

**DESAIN MODIFIKASI MESIN *AUTO LEVEL BUFF SMALL*  
UNTUK PENAMBAHAN KAPASITAS KABINET *SMALL*  
*UPRIGHT PIANO* DI PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun Oleh:**

**Nama : Agrillia Kendingata  
No. Mahasiswa : 18525071  
NIRM : 2018050001**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Bismillahirrahmanirrahim dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi sesuai hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 Juli 2022



Agrillia Kandinata

18525071

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**DESAIN MODIFIKASI MESIN *AUTO LEVEL BUFF SMALL*  
UNTUK PENAMBAHAN KAPASITAS KABINET *SMALL*  
*UPRIGHT PIANO* DI PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Agrillia Kandinata**

**No. Mahasiswa : 18525071**

**NIRM : 2018050001**

Yogyakarta, 06 Juni 2022

Pembimbing,

  
Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

## LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

### DESAIN MODIFIKASI MESIN *AUTO LEVEL BUFF SMALL* UNTUK PENAMBAHAN KAPASITAS KABINET *SMALL* *UPRIGHT PIANO* DI PT. YAMAHA INDONESIA

#### TUGAS AKHIR

##### Disusun Oleh:

Nama : Agrillia Kandinata  
No. Mahasiswa : 18525071  
NIRM : 2018050001

##### Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

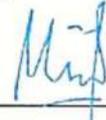
Ketua



Tanggal : 06 Juli 2022

Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T

Anggota I



Tanggal : 06 Juli 2022

Muhammad Ridlwan, S.T., M.T

Anggota II



Tanggal : 06 Juli 2022



Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Ridwono, S.T., M.Eng.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebuah karya kecil ini dipersembahkan untuk:

Bu Nanik dan Pak Johari, S.E.,

Ibu, wanita nomor satu di dunia

Ayah, sosok panutan, *pro-educator*

Mas Tata, S.Ak., dan Adik Gesta

Mas, si kere yang kaya

Adik, si kere yang memang kere

Saudara dan musuh dalam rumah



Terimakasih banyak atas sumbangan dan peralatan hidupnya dalam mendukung tulisan ini yang tak bisa disebutkan semua karena terlalu banyak yang dipinjam.

## HALAMAN MOTTO



إني رأيت و قوف الماء يفسده  
إن ساح طاب وإن لم يجر لم يطب  
الإمام الشافعي —

*Growing Up as An Introvert in a World That Can't Stop Talking*

- 'Quite Power' book of Susan Cain-

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

## KATA PENGANTAR

*Abda'u bismillahi-l-ladzii lahu-l-asmaau-l-husnaa,,,*

*Alhamdulillah sahhalah wa yassara wa laa yu'assira,,,*

Segala puji ke hadirat Allah 'azza wa jalla tsanaauhu yang telah melimpahkan nikmatnya dan memudahkan penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir pada waktu yang tepat. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka dari itu, izinkan penulis untuk mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah 'azza wa jalla tsanaauhu yang telah memudahkan penulis dalam mencari topik tugas akhir, melaksanakan tugas akhir, serta menulis laporan tugas akhir ini.
2. Ayah dan Ibu, yang telah memfasilitasi penulis baik dari segi materi, doa, dan dukungan kepada penulis untuk melaksanakan studi di program studi Teknik Mesin sehingga sampai ke tahap tugas akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng. Risdiyono,S.T., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr.Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi banyak bantuan dan saran kepada penulis agar dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
5. Segenap dosen Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Bapak H. Syamsuddin D.S Selaku Wakil Presiden Direktur PT. Yamaha Indonesia dan jajarannya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan tugas akhir di PT. Yamaha Indonesia.
7. Bapak Mohammad Syah Fatahillah, Pak Yusuf, Pak Syaiful, Pak Panji Victory dan Mas Bana, selaku pembimbing lapangan di PT. Yamaha Indonesia yang telah membimbing, memberikan informasi dan pengalaman yang sangat berguna bagi penulis dalam melaksanakan dan mengerjakan Tugas Akhir

8. Muh Luqman Khakim (pak hakem), sebagai teman, motivator terselubung, dan partner belajar, diskusi, serta semua teman-teman yang lain yang belum sempat saya sebut namanya satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena kurangnya kemampuan penulis. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai evaluasi untuk penulisan laporan tugas akhir maupun karya tulis lain selanjutnya. Semoga, laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 16 Juni 2022



Agrillia Kendinata

18525071



## ABSTRAK

Proses lini piano dimulai dari pembentukan tiap kabinet dengan material dasar kayu yang diikuti dengan proses *buffing* untuk menghilangkan alur *sanding* dan membuat permukaan piano tampak mengkilap. Pada prosesnya terdapat dua mesin, mesin *auto level buff* dan mesin *edge buff* dikarenakan bentuk dan dimensi kabinet yang tidak bisa diproses hanya pada satu mesin saja. Untuk itu, diperlukan desain rancangan pembaharuan pada mesin *auto level buff* dengan mengaplikasikan metodologi DFMEA untuk analisis *potential failure modes* yang terkait dengan karakteristik desain dan ketentuan nilai RPN. Pemodelan desain 2D dan 3D memanfaatkan teknologi *Computer Aided Design* (CAD) yang terfokus pada modifikasi komponen kaki penyangga dan mampu mereduksi langkah kerja dan pengurangan waktu dengan total *saving time* 189menit per hari. Penerapan hasil *kaizen* dapat meminimalisir proses pengalihan serta pemakanan pada kabinet yang berefek terhadap penambahan kapasitas dan diharapkan akan meningkatkan produktivitas serta sistem kerja keseluruhan proses.

Kata kunci: *kaizen*, *buffing*, DFMEA

## ABSTRACT

*The piano line process starts by forming each cabinet with a wood base material followed by a buffing process to remove sanding grooves and make the piano surface look shiny. In the process there are two machines, an auto level buff machine and an edge buff machine because the shape and dimensions of the cabinet cannot be processed on one machine only. For this reason, it is necessary to design an updated design on the auto-level buff engine by applying the DFMEA methodology to analyze potential failure modes related to the design characteristics and the provisions of the RPN value. The 2D and 3D design modeling utilizes Computer-Aided Design (CAD) technology which focuses on modifying the components of the support legs that can reduce work steps and time with a total saving of 189 minutes per day. Applying kaizen results can minimize the process of shifting and eating in the cabinet which has an effect on increasing capacity and is expected to increase productivity and the overall work system of the process.*

*Keywords: kaizen, buffing, DFMEA*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Pernyataan keaslian .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing .....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iv
Halaman Persembahan .....	v
Halaman Motto .....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Abstrak .....	ix
Daftar Isi .....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar .....	xiii
Daftar Notasi.....	xiv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	3
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Kaizen.....	6
2.2.2 Perancangan.....	6
2.2.3 <i>Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)</i> .....	7
2.2.4 Motor Penggerak .....	8
2.2.5 <i>Pulley dan V-Belt</i> .....	8
2.2.6 <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	9
Bab 3 Metode Penelitian .....	10
3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah .....	10

3.2	Pengumpulan Data .....	12
3.2.1	Kondisi Mesin <i>Auto Level Buff</i> Sebelum Modifikasi .....	12
3.2.2	Kabinet Kerja.....	13
3.2.3	<i>Layout</i> Alur Proses Kabinet <i>Small UP</i> .....	14
3.2.4	Alur Proses Mesin <i>Auto Level Buff Small</i> dan <i>Edge Buff</i> .....	14
3.2.5	Target Produksi .....	17
3.2.6	Waktu Proses <i>Buffing</i> .....	18
3.3	Konsep Perancangan Modifikasi Mesin <i>Auto Level Buff</i> .....	20
3.4	Analisis FMEA .....	21
3.4.1	Identifikasi Fungsi dan Proses .....	21
3.4.2	Analisis Kegagalan .....	22
3.5	Menentukan Motor Penggerak.....	25
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	29
4.1	Hasil Perancangan Modifikasi Mesin <i>Auto Level Buff Small</i> .....	29
4.1.1	Desain Rancangan Kaki Penyangga .....	30
4.1.2	Desain Rancangan <i>Head Buff</i> .....	30
4.2	Perhitungan Untuk Menentukan Motor Penggerak .....	31
4.3	Efek Setelah Modifikasi.....	33
4.4	Potensi Waktu Mesin <i>Auto Level Buff</i> Setelah Modifikasi .....	33
4.5	Analisis <i>Break Even Point</i> (BEP) .....	35
Bab 5	Penutup.....	38
5.1	Kesimpulan .....	38
5.2	Saran atau Perancangan Selanjutnya .....	38
	Daftar Pustaka .....	39
	LAMPIRAN 1 TABEL <i>GUIDELINE</i> SISTEM FMEA .....	41
	LAMPIRAN 2 DRAFT RANCANGAN MESIN .....	44
	LAMPIRAN 3 <i>BILL OF MATERIALS</i> .....	46
	LAMPIRAN 4 SPESIFIKASI MOTOR .....	47
	LAMPIRAN 5 SURAT KETERANGAN .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Dimensi Kabinet Kerja.....	14
Tabel 3-2 Alur Proses Kerja Pada Mesin <i>Auto Level Buff</i> .....	15
Tabel 3-3 Alur Proses Kerja Pada Mesin <i>Edge Buff</i> .....	16
Tabel 3-4 Target Produksi .....	17
Tabel 3-5 <i>Flow Process Chart</i> (FPC) Pada Proses <i>Buffing</i> .....	19
Tabel 3-6 Waktu yang Dibutuhkan Pada Mesin <i>Auto Level Buff</i> dan <i>Edge Buff</i> . 19	
Tabel 3-7 Identifikasi Fungsi dan Proses Pada Mesin <i>Auto Level Buff</i> .....	22
Tabel 3-8 Tabel Hasil DFMEA .....	24
Tabel 4-1 Asumsi Beban .....	31
Tabel 4-2 <i>Flow Process Chart</i> (FPC) Sesudah <i>Kaizen</i> .....	34
Tabel 4-3 Estimasi Waktu Sebelum dan Sesudah Penerapan <i>Kaizen</i> .....	34
Tabel 4-4 Perbandingan Waktu Pada Mesin <i>Auto Level Buff</i> .....	35
Tabel 4-5 Ringkasan Estimasi Pembuatan Mesin .....	35
Tabel 4-6 <i>Break Even Point</i> Mesin <i>Auto Level Buff</i> .....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3-1 a) Mesin <i>Auto Level Buff</i> , b) Mesin <i>Edge Buff</i> .....	10
Gambar 3-2 Posisi Kabinet di Atas Meja Kerja Mesin <i>Auto Level Buff</i> a) Posisi Vertikal, b) Posisi Horizontal .....	11
Gambar 3-3 Pengoperasian Manual Pada Mesin <i>Edge Buff</i> .....	11
Gambar 3-4 Mesin <i>Auto Level Buff</i> Sebelum Modifikasi.....	12
Gambar 3-5 Komponen Utama Mesin <i>Auto Level Buff</i> Sebelum Modifikasi .....	13
Gambar 3-6 Kabinet Kecil Piano Jenis <i>Upright</i> .....	13
Gambar 3-7 Kabinet <i>Side Arm B3</i> .....	13
Gambar 3-8 <i>Layout</i> pada kelompok kerja <i>buffing small UP</i> .....	14
Gambar 3-10 Area Pemakanan Proses <i>Buffing</i> .....	18
Gambar 3-11 Modifikasi Kaki Penyangga .....	20
Gambar 3-12 Modifikasi Meja .....	21
Gambar 3-13 Ilustrasi Proses <i>Buffing</i> .....	25
Gambar 3-14 Diagram Alur.....	28
Gambar 4-1 Hasil Rancangan Desain Mesin <i>Auto Level Buff</i> .....	29
Gambar 4-2 Desain Rancangan Pada Kaki Penyangga .....	30
Gambar 4-3 Desain Rancangan <i>Head Buff</i> .....	30
Gambar 4-4 Posisi Kabinet Setelah Modifikasi .....	33

