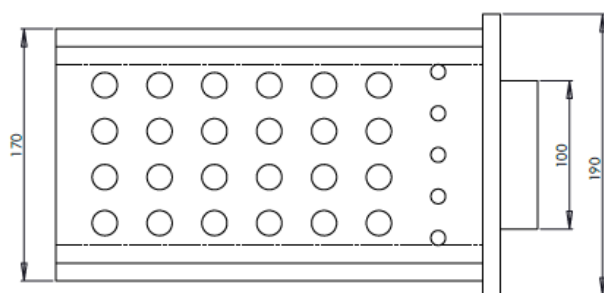
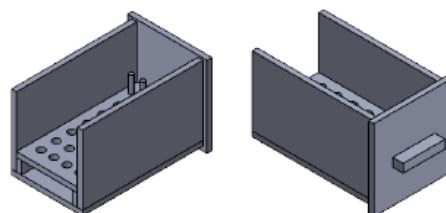
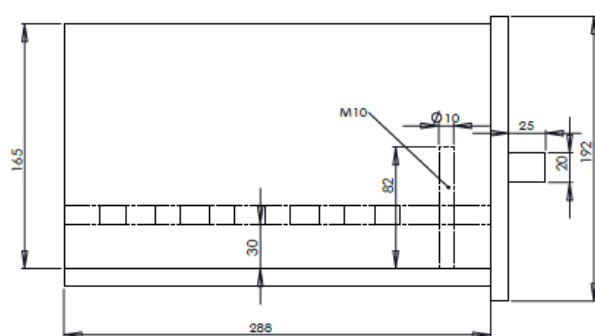
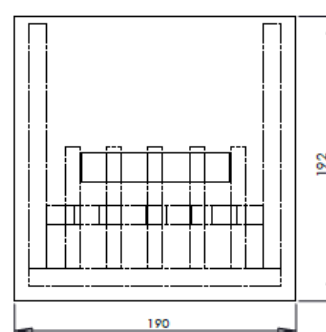
- Ashmore, C. (2001). Kaizen and the Art of Motorcycle Manufacture. *Engineering Management Journal* 11, 211-214.
- Askin, R. G., & Goldberg, J. B. (2001). *Design and Analysis of Lean Production Systems*. Indianapolis: Wiley.
- Gaspersz, V. (2007). *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Mulyana, A., & Hasibuan, S. (2017). Implementasi Single Minute Exchange of Dies (SMED) untuk Optimasi Waktu Changeover Model Produksi pada Panel Telekomunikasi. *SINERGI* 21, 107-114.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2003). *Methods, Standards, and Work Design*. Boston: McGraw-Hill.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland: Productivity Press.
- Rathi, N. (2009). *A Framework for the Implementation of Lean Techniques in Process Industries*. Texas: Texas Tech University.
- Saputra, R., Arianto, H., & Irianti, L. (2016). Usulan Meminimasi Waktu Set Up dengan Menggunakan Metode Single Minute Exchange Die (SMED) di Perusahaan X. *Reka Integra* 4 2, 206-18.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Cambridge: Productivity Press.
- Sriyanto, Nurkertamanda, D., & Ismail, A. N. (2006). Penerapan Metode RETAD untuk Mengurangi Waktu Set Up pada Mesin Milling P1 dan P2 Departemen Machining PT.Kubota Indonesia. *J@TI UNDIP* 1, 51-59.
- Suhardi, B., & Satwikaningrum, D. (2015). Perbaikan Waktu Set Up dengan Menggunakan Metode SMED. *Seminar Nasional IENACO 2015* (pp. 246-250). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sutalaksana, I. Z. (1979). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB Bandung.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2006). *Teknik perancangan sistem kerja*. Bandung: ITB Bandung.
- Wignjosoebroto, S. S. (1995). *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu: Teknik Analisis Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Jakarta: Guna Widya.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking (rev)*. New York: Simon & Schuster.