## DAFTAR NOTASI

$SFM$	= <i>Surface Feet per Minute</i> (kecepatan putar)
$d$	= Diameter ( <i>inch</i> )
$F_t$	= Gaya tangensial (N)
$F_n$	= Gaya Normal (N)
$\mu_s$	= Koefisien Gesek
$T_2$	= Torsi <i>Output</i> (Nm)
$i$	= Rasio terjadi
$d_1$	= Diameter <i>pulley</i> penggerak rencana(mm)
$d_2$	= Diameter <i>pulley</i> pengikut rencana(mm)
$T_1$	= Torsi yang dibutuhkan (Nm)
$T_2$	= Torsi <i>output</i> (Nm)
$n_1$	= Kecepatan putar <i>input</i> (rpm)
$n_2$	= Kecepatan putar <i>output</i> (rpm)
$P_r$	= Daya motor rencana (kW)
$P_d$	= Daya motor yang dibutuhkan (rpm)
$\eta_{motor}$	= Efisiensi motor penggerak
$\eta_{belt}$	= Efisiensi transmisi <i>belt</i>
$a$	= <i>saving time</i> hasil kaizen per hari (menit)
$p$	= Hari efektif kerja tiap bulan (hari)
$w_r$	= <i>Wage rate</i> karyawan
$b$	= Biaya pembuatan mesin (\$)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan suatu proses produksi dituntut untuk lebih cepat dan efektif dengan kualitas produk yang memiliki standaritas tinggi. Peningkatan kualitas berkaitan erat dengan sumber daya manusia dan teknologi. Oleh karena itu, perbaikan berkesinambungan diterapkan atau dalam istilah Jepang disebut “*kaizen*” untuk mengurangi produk cacat dengan mengendalikan kualitas mutu produk dalam peningkatan produktivitas. Budaya *kaizen* ini juga diberlakukan di PT. Yamaha Indonesia yang bergerak dibidang pembuatan dan perakitan alat musik piano yang terdiri dari dua jenis yaitu *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP). Jaminan kualitas yang diberikan mampu menjangkau pangsa pasar baik domestik maupun mancanegara dengan produk yang diekspor mencapai 97% [1].

Secara inklusif, alur proses produksi piano dimulai dari pembentukan tiap kabinet piano dengan material dasar kayu sesuai standar yang telah ditentukan. Setelah itu, kabinet akan melalui proses pengecatan dan pemolesan di departemen *painting*. Alasan utama pemolesan dilakukan yakni untuk menghilangkan sejumlah besar bahan guna menghaluskan permukaan tertentu. Proses ini diikuti dengan proses *buffing* untuk menghilangkan alur hasil *sanding* atau pengamplasan sehingga permukaan piano tampak halus dan mengkilap [2]. Hampir keseluruhan komponen pembentuk piano akan melalui proses *buffing* termasuk kabinet kecil pada piano jenis *Upright*. Instrumen yang digunakan dalam proses *buffing* kabinet ini belum sepenuhnya dilakukan secara otomatis dikarenakan bentuk dan dimensi kabinet yang tidak bisa diproses hanya pada satu mesin saja. Sehingga pada kondisi aktual, terdapat dua mesin dalam prosesnya yaitu, mesin *auto level buff* dan mesin *edge buff*.

Mesin *auto level buff* merupakan mesin yang digunakan untuk proses *buffing* tepian secara otomatis. Pada pengoperasiannya, jangkauan gerak *axis z* yang terbatas pada lintasan *head buff* mengharuskan kabinet disusun dengan posisi horizontal. Selain itu, beberapa tepian jenis kabinet perlu dilakukan dua kali pemakanan yang disebabkan oleh kain *buff* yang hanya bisa mengenai sebagian

dari keseluruhan tepian kabinet. Sehingga, kabinet yang tidak dapat dikerjakan dengan mesin *auto level buff* akan dialihkan ke mesin *edge buff* dengan pengoperasian manual oleh operator. Proses pengalihan kabinet ini berpengaruh terhadap lamanya waktu yang diperlukan dalam proses satu kabinet dengan *buffing* keseluruhan tepian.

Mengacu pada permasalahan tersebut, maka diperlukan rancangan dan pembaharuan pada mesin *auto level buff* yang mampu memproses *buffing* tepian kabinet dengan posisi vertikal. Selain itu, konsep modifikasi dapat meminimalisir proses pengalihan dan pemakanan pada kabinet sehingga berefek terhadap penambahan kapasitas yang diharapkan akan meningkatkan produktivitas serta sistem kerja keseluruhan proses.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan pada latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah pada perancangan ini sebagai berikut:

1. Bagaimana konsep modifikasi desain pada mesin *auto level buff* yang dapat melakukan proses *buffing* tepian pada permukaan kabinet kecil UP dengan posisi vertikal?
2. Bagaimana dampak yang dihasilkan dari modifikasi mesin *auto level buff* terhadap sistem kerja pada kelompok *Buffing Small UP*?

## **1.3 Batasan Masalah**

Pada perancangan ini, dibuat beberapa batasan masalah untuk memfokuskan pada masalah yang akan dikaji serta pembahasan yang terarah, yaitu sebagai berikut:

1. Perancangan dilakukan di kelompok *Buffing Small UP* Departemen *Painting* PT. Yamaha Indonesia
2. Perancangan pada desain modifikasi mesin *auto level buff* ditujukan untuk memproses kabinet *small UP* di departemen *Painting* kelompok kerja *Buffing Small UP*.
3. Acuan desain modifikasi menggunakan referensi katalog yang digunakan PT. Yamaha Indonesia

4. Desain menggunakan perangkat lunak *SOLIDWORKS* dan *AutoCAD Mechanical*
5. Tidak membahas analisis struktur dan bagian elektrikal

#### **1.4 Tujuan Perancangan**

Adapun tujuan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui, menerapkan, dan meninjau komponen kritis dalam prioritas perancangan mesin *auto level buff*.
2. Merancang mesin *auto level buff* agar proses *buffing edge* pada tepian kabinet *small UP* dapat dilakukan dengan posisi vertikal sehingga kapasitas kabinet pada mesin dapat bertambah.
3. Menurunkan *Standard Time* (ST) pada proses *buffing edge* karena pada setiap tepian kabinet proses *buffing* cukup dilakukan satu langkah.

#### **1.5 Manfaat Perancangan**

Manfaat yang dapat diperoleh dari perancangan ini adalah meningkatnya efektivitas dan efisiensi mesin dengan bertambahnya kapasitas kabinet yang diperoleh dari hasil modifikasi mesin yang dapat melakukan proses *buffing* tepian kabinet pada posisi vertical.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan digunakan untuk mempermudah pembahasan agar perancangan tetap pada jalurnya. Penjelasan mengenai perancangan ini disusun dengan urutan sebagai berikut:

##### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.

##### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Memuat kajian pustaka yang berasal dari penelitian terdahulu terkait dengan modifikasi desain pada mesin serta teori-teori yang mempertegas dan melandasi perancangan.

##### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Menguraikan metode yang digunakan dalam perancangan, mulai dari kerangka rencana perancangan, objek dan subjek perancangan, observasi lapangan & pengumpulan data, konsep modifikasi desain, dan analisis *Failure Modes and Effects Analysis*, serta data yang dibutuhkan dalam pelaksanaan dan penyusunan perancangan.

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

Menyajikan hasil analisis dan pembahasan yang telah diperoleh dari analisis *Failure Modes and Effects Analysis* mengenai komponen kritis dalam prioritas perancangan desain modifikasi mesin serta perhitungan potensi waktu dan *Break Event Point*.

#### **BAB 5 PENUTUP**

Mengemukakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan dari seluruh proses dan saran untuk perancangan

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kajian Pustaka

Indikator dalam peningkatan produktivitas salah satunya adalah keadaan mesin produksi dimana keadaan tersebut dapat terjaga dengan dilakukannya pemeliharaan (*maintenance*) yang efektif dan efisien [3]. Pemeliharaan adalah fungsi pemantauan dan pemeliharaan fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas untuk memastikan unit beroperasi selama proses dan meminimalkan waktu henti akibat kerusakan atau perbaikan. Sebelum tindakan pemeliharaan, terlebih dahulu dilakukan analisis kerusakan pada mesin. Mesra (2020) dalam analisis pemeliharaan pompa sentrifugal digunakan metode *Failure Mode Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan dan membuat mitigasi resiko berdasarkan peringkat kerusakan [4]. Metode FMEA dalam Kurniyawan dkk digunakan dalam pemindaian *defect* terhadap pada produk isolator dengan tujuan untuk mengurangi resiko kegagalan proses produksi [5].

Stamatis (2003), sebuah desain atau produk FMEA biasanya dicapai melalui serangkaian langkah-langkah untuk memasukkan komponen, subsistem/sub-rakitan, dan/atau sistem/rakitan [6]. Desain FMEA adalah proses evolusi (dinamis sebagai lawan dari statis) yang melibatkan penerapan berbagai teknologi dan metode untuk menghasilkan sebuah keluaran desain yang efektif. Tahapan awal desain dilakukan tinjauan untuk menentukan dan memilih pendekatan desain untuk memenuhi kebutuhan fungsional produk. Hasilnya adalah deskripsi fitur produk, perkiraan biaya produksi, perkiraan penggunaan seumur hidup, dan deskripsi penggunaan terhadap lingkungan yang dapat diperkirakan.

Pada Perancangan yang telah dilakukan Neermarga dan Martis dalam *design and fabrication of automatic shoe polishing machine*, mesin ini dimaksudkan untuk mencengkeram sepatu di tempat yang tepat dan melakukan tindakan *buffing* untuk mendapatkan efek mengkilap dan untuk memastikan kerusakan minimum [7]. Sistem otomatis pada mesin akan mengarah pada pengurangan keterlibatan manusia dalam prosesnya. Perancangan yang sama dilakukan oleh Viswanath dkk (2020), desain mesin pemoles sepatu dengan

permasalahan utama yang muncul pada jenis mesin manual perlu perhatian lebih untuk otomatisasi dengan pengembangan inovasi. Otomasi dilakukan untuk mereduksi pekerjaan manusia dan meningkatkan kualitas hasil pada produk.

Berdasarkan kajian tersebut, penerapan *kaizen* pada mesin *buffing* akan dirancang dan dimodifikasi dengan menggunakan metode *FMEA Design* untuk mendemonstrasikan solusi rekayasa dengan persyaratan fungsional. Rancangan mesin *buffing* dibuat dengan sistem otomatis, sehingga operator hanya melakukan bagian *handling* dan *setting*.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Kaizen**

Istilah *kaizen* dikenal sebagai metode terbaik dalam peningkatan kinerja perusahaan dengan menggunakan biaya paling rendah. Sebagai kegiatan pemeliharaan, *kaizen* memelihara teknologi, sistem manajemen, dan standar operasional yang ada sekaligus menjaga standar tersebut melalui pelatihan serta disiplin dengan tujuan agar semua karyawan dapat mematuhi prosedur pengoperasian standar yang telah ditetapkan. Penerapan *kaizen* bisa dilakukan di awal proses produksi, pada saat proses produksi, hingga proses akhir barang tersebut disimpan digudang dan siap dikirim ke *customer*. Sehingga barang yang dihasilkan memiliki nilai jual yang tinggi dengan kualitas yang baik. Selain itu dengan penerapan *kaizen* akan menurunkan biaya produksi dengan cara menurunkan jumlah barang yang rusak atau NG [8].

### **2.2.2 Perancangan**

Perancangan adalah kegiatan yang memiliki tujuan untuk mendesain sistem baru yang dapat menyelesaikan masalah-masalah yang dihadapi perusahaan yang diperoleh dari pemilihan alternatif sistem yang terbaik [9]. Desain sebagai salah satu bagian dari perancangan berperan dalam terjemahan fisik mengenai berbagai aspek dan manifestasi kebudayaan yang berwujud produk dari nilai-nilai yang berlaku pada kurun waktu tertentu. Mengutip dari Dreyfuss (1967) dalam penelitian Budiastuti dan GF, bahwa terdapat lima tujuan penting desain industri dalam mengembangkan produk baru [10], antara lain:

1. *Utility*, produk yang digunakan harus aman terhadap manusia, mudah pada saat pengoprasian/digunakan.
2. *Appearance*, bentuk yang unik dipadukan dengan garis yang tegas dan pemberian warna menjadi kesatuan yang menarik untuk produk.
3. *Easy to maintenance*, produk dirancang bukan hanya sebatas penggunaan saja akan tetapi harus dirancang agar mudah dalam pemeliharaan dan perbaikan.
4. *Low cost*, produk yang didesain harus dapat diproduksi dengan biaya yang rendah agar dapat bersaing.
5. *Communication*, desain produk harus dapat mengaplikasikan nilai-nilai dari pilosopi dan misi perusahaan sebagai cara mengkomunikasikan pilosopi dan misi perusahaan kepada masyarakat

### **2.2.3 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)**

Menurut Kimura (2002), *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) merupakan metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dengan menganalisis pengaruh kegagalan terhadap kendala sistem [11]. Kegagalan komponen dapat dinilai dengan level khusus dari sistem yang kritis dan tindakan yang perlu dilakukan untuk memperbaiki desain serta mengeliminasi atau mereduksi probabilitas. Secara eksplisit, FMEA terfokus pada pencegahan *defects*, peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja serta meningkatkan kepuasan pelanggan (*customer satisfaction*) [12].

Dasar substansi dari metode FMEA terletak pada potensi kegagalan yang menjadi penyebab terganggunya proses produksi. Sehingga, setiap desain, fungsi, dan proses produk akan dianalisis secara menyeluruh risiko dan dampak yang ditimbulkan. Hasil akhirnya adalah nilai total berupa *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengukur risiko dari mode kegagalan dan menentukan tingkat skala prioritas perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu. Nilai RPN didapatkan melalui hasil perkalian bobot dari *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D) dengan persamaan berikut:

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection \quad (2.1)$$

Dimana:

$S$  = Mengacu pada seriusnya dampak dari suatu potensial *failure mode*

$O$  = Mengacu pada beberapa frekuensi terjadinya cacat

$D$  = Kontrol proses yang akan mendeteksi spesifik akar penyebab kegagalan

Setelah mengetahui nilai RPN dan tingkatan presentase dari masing-masing kegagalan, maka ditentukan nilai RPN kritis untuk memberikan informasi batasan nilai dari *failure mode* yang ada. Jika nilai RPN dari tiap kegagalan kritis, maka gangguan tersebut dikategorikan gangguan yang harus segera ditangani perusahaan.

#### 2.2.4 Motor Penggerak

Motor listrik merupakan alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Alat yang berfungsi sebaliknya, mengubah energi mekanik menjadi energi listrik disebut generator atau dinamo. Perubahan ini dilakukan dengan mengubah tenaga listrik menjadi magnet yang disebut sebagai elektromagnet. Dengan menggunakan torsi dan kecepatan yang bekerja maka daya motor dapat ditentukan dengan rumus:

$$P = \frac{T \times \pi \times n \times 2}{60} \quad (2.1)$$

Dimana:

$P$  = Daya motor (watt)

$T$  = Torsi motor yang dibutuhkan (Nm)

$n$  = Putaran akibat motor listrik

#### 2.2.5 Pulley dan V-Belt

*Pulley* sebagai pengubah kecepatan dari sumber daya yang digunakan untuk mereduksi kecepatan yang dihasilkan dari sumber daya yakni berasal dari motor listrik. Jarak yang memisahkan antara dua buah poros mengakibatkan tidak memungkinkannya menggunakan transmisi langsung dengan roda gigi. Sehingga dapat digunakan *v-belt* yaitu, salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Tenunan atau semacamnya dipergunakan sebagai inti belt untuk membawa tarikan yang besar [13]. *V-belt*

dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada pulley ini mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Gaya gesekan juga akan bertambah karena pengaruh bentuk *pulley*, yang akan menghasilkan tranmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah.

### **2.2.6 Break Even Point (BEP)**

*Break Even Point* (BEP) merupakan kondisi perusahaan yang dalam operasionalnya tidak mendapat keuntungan dan juga tidak menderita kerugian. Mengutip Pujawan (2004) dalam penelitian Hidayat., dkk, BEP adalah suatu titik jumlah produksi atau penjualan yang harus dilakukan agar biaya yang dikeluarkan dapat tertutupi kembali atau nilai dimana profit yang diterima adalah nol. Analisis BEP digunakan untuk mempelajari hubungan antara volume penjualan dan profitabilitas. Analisis ini disebut juga sebagai analisis impas, yaitu suatu metode untuk menentukan titik tertentu dimana penjualan dapat menutup biaya, sekaligus menunjukkan besarnya keuntungan atau kerugian perusahaan jika penjualan melampaui atau berada di bawah titik.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

Untuk mendukung proses pengerjaan tugas akhir dengan judul desain modifikasi mesin *auto level buff small* untuk penambahan kapasitas kabinet *small UP* di PT. Yamaha Indonesia, maka diperlukan adanya penjelasan metode lebih lanjut mengenai tahapan-tahapan pengerjaan. Perancangan ini menggunakan perangkat lunak *SOLIDWORKS* dan *AutoCAD Mechanical* di ikuti dengan perhitungan manual (*manual calculation*). Perangkat lunak *SOLIDWORKS* digunakan untuk membuat model tiga dan dua dimensi dari desain mesin, sedangkan *AutoCAD Mechanical* digunakan untuk membuat gambar dua dimensi dari posisi kabinet pada mesin sebelum dan setelah modifikasi dilakukan.

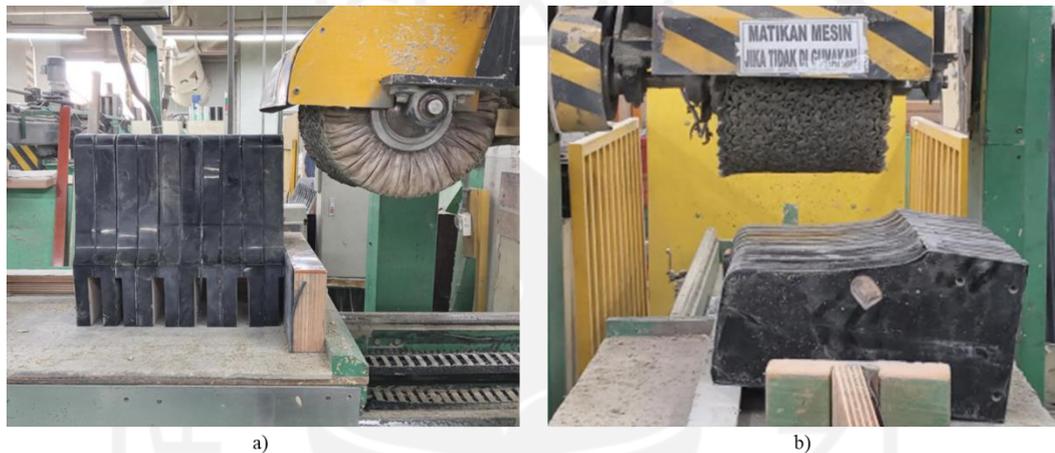
#### 3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahap awal perancangan dimulai dengan mengidentifikasi masalah menggunakan metode observasi yaitu pengamatan secara langsung dan tidak langsung. Pengamatan dilakukan terhadap kondisi aktual lapangan di departemen *painting* bagian *buffing small UP*. Setelah itu, dapat dibuat pula rumusan untuk memfokuskan perancangan yang mengarah pada penyelesaian masalah. Pada hasil pengamatan, didapati proses *buffing* kabinet kecil UP belum sepenuhnya dilakukan secara otomatis dikarenakan bentuk dan dimensi kabinet yang tidak bisa diproses hanya pada satu mesin saja. Sehingga, diperlukan dua mesin yaitu mesin *auto level buff* dan mesin *edge buff*.