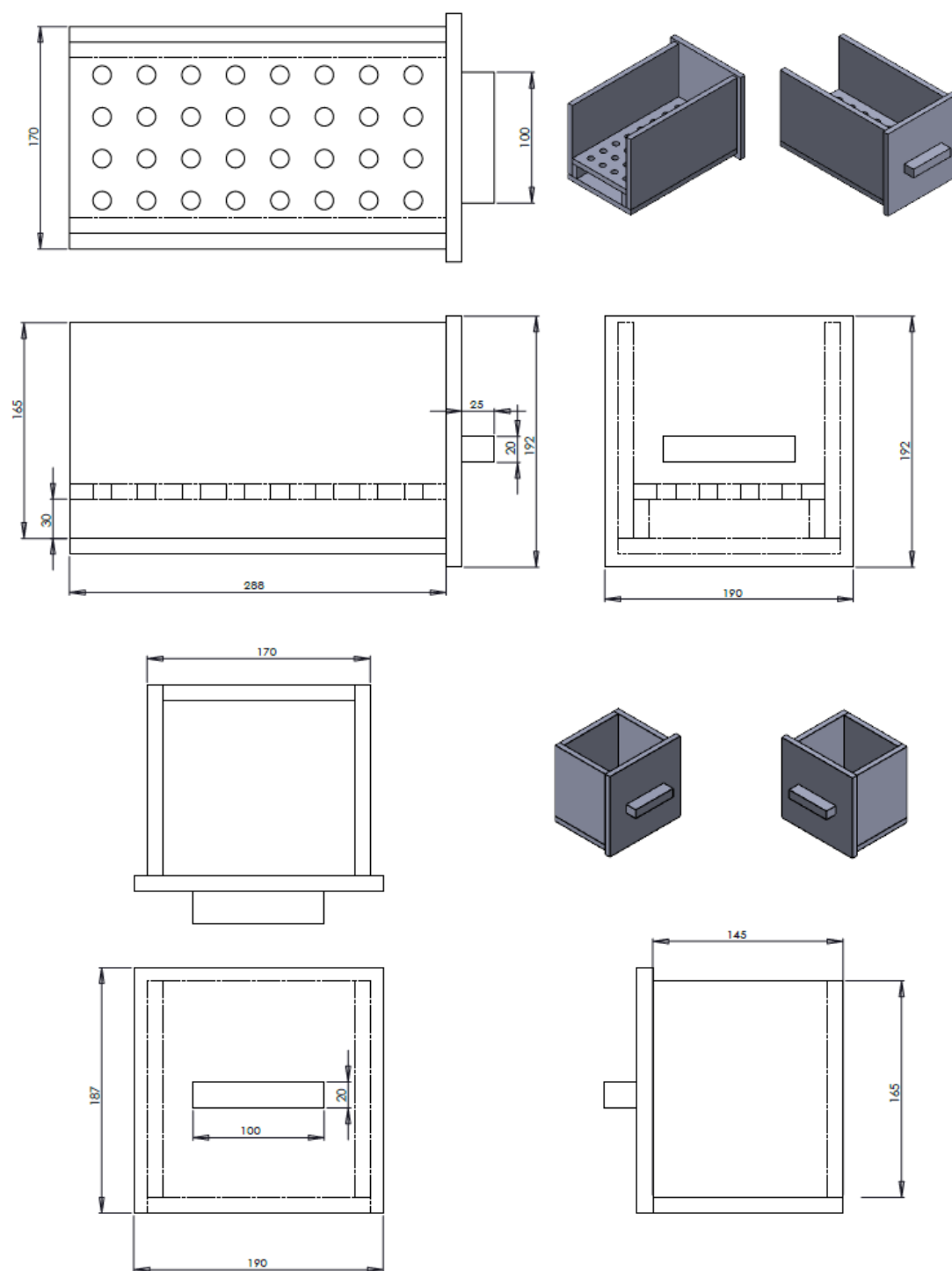
LAMPIRAN











FAKTOR	CONTOH PEKERJAAN	KELONGGARAN (%)	
A. TENAGA YANG DIKELUARKAN		EKIVALEN BEBAN	
		PRIA	WANITA
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	Tanpa beban	0.0-6.0
2. Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0.00-2.25 kg	6.0-7.5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2.25-9.00	7.5-12.0
4. Sedang	Mencangkul	9.00-18.00	12.0-19.0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	19.00-27.00	19.0-30.0
6. Sangat berat	Memanggul beban	27.00-50.00	30.0-50.0
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	Diatas 50 kg	
B. SIKAP KERJA			
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan	0.0 – 1.0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki	1.0 – 2.5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol	2.5 – 4.0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan	2.5 – 4.0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada dua kaki	4.0 – 10.0	

C. GERAKAN KERJA			
1. Normal		0	
2. Agak terbatas	Ayunan bebas dari bahu	0 – 5	
3. Sulit	Ayunan terbatas dari palu	0 – 5	
	Membawa beban berat dengan satu tangan		
4. Pada anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala	5 – 10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit	10 – 15	
D. KELELAHAN MATA *)		PENCAHAYAAN	
		BAIK	BURUK
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	0.0 - 6.0	0.0-6.0
2. Pandangan yang hamper terus-menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6.0 - 7.5	6.0-7.5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain	7.5 - 12.0	7.5-16.0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan yang sangat teliti	19.0-30.0	16.0-30.0

E. KEADAAN TEMPERATUR TEMPAT KERJA **)	TEMPERATUR (°C)	KELEMBABAN, NORMAL, BERLEBIHAN	
1. Beku	dibawah 0	Diatas 10	diatas 12
2. Rendah	0 – 13	10 – 5	12 – 5
3. Sedang	13 – 22	5 – 0	8 – 0
4. Normal	22 – 28	0 – 5	0 – 8
5. Tinggi	28 – 38	5 – 40	8 – 100
6. Sangat tinggi	diatas 38	diatas 40	diatas 100
F. KEADAAN ATMOSFER ***)			
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar	0	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan	0 – 5	
3. Kurang baik	Adanya debu beracun atau tidak beracun tapi banyak	5 – 10	
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya harus menggunakan alat pernafasan	10 – 20	

G. KEADAAN LINGKUNGAN YANG BAIK		
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5 – 10 detik		0 – 1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0 – 5 detik		1 – 3
4. Sangat bising		0 – 5
5. Jika faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0 – 5
6. Terasa adanya getaran lantai		5 – 10
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll.		5 – 10

*) = kontras antara warna hendaknya diperhatikan

** = tergantung juga pada keadaan ventilasi

*** = dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan = kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi: Pria = 0-2,5%
Wanita = 2-5%