Gambar 3-1 a) Mesin *Auto Level Buff*, b) Mesin *Edge Buff*

Pada pengoperasian mesin *auto level buff*, jangkauan gerak *axis z* yang terbatas pada lintasan *head buff* mengharuskan kabinet disusun dengan posisi horizontal seperti pada Gambar 3-2. Selain itu, beberapa tepian jenis kabinet perlu dilakukan dua kali pemakanan dikarenakan kain *buff* yang hanya bisa mengenai sebagian dari keseluruhan tepian kabinet. Sehingga, kabinet yang tidak bisa diproses mesin *auto level buff* akan dialihkan ke mesin *edge buff* dengan pengoperasian manual.



Gambar 3-2 Posisi Kabinet di Atas Meja Kerja Mesin *Auto Level Buff* a) Posisi Vertikal, b) Posisi Horizontal



Gambar 3-3 Pengoperasian Manual Pada Mesin *Edge Buff*

Pengalihan kabinet dari mesin *auto* ke manual akan berpengaruh terhadap lamanya waktu yang diperlukan dalam proses satu kabinet dengan *buffing* keseluruhan tepian. Untuk itu, diperlukan rancangan modifikasi dan pembaharuan pada mesin *auto level buff* yang mampu memproses *buffing* tepian kabinet dengan posisi vertikal, sehingga beberapa kabinet yang awalnya diproses di mesin *edge*

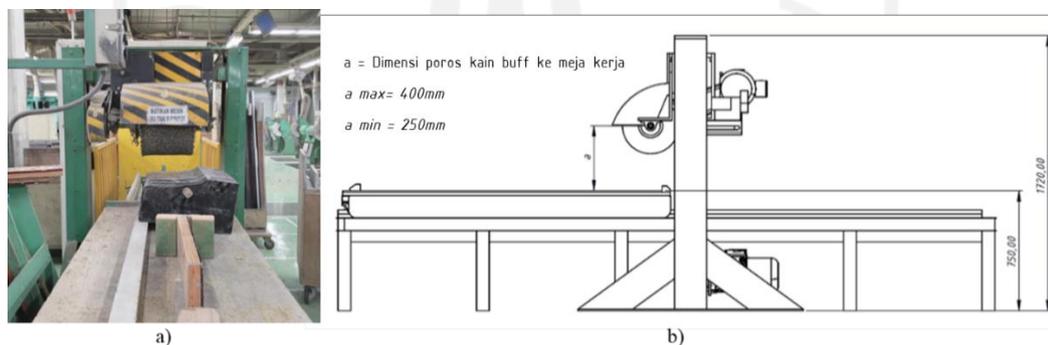
*buff* secara manual dapat dialihkan pada mesin *auto level buff*. Selain itu, konsep modifikasi dapat meminimalisir proses pengalihan serta pemakanan pada kabinet yang berefek terhadap penambahan kapasitas dan diharapkan akan meningkatkan produktivitas serta sistem kerja keseluruhan proses.

### 3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk menunjang proses modifikasi desain yang sesuai dengan kondisi aktual lapangan pada departemen *painting* di bagian *buffing small UP*. Tahapan ini dilakukan secara kuantitatif untuk memperoleh data terkait dengan hasil produksi, dimensi kabinet, alur proses kerja mesin dan jam kerja operator per hari. Selain itu, diperlukan juga data hasil wawancara sebagai informasi lebih detail dari kondisi di lapangan.

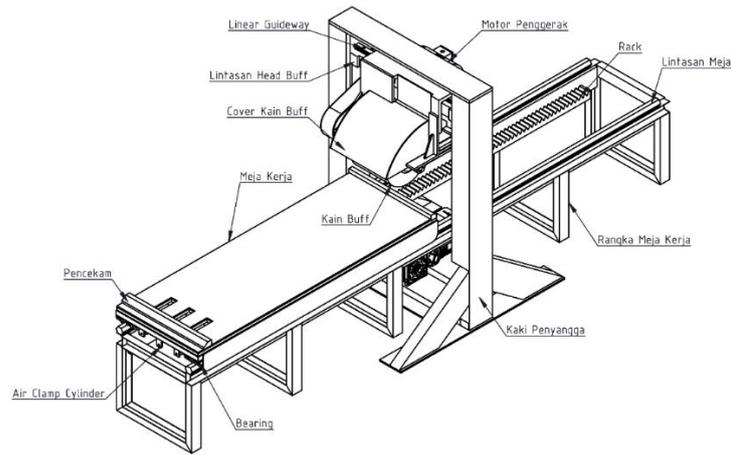
#### 3.2.1 Kondisi Mesin *Auto Level Buff* Sebelum Modifikasi

Berdasarkan hasil observasi lapangan, mesin *auto level buff* sebelum modifikasi memiliki jangkauan gerak yang terbatas pada sumbu z yang berpengaruh terhadap ketinggian minimum dan maksimum yang dapat dicapai oleh *head buff*. Nilai a pada Gambar 3-4 menunjukkan ketinggian yang mampu dicapai oleh *head buff*. Terbatasnya gerakan naik turun *head buff* dikarenakan dimensi dari kaki penyangga yang pendek dan meja kerja yang tinggi.



Gambar 3-4 Mesin *Auto Level Buff* Sebelum Modifikasi

Selain itu, poros pada kain *buff* yang memiliki dimensi panjang 310 mm mengharuskan proses *buffing* pada beberapa kabinet dilakukan dua kali karena kain *buff* yang hanya bisa mengenai sebagian dari keseluruhan tepian kabinet.



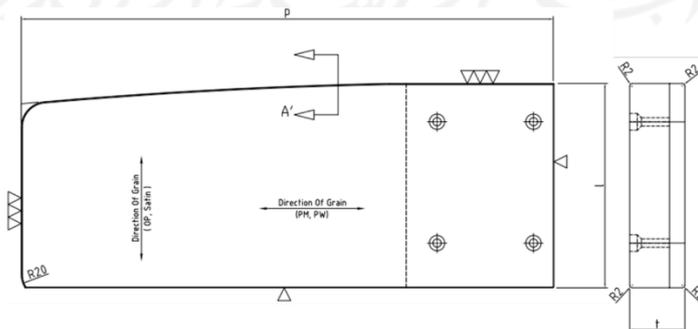
Gambar 3-5 Komponen Utama Mesin *Auto Level Buff* Sebelum Modifikasi

### 3.2.2 Kabinet Kerja

Istilah kabinet yang digunakan oleh PT. Yamaha Indonesia merupakan nama lain dari komponen pembentuk piano, yang nantinya komponen tersebut dirakit hingga menjadi sebuah produk piano siap pakai. Pada mesin *auto level buff* dan *edge buff*, kabinet pembentuk piano yang dikerjakan merupakan kabinet kecil pada piano jenis UP. Ukuran standar kabinet diambil dari dua model pada masing-masing model yang dijadikan sebagai pertimbangan utama dalam perancangan.



Gambar 3-6 Kabinet Kecil Piano Jenis *Upright*



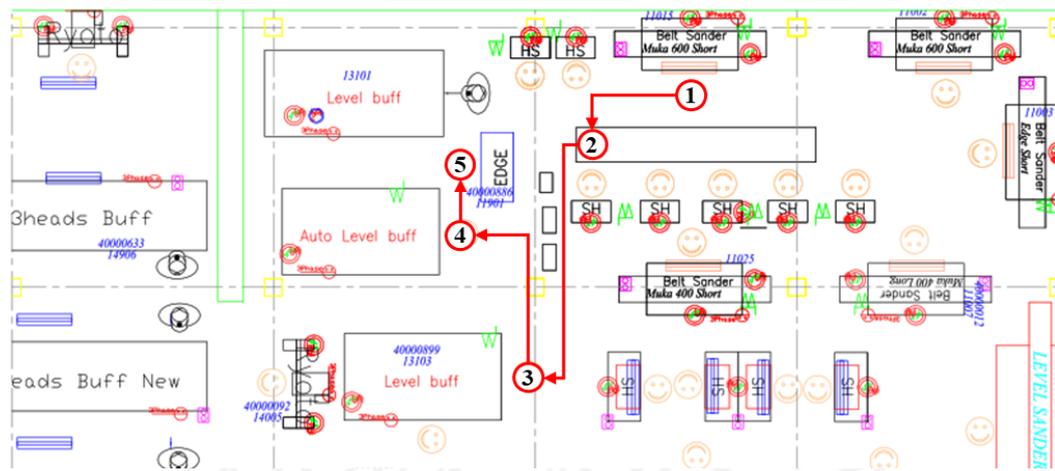
Gambar 3-7 Kabinet *Side Arm B3*

Tabel 3-1 Dimensi Kabinet Kerja

Nama kabinet	Model	Dimensi (mm)		
		Panjang ( <i>p</i> )	Lebar ( <i>l</i> )	Tinggi ( <i>t</i> )
Side Arm	B1	385	65	30
	B3	415	160	45
Leg	B2	522	35	33
	B3	522	33	32
Side Base	U1J	405	67	87
Side Base UP Part	Yus 1	405	68	90
	Yus 3	405	72	90
Key Block	B1	233	57	30
	B2	195	16	40
Side Sleeve	U1J	512	60.5	20
	P121	512	60	22

### 3.2.3 Layout Alur Proses Kabinet Small UP

Terdapat beberapa proses yang dilalui kabinet *small UP* sebelum diproses di kelompok *buffing small* yang diawali dengan proses *sanding* atau pengamplasan menggunakan mesin *belt sander*. Setelah itu, kabinet dilanjutkan dengan proses *hand sanding* dan proses *buffing* permukaan hingga sampai pada proses *buffing* untuk tepian kabinet.



Gambar 3-8 Layout pada kelompok kerja *buffing small UP*

### 3.2.4 Alur Proses Mesin Auto Level Buff Small dan Edge Buff

Secara garis besar, alur proses *buffing* kabinet diawali dengan pengambilan rak kabinet dari bagian *sanding* oleh operator untuk dilanjutkan menggunakan mesin *auto level buff*. Setelah itu, terdapat proses pengalihan dari mesin *auto level buff* ke mesin *edge buff* hingga kabinet diletakkan kembali ke rak untuk proses

selanjutnya. Berikut alur proses kerja dari kedua mesin dengan deskripsi proses yang lebih terperinci.

Tabel 3-2 Alur Proses Kerja Pada Mesin *Auto Level Buff*

No	Gambar	Deskripsi Proses
1		Operator mengambil rak kabinet dari proses sebelumnya
2		Proses peletakkan kabinet diatas meja kerja mesin auto level buff dan menyesuaikan posisi jig pada letak kabinet
3		Operator melakukan setting mesin dengan menekan tombol: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengatur posisi <i>head buff</i> dengan ketinggian kabinet</li> <li>• Menyalakan mesin sehingga kain <i>buff</i> berputar</li> </ul>
4		Pemberian <i>wax</i> secara manual oleh operator karena rusaknya alat <i>wax</i> otomatis
5		Proses <i>buffing</i> kabinet secara otomatis
6		Operator melakukan pengecekan terhadap kabinet untuk memastikan alur <i>sanding</i> telah menghilang

7		Penggeseran kabinet untuk memproses tepian kabinet yang belum terkena kain <i>buff</i>
8		Proses <i>buffing</i> kabinet secara otomatis
9		Operator melakukan pengecekan terhadap kabinet untuk memastikan alur <i>sanding</i> telah menghilang
10		Operator meletakkan kabinet kembali ke rak

Tabel 3-3 Alur Proses Kerja Pada Mesin *Edge Buff*

No	Gambar	Deskripsi Proses
1		Operator mengambil rak kabinet dari mesin <i>auto level buff</i>
2		Operator menghidupkan mesin dengan menekan tombol sehingga kain <i>buff</i> berputar
3		Pemberian wax pada kain <i>buff</i>

4		Peletakkan kabinet keatas meja kerja pada mesin <i>edge buff</i>
5		Operator melakukan proses <i>buffing</i> pada tepian kabinet yang tidak dapat diproses di mesin <i>auto level buff</i>
6		Operator melakukan pengecekan terhadap kabinet untuk memastikan alur <i>sanding</i> telah menghilang
7		Operator meletakkan kabinet kembali ke rak

### 3.2.5 Target Produksi

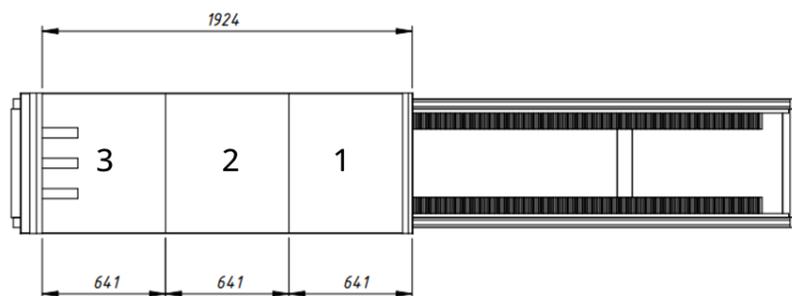
Data pada *plan production* periode 199 diambil dalam rentang waktu 30 hari dibulan Februari. Target produksi dari total sembilan model yang dikerjakan pada kelompok *buffing small UP* yaitu 166 unit per hari. Pada Tabel 3-4, didapatkan bahwa dalam satu hari kerja pada kelompok *buffing small UP* target harian tertinggi adalah model B1 dengan 66 unit.

Tabel 3-4 Target Produksi

No	Nama Model	Target/Hari
1	B1	66
2	B2	20
3	B3	45
4	U1J	9
5	P116	1
6	P118	1
7	P121	6
8	Side Base yus 1	3,9
9	Side Base yus 3	14,1
<b>Total</b>		<b>166,01</b>

### 3.2.6 Waktu Proses *Buffing*

Pengamatan waktu pada proses *buffing* dilakukan pada mesin *auto level buff* dan mesin *edge buff*. Perhitungan waktu pada mesin *auto level buff* ditentukan oleh area pemakanan seperti Gambar 3-9. Waktu yang dibutuhkan pada area satu yaitu 72 detik, area satu-dua 118 detik, dan area satu-tiga 193 detik. Untuk memproses lima jenis kabinet dengan beberapa model diperlukan waktu 123 menit per hari. Perhitungan lebih diperincikan untuk waktu dalam satu kali proses per unitnya yang didapatkan dari waktu selama proses *buffing* dan ditambahkan dengan waktu *handling* untuk satu kabinet. Pada kabinet *side arm* dan *side base*, proses *buffing* dilakukan sebanyak dua langkah pemakanan dengan lamanya waktu 322 detik atau 5 menit dikarenakan kain *buff* hanya bisa mengenai sebagian dari keseluruhan tepian kabinet. Sehingga, operator memerlukan waktu yang lebih banyak karena terdapat proses pergeseran kabinet yang ditunjukkan pada Tabel 3-5 selama proses *buffing*.



Gambar 3-9 Area Pemakanan Proses *Buffing*

Kabinet dilanjutkan dengan mesin *edge buff* untuk memproses tepian yang tidak dapat dilakukan oleh mesin *auto level buff*. Pada pengoperasian manual mesin *edge buff*, kabinet yang dialihkan dari mesin *auto level buff* hanya untuk kabinet *side arm*, *side base*, dan *key block*. Pengalihan kabinet serta proses yang dilakukan satu per satu berpengaruh terhadap lamanya waktu dengan subtotal kapasitas waktu yang diperlukan pada mesin *edge buff* yaitu 205 menit. Sehingga, total keseluruhan waktu pada mesin *auto level buff* dan *edge buff* yang diperlukan dalam proses *buffing* kabinet dengan keseluruhan tepian adalah 328 menit.

Tabel 3-5 Flow Process Chart (FPC) Sebelum Kaizen

No	Isi Pekerjaan	Simbol					Jarak	Waktu (Detik)
		Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan		
		○	⇓	◇	D	▽		
<b>Auto Level Buff</b>								
1	Pengambilan rak		1					7,00
2	Peletakkan kabinet		1					34,00
3	Setting mesin	1						5,00
4	Proses buffing	1						193,50
5	Pengecekan kabinet			1				6,00
6	Menggeser kabinet		1					38,00
7	Proses buffing	1						129,00
8	Pengecekan kabinet			1				5,00
9	Peletakkan kabinet ke rak		1					24,00
<b>Sub Total</b>								441,50
<b>Edge Buff</b>								
10	Pengembalian rak ke mesin edge buff		1					6,00
11	Peletakkan kabinet		1					120,00
12	Proses buffing manual	1						624,00
13	Peletakkan kabinet ke rak		1					120,00
<b>Sub Total</b>								870,00
<b>Total</b>								1311,50

Tabel 3-6 Waktu yang Dibutuhkan Pada Mesin Auto Level Buff dan Edge Buff

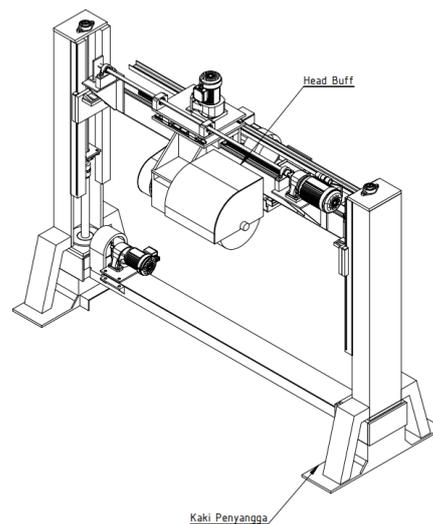
Nama kabinet	Model	Mesin Auto Level Buff					Mesin Edge Buff	
		Jumlah Kabinet dalam 1x	Jumlah langkah	Waktu Buffing (detik)	Waktu Proses/Unit	Subtotal Kapasitas	Waktu Proses/unit (detik)	Subtotal Kapasitas
Side arm	B1	40	1	193,50	8,10	534,49	36,26	2393,22
	B2	36	2	322,50	13,91	278,30	36,26	725,22
	B3	24	2	322,50	18,39	827,73	36,26	1631,74
	UIJ	24	1	193,50	11,32	101,91	36,26	326,35
	P116	10	1	193,50	22,61	22,61	36,26	36,26
	P121	24	1	193,50	11,32	67,94	36,26	217,57
leg	B2	10	1	193,50	22,61	452,22		
	B3	8	1	193,50	27,45	1235,18		
	UIJ	8	1	193,50	27,45	247,04		
	P118	8	1	193,50	27,45	27,45		
	P121	10	1	193,50	22,61	135,67		
Side base	B2	30	1	193,50	9,71	194,22	26,26	525,22
	B3	23	1	193,50	11,67	525,33	26,26	1181,74
	UIJ	23	1	193,50	11,67	105,07	26,26	1181,74
	P118	25	1	193,50	11,00	11,00	26,26	26,26
	P121	25	1	193,50	11,00	66,01	26,26	157,57
Key block	B1	40	1	193,50	8,10	534,49	26,26	1733,22
	B2	30	1	193,50	9,71	194,22	26,26	525,22
	B3	30	1	193,50	9,71	436,99	26,26	1181,74
Side Sleeve	B2	20	1	193,50	12,94	258,72		
	B3	20	1	193,50	12,94	582,11		
	UIJ	20	1	193,50	12,94	116,42		
	P116	20	1	193,50	12,94	12,94		
	P118	20	1	193,50	12,94	12,94		
	P121	20	1	193,50	12,94	77,62		
Side Base UP Part	Yus 1	24	2	322,50	18,39	72,31	26,26	103,24
Side Base UP Part	Yus 3	24	2	322,50	18,39	259,05	26,26	369,84
<b>SUBTOTAL (detik)</b>						<b>7389,94</b>		<b>12316,12</b>
<b>SUBTOTAL (menit)</b>						<b>123,17</b>		<b>205,27</b>
<b>TOTAL</b>							<b>328,43</b>	

### 3.3 Konsep Perancangan Modifikasi Mesin *Auto Level Buff*

Konsep perancangan *kaizen* mesin yang akan dimodifikasi dan mengacu pada data hasil observasi serta permintaan ataupun masukan dari pihak lapangan maupun manajemen. Sehingga, konsep modifikasi dilakukan pada dua komponen utama mesin, yaitu modifikasi pada kaki penyangga dan modifikasi pada meja kerja. Deskripsi perancangan meliputi beberapa rancangan sebagai berikut:

#### 1. Modifikasi Kaki Penyangga

Konsep modifikasi dilakukan dengan meninggikan serta memperlebar kaki penyangga sesuai dengan *layout* yang tersedia pada lapangan. Perubahan dimensi pada kaki penyangga akan berpengaruh terhadap *head buff* dan komponen mekanik lain seperti motor penggerak, *linier guideway*, dan *lead screw* dan lain sebagainya. Selain itu, modifikasi ini dapat diikuti dengan penambahan panjang poros sehingga mampu memperlebar kain *buff* yang akan berpengaruh terhadap proses *buffing* pada pemakanan yang dilakukan sebanyak dua kali menjadi satu kali saja.

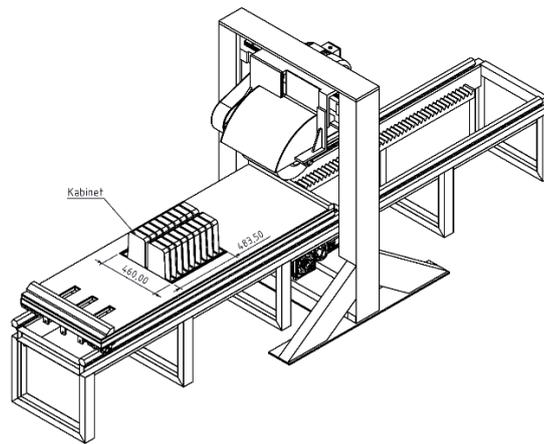


Gambar 3-10 Modifikasi Kaki Penyangga

#### 2. Modifikasi Meja

Modifikasi pada meja dilakukan dengan membuat coakan pada bagian tengah meja kerja. Dimensi panjang  $\times$  lebar  $\times$  tinggi meja yang dapat dicoak terbatas yaitu  $483.5 \times 460 \times 180$  dikarenakan terdapat motor dan *cylinder* di bagian bawah meja. Selain itu, modifikasi akan berpengaruh terhadap waktu

*setting* yang lebih lama karena terdapat proses penambahan jig untuk kabinet lain pada area yang dicoak.



Gambar 3-11 Modifikasi Meja

Setelah menentukan konsep perancangan, maka peninjauan pada desain modifikasi perancangan dilakukan untuk mendapatkan alternatif konsep mesin yang dipilih. yakni modifikasi pada kaki penyangga. Konsep yang dipilih merupakan hasil dari penggabungan fungsi serta pertimbangan pada efek setelahnya. Selain itu, konsep rancangan modifikasi pada bagian kaki penyangga ini telah dapat persetujuan oleh pihak direksi perusahaan.

### 3.4 Analisis FMEA

Karakteristik dalam penembangan manufaktur dijadikan sebagai input informasi pada perubahan desain yang diperlukan. Identifikasi kegagalan yang terjadi dan analisis pada mesin *auto level buff* berfokus pada Desain FMEA (DFMEA) untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik desain. pada komponen dari mesin *auto level buff*. Hasil analisis ditentukan dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dengan menggunakan persamaan (2.1).

#### 3.4.1 Identifikasi Fungsi dan Proses

Identifikasi dilakukan untuk menjabarkan proses kerja pada mesin *auto level buff* dengan deskripsi singkat mengenai pelaksanaan proses *buffing* dan pemindaian terhadap segala kemungkinan terjadinya kegagalan yang terdapat pada sistem secara menyeluruh.

Tabel 3-7 Identifikasi Fungsi dan Proses Pada Mesin *Auto Level Buff*

Fungsi	Proses yang dilalui	Detail Proses
Menghilangkan alur hasil <i>sanding</i> atau pengamplasan sehingga permukaan piano tampak halus dan mengkilap	Pengambilan kabinet dari rak	Operator mengambil rak kabinet dari proses sebelumnya
	Peletakkan kabinet	Operator meletakkan kabinet ke atas meja kerja
	Proses buffing	Proses buffing berjalan otomatis
	Pengecekan kabinet	Operator melakukan pengecekan terhadap kabinet, jika masih terdapat alur <i>sanding</i> maka proses buffing akan dilakukan kembali
	Peletakkan kabinet	Operator kembali meletakkan kabinet ke rak dan dialihkan ke proses selanjutnya

Pada bagian *head buff* di mesin *auto level buff* terdiri dari beberapa komponen mekanik utama beserta fungsi masing-masing komponen, sebagai berikut:

1. Motor, berfungsi sebagai sumber penggerak untuk memutar kain *buff* yang digunakan dalam proses *buffing* guna menghilangkan alur hasil *sanding* pada kabinet. Motor juga digunakan pada meja kerja arah y untuk gerakan maju dan mundur.
2. *Pulley* dan *v-belt*, berfungsi sebagai penghubung antara motor listrik dengan poros (*shaft*) kain *buff* yang mentransmisikan putaran dari motor listrik agar kain *buff* berputar saat proses *buffing* berlangsung.
3. *Bearing*, elemen mesin yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara batang poros dan lubang tempat poros berputar. Komponen ini di desain minim friksi, sehingga ketika roda berputar bisa terjaga stabil.

### 3.4.2 Analisis Kegagalan

Setelah diketahui fungsi dan proses maka langkah berikutnya adalah penentuan *rating* probabilitas terjadinya *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Nilai *rating* mulai skala 1 sampai 10, dimana 1 merupakan dampak yang paling bisa diatasi sedangkan 10 merupakan dampak terburuk. Penentuan nilai *rating* akan menentukan tingkat prioritas dan menunjukkan keseriusan dari *potential*

*failure*. Tahap setelah mendapatkan nilai RPN adalah mengurutkan nilai RPN dari nilai terbesar hingga nilai RPN terkecil.

Berdasarkan Tabel 3-8, didapatkan penilaian terhadap presentase RPN dan perhitungan nilai kritis RPN. Nilai kritis RPN bertujuan untuk dapat mengetahui yang menjadi prioritas untuk segera dilakukan penyelesaian masalah gangguan. Nilai tertinggi yaitu pada komponen motor, sehingga pada tahap desain terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk pemilihan motor guna mencegah terjadinya kerusakan motor ketidaksesuaian motor yang membuat motor kelebihan arus dan menyebabkan *overheating*.

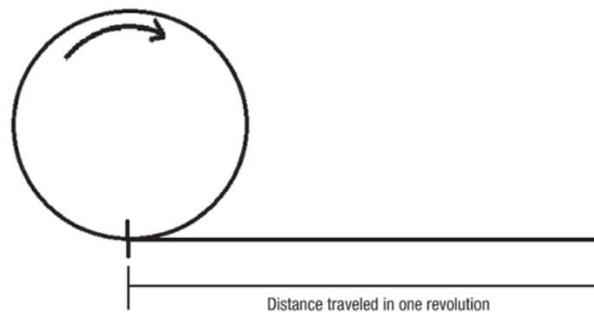


Tabel 3-8 Tabel Hasil DFMEA

#Part Name	Function	Failure Mode	Effects of Failure	Cause of Failure	RPN = Risk Priority Number				
					Current Controls	S	O	D	RPN
1 Motor	Berfungsi sebagai sumber penggerak untuk memutar kain buff yang digunakan dalam proses buffing	Overheating	Kerusakan Motor	Beban terlalu besar	9	8	7	504	
				Pemilihan motor yang terlalu kecil sehingga motor kelebihan arus dan pengoperasian lebih panas	8	8	7	448	
				Rusaknya bearing	9	7	6	378	
		Missalignment motor	Terjadi vibrasi ketika motor induksi berputar menggerakkan beban	Kualitas sumber tenaga	8	9	5	360	
				Ventilasi ruangan tidak baik	6	9	6	324	
				Longgar pada motor atau pondasi beban	8	7	5	280	
Bantalan sudah aus atau rusak, menyebabkan poros berputar tidak ke tengah.	9	6	5	270					
2 Pulley	Untuk mereduksi kecepatan yang dihasilkan dari sumber daya yakni berasal dari motor listrik	Gesekan	Timbulnya suara bising saat mesin berputar	Menerima tekanan akibat putaran yang tinggi.	7	6	5	210	
3 V-Belt	Transmisi penghubung yang terbuat dari karet	Belt robek	Sistem transmisi menjadi terhambat	Adanya benda asing di dalam drive seperti kotoran, kerikil, dan debu	7	7	4	196	
4 Bearing	Menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan.	Terjadi misalignment	Mengalami vibrasi tinggi	Kedudukan poros dan penggerak tidak lurus	8	5	4	160	
				Posisi pemasangan bearing yang miring	7	7	3	147	

### 3.5 Menentukan Motor Penggerak

Alternatif desain yang telah ditentukan kemudian diwujudkan dalam model rancangan yang nyata. Sebelum pemodelan dalam bentuk 3D, dilakukan perhitungan yang digunakan untuk pemilihan motor penggerak sesuai standar untuk pergerakan memutar kain *buff*. Berikut adalah urutan dari konsep perhitungan dan rumusan yang digunakan sesuai referensi:



Gambar 3-12 Ilustrasi Proses *Buffing*

#### 1. Menentukan Kecepatan Pemakanan Pada Proses Buffing

Kecepatan pemakanan dinyatakan dalam *Surface Feet per Minute* (SFM) atau *Surface Meters per Minute* (m/min.) [14]. Sehingga, kecepatan putaran pada proses *buffing* dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$n_1 = \frac{SFM \times 12}{d \times \pi} \quad (3.1)$$

Dimana:

SFM = *Surface Feet per Minute* (kecepatan putar)

d = Diameter (*inch*)

#### 2. Menentukan Daya Motor Penggerak

Pada penentuan daya motor digunakan rumus yang berkaitan dengan momen puntir umum. Perhitungan dimulai dengan menentukan torsi serta gaya tangensial yang bekerja pada mesin yang didapatkan dari beban komponen dan jarak beban ke titik putar dengan menggunakan persamaan berikut.

$$F_t = F_n \times \mu_s \quad (3.2)$$

Dimana:

$F_t$  = Gaya tangensial (N)

$F_n$  = Gaya Normal (N)

$\mu_s$  = Koefisien Gesek

$$T_2 = F_t \times \frac{d}{2} \quad (3.3)$$

Dimana:

$T_2$  = Torsi *Output* (Nm)

Kemudian dapat dihitung pula rasio terjadi pada diameter *pulley* pengikut dan penggerak menggunakan persamaan berikut.

$$i = \frac{d_2}{d_1} \quad (3.4)$$

Dimana:

$i$  = Rasio terjadi

$d_1$  = Diameter *pulley* penggerak rencana (mm)

$d_2$  = Diameter *pulley* pengikut rencana (mm)

Setelah didapati nilai rasio maka dapat ditentukan torsi yang dibutuhkan dengan persamaan berikut.

$$T_1 = \frac{T_2}{i} \quad (3.5)$$

Dimana:

$T_1$  = Torsi yang dibutuhkan (Nm)

$T_2$  = Torsi *output* (Nm)

Setelah mendapatkan torsi yang yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah menghitung daya motor rencana dan daya motor yang dibutuhkan untuk pergerakan memutar pada kain *buff*.

$$n_1 = n_{buff} \times i \quad (3.6)$$

Dimana:

$n_1$  = Kecepatan putar *input* (rpm)

$n_2$  = Kecepatan putar *output* (rpm)

$$P_r = \frac{T_1 \times n_1}{9550} \quad (3.7)$$

Dimana:

$P_r$  = Daya motor rencana (kW)

Sehingga, didapatkan daya motor yang dibutuhkan setelah melakukan perhitungan terhadap torsi, kecepatan putar serta beban.

$$P_d = \frac{P_r}{\eta_{motor} \times \eta_{belt}} \quad (3.8)$$

Dimana:

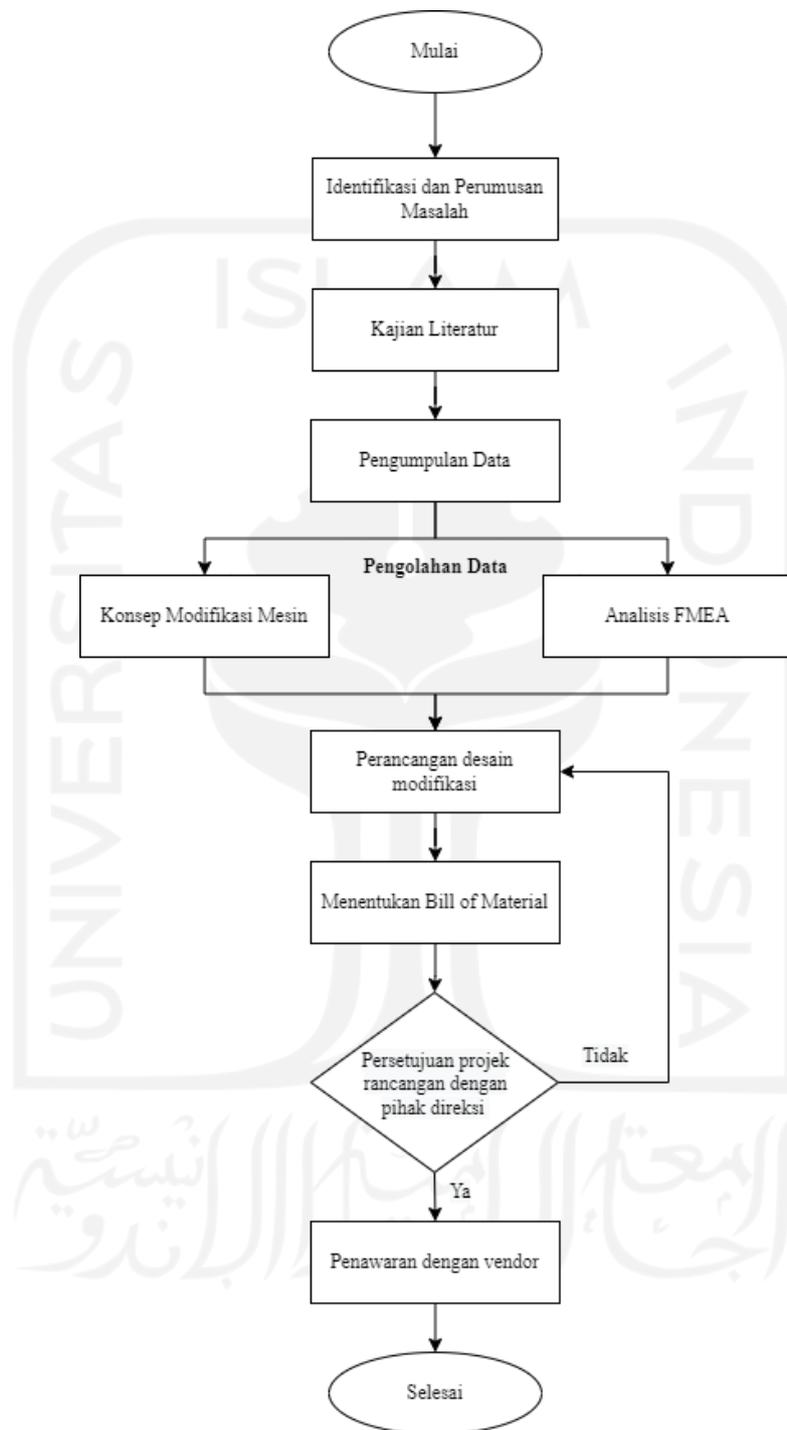
$P_d$  = Daya motor yang dibutuhkan (rpm)

$\eta_{motor}$  = Efisiensi motor penggerak

$\eta_{belt}$  = Efisiensi transmisi *belt*



Secara umum, metode penelitian dari perancangan tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3-13.



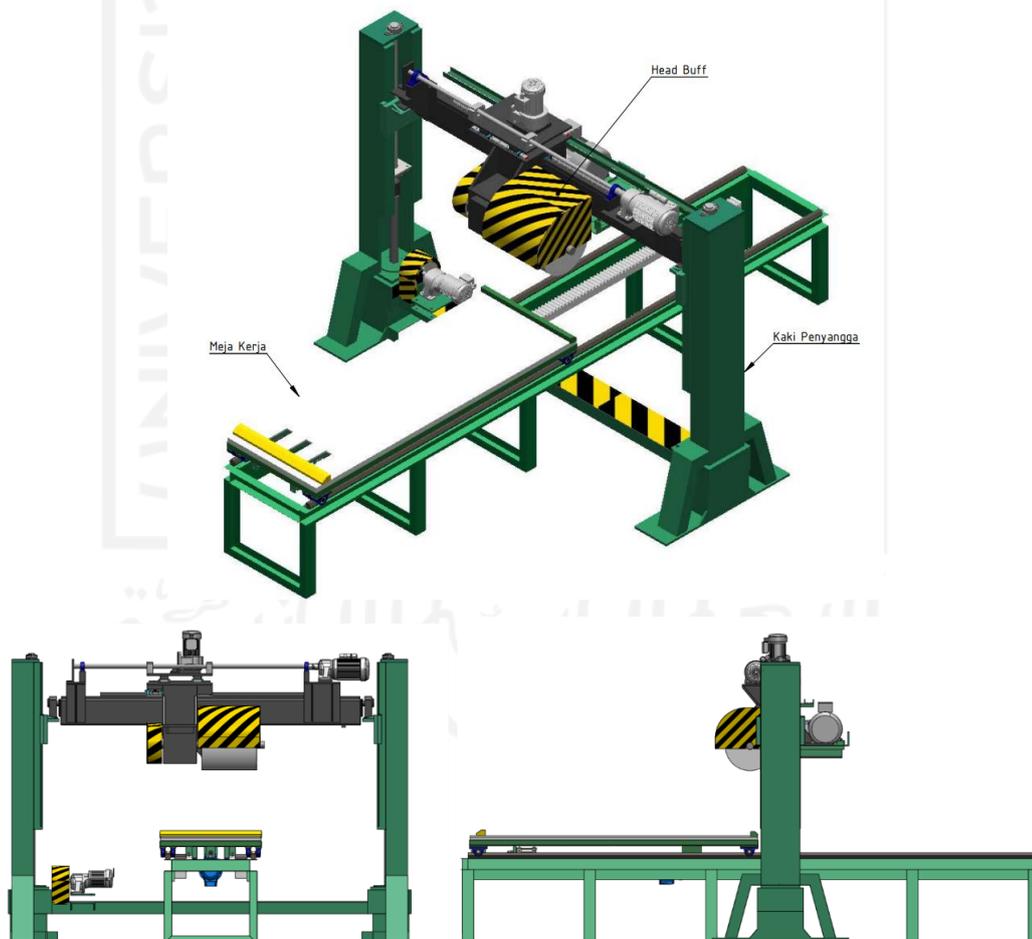
Gambar 3-13 Diagram Alur

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan Modifikasi Mesin *Auto Level Buff Small*

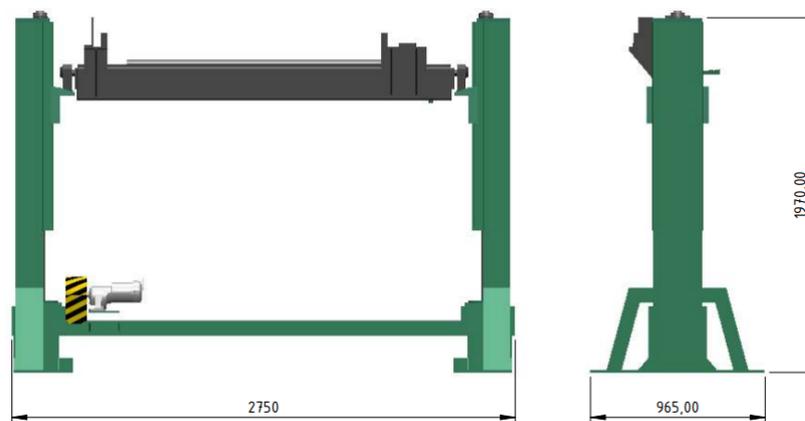
Desain rancangan pada mesin *auto level buff* telah melalui beberapa tahapan dengan pihak perusahaan yang melibatkan kepala kelompok, *assistant manager assembling*, *manager production engineering*, hingga *vice president*. Secara konsep dan ide perancangan sudah diterima oleh pihak manajemen dengan beberapa masukan dan saran terkait dengan efek setelah modifikasi dilakukan yakni, peninggian pada kaki penyangga dan penambahan lebar pada kain *buff*. Secara keseluruhan hasil desain dapat dilihat pada Gambar 4-1.



Gambar 4-1 Hasil Rancangan Desain Mesin *Auto Level Buff*

### 4.1.1 Desain Rancangan Kaki Penyangga

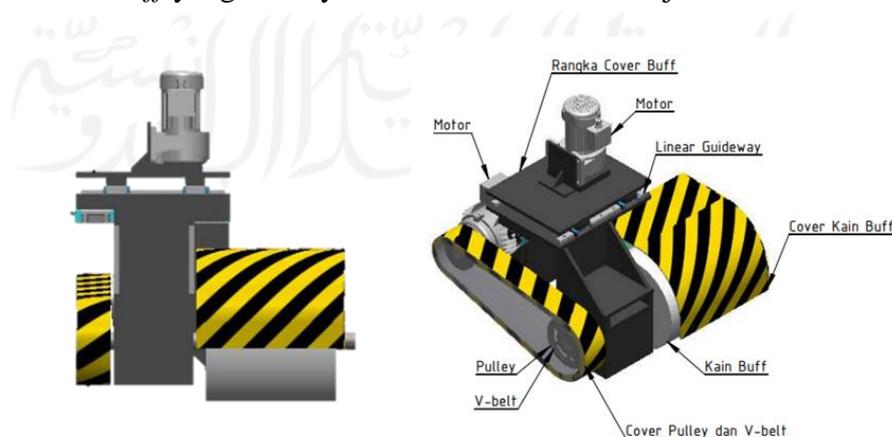
Konsep desain terpilih dalam perancangan modifikasi mesin *auto level buff* adalah dengan meninggikan serta memperlebar kaki penyangga sesuai dengan *layout* yang tersedia pada lapangan. Lebar awal kaki penyangga yang semula 750mm menjadi 2750mm dan tinggi yang awalnya 1750mm menjadi 1970mm. Bagian kaki juga ditambahkan penyangga segitiga dengan mempertimbangkan efek getaran yang akan timbul ketika mesin beresilasi.



Gambar 4-2 Desain Rancangan Pada Kaki Penyangga

### 4.1.2 Desain Rancangan *Head Buff*

Perubahan dimensi pada kaki penyangga tentunya akan berpengaruh terhadap *head buff* dengan penambahan panjang poros sehingga kain *buff* dapat bertambah diikuti dengan komponen mekanik. Pada rancangan *head buff* setelah modifikasi kain *buff* yang awalnya 310mm bertambah menjadi 380mm.



Gambar 4-3 Desain Rancangan *Head Buff*

Desain rancangan sesudah dan sebelum modifikasi memiliki komponen mekanik yang sama, namun dengan dimensi dan *output power* yang berbeda. Selain itu, motor sebagai sumber penggerak untuk putaran pada kain *buff* dilakukan perhitungan daya dalam pemilihannya yang disajikan pada dengan menggunakan persamaan (3.8)

## 4.2 Perhitungan Untuk Menentukan Motor Penggerak

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, digunakan kain *buff* dengan diameter 15,7inci dan kualitas *buffing* paling maksimum 4500SFM [15], Sehingga, kecepatan putaran pada proses *buffing* dapat dicari dengan persamaan (3.1).

$$n_{buff} = \frac{4500 \times 12}{15,7 \times \pi}$$

$$n_{buff} = 1095 \text{ rpm}$$

Selanjutnya menentukan torsi serta gaya tangensial yang bekerja pada mesin yang didapatkan dari beban komponen dan jarak beban ke titik putar dengan menggunakan persamaan (3.2) dan persamaan (3.3), sedangkan beban diasumsikan sebagai gaya normal untuk kontruksi penahan kain *buff*, sehingga beban tidak jatuh sepenuhnya keatas permukaan kabinet, sebagai berikut:

Tabel 4-1 Asumsi Beban

No	Nama Benda	Massa
1	Motor Induksi	8 kg (78,48N)
2	Mounting	6 kg (58,86N)
Total		14 kg (137,34N)

Sehingga dapat dihitung gaya tangensial dengan koefisien gesek 0,15 yang bekerja pada mesin.

$$F_t = 137,34 \times 0,15$$

$$F_t = 20,601N$$

Torsi *output* dihitung dengan memasukkan diameter kain buff yaitu 400mm atau 0,4m.

$$T_2 = 20,601 N \times \frac{0,4}{2}$$

$$T_2 = 4,12 Nm$$

Kemudian dihitung pula rasio terjadi pada diameter *pulley* penggerak dan pengikut menggunakan persamaan (3.4).

$$i = \frac{194 mm}{132 mm} = 1,49$$

Selanjutnya, didapat torsi yang dibutuhkan dengan persamaan (3.5).

$$T_1 = \frac{4,12 Nm}{1,49}$$

$$T_1 = 2,76 Nm$$

Setelah mendapatkan torsi yang yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah menghitung daya motor rencana dengan persamaan (3.6) dan persamaan (3.7).

$$n_1 = 1095rpm \times 1,49$$

$$n_1 = 1632rpm$$

Sehingga, daya motor rencana

$$P_r = \frac{2,76Nm \times 1632rpm}{9550}$$

$$P_r = 0,471kW$$

Setelah itu, didapat daya motor yang dibutuhkan untuk pergerakan memutar pada kain *buff* dengan persamaan (3.8).

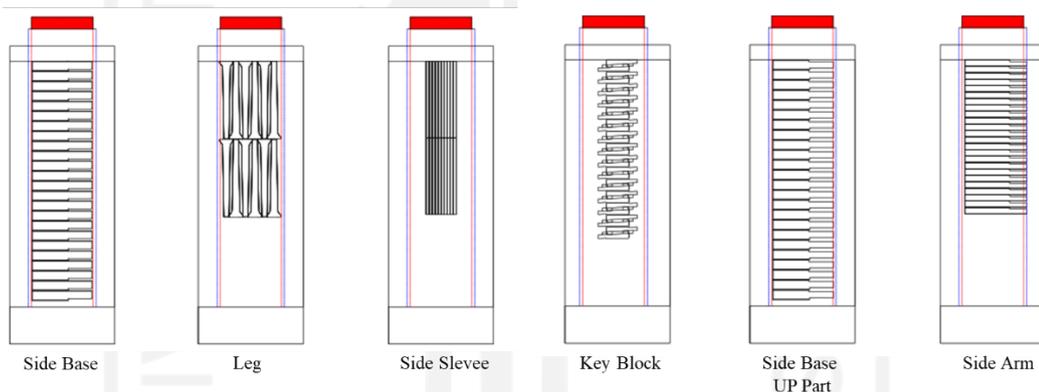
$$P_d = \frac{0,471kW}{0,9 \times 0,92}$$

$$P_d = 0,570kW$$

Berdasarkan perhitungan diatas dan *safety factor* yang ditetapkan oleh PT. Yamaha Indonesia dengan rentang 1,5 sampai 2 kali, maka dipilihlah motor dari merek Tecu model AESV2W dengan *output power* 1.100watts.

### 4.3 Efek Setelah Modifikasi

Pembaharuan pada rancangan mesin *auto level buff* mampu memproses *buffing* tepian kabinet dengan posisi vertikal karena jangkauan gerak *axis z* lebih tinggi dengan penambahan dimensi pada ketinggian kaki penyangga. Sehingga beberapa kabinet yang awalnya diproses di mesin *edge buff* secara manual dapat dialihkan pada mesin *auto level buff*. Dengan demikian terdapat 2 langkah yang hilang dalam proses *buffing* yaitu, proses pergeseran kabinet dan proses pengalihan kabinet ke mesin *edge buff*. Selain itu, pertambahan lebar pada kain *buff* akan berpengaruh terhadap proses *buffing* pada pemakanan yang dilakukan sebanyak dua kali menjadi satu kali saja dan terdapat penambahan kapasitas pada kabinet jenis *leg* dan *side sleeve*.



Gambar 4-4 Posisi Kabinet Setelah Modifikasi

### 4.4 Potensi Waktu Mesin *Auto Level Buff* Setelah Modifikasi

Berdasarkan hasil desain modifikasi mesin *auto level buff* dan simulasi proses, terdapat pengurangan waktu terhadap beberapa tahapan kegiatan dalam proses. Pada tahapan enam, waktu untuk pergeseran kabinet dialihkan menjadi waktu untuk proses pembalikan kabinet dari posisi horizontal ke posisi vertikal dengan durasi yang sama yaitu selama 38 detik. Oleh karena itu, dilakukan estimasi waktu untuk melihat perbedaan yang terjadi pada proses *buffing* sebelum dan sesudah penerapan *kaizen*. Estimasi waktu diambil dari waktu pada peta aliran proses saat melakukan observasi lapangan.

Tabel 4-2 Flow Process Chart (FPC) Sesudah Kaizen

No	Isi Pekerjaan	Simbol					Jarak	Waktu (Detik)
		Kerja	Handling	Inspeksi	Diam	Simpan		
		○	↕	◇	D	▽		
<b>Auto Level Buff</b>								
1	Pengambilan rak		1					7,00
2	Peletakkan kabinet		1					34,00
3	Setting mesin	1						5,00
4	Proses buffing	1						193,50
5	Pengecekan kabinet			1				6,00
6	Pembalikan kabinet		1					38,00
7	Proses buffing	1						129,00
8	Pengecekan kabinet			1				5,00
9	Peletakkan kabinet ke rak		1					24,00
<b>Total</b>								<b>441,50</b>

Tabel 4-3 Estimasi Waktu Sebelum dan Sesudah Penerapan Kaizen

Nama kabinet	Model	Before		Plan		
		Mesin Edge Buff		Mesin Auto Level Buff		
		Waktu Proses/unit (menit)	Subtotal Kapasitas	After	Waktu Proses/Unit	Subtotal Kapasitas
Side arm	B1	36,26	2393,22	198,26	4,96	327,13
	B2	36,26	725,22	178,43	4,96	99,13
	B3	36,26	1631,74	118,96	4,96	223,04
	UIJ	36,26	326,35	118,96	4,96	44,61
	P116	36,26	36,26	49,57	4,96	4,96
	P121	36,26	217,57	118,96	4,96	29,74
leg	B2					
	B3					
	UIJ					
	P118					
	P121					
Side base	B2	26,26	525,22	148,70	4,96	99,13
	B3	26,26	1181,74	114,00	4,96	223,04
	UIJ	26,26	1181,74	114,00	4,96	44,61
	P118	26,26	26,26	123,91	4,96	4,96
	P121	26,26	157,57	123,91	4,96	29,74
Key block	B1	26,26	1733,22	198,26	4,96	327,13
	B2	26,26	525,22	148,70	4,96	99,13
	B3	26,26	1181,74	148,70	4,96	223,04
Side Sleeve	B2					
	B3					
	UIJ					
	P116					
	P118					
	P121					
Side Base UP Part	Yus 1	26,26	103,24	118,96	4,85	19,07
Side Base UP Part	Yus 3	26,26	369,84	118,96	4,85	68,30
Subtotal (detik)			12316,12			1866,76
Subtotal (menit)			205,27			31,11
Selisih					174,16	

Pada Tabel 4-3, waktu yang dibutuhkan pada mesin *edge buff* untuk proses *buffing* dan *handling* kabinet dengan pengoperasian manual 205 menit. Setelah penerapan kaizen dilakukan dengan mengalihkan proses *buffing* posisi vertikal kabinet ke mesin *auto level buff* yang telah di modifikasi, maka pengurangan waktu dalam proses menjadi 31menit dengan selisih 174menit. Selain itu, terdapat

pengurangan waktu terhadap modifikasi penambahan lebar pada kain *buff* untuk memproses *buffing* kabinet dengan satu langkah saat di mesin *auto level buff* yang disajikan pada Tabel 4-4. Selisih waktu yang didapatkan yaitu 15menit dari yang sebelumnya membutuhkan waktu selama 46menit menjadi 31menit. Sehingga, estimasi total *saving time* setelah modifikasi adalah 189menit per hari.

Tabel 4-4 Perbandingan Waktu Pada Mesin *Auto Level Buff*

Nama kabinet	Model	Jumlah Kabinet		Jumlah Langkah		Waktu Proses (detik)		Waktu Proses/Unit (detik)		Subtotal Kapasitas	
		Before	After	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Side arm	B1	36	36	2	1	327,46	196,76	9,10	5,47	600,34	360,73
	B2	24	24	2	1	327,46	196,76	13,64	8,20	272,88	163,97
Leg	B2	10	12	1	1	121,26	121,26	12,13	10,11	242,52	202,10
	B3	8	12	1	1	121,26	121,26	15,16	10,11	682,09	454,73
	UIJ	8	12	1	1	121,26	121,26	15,16	10,11	136,42	90,95
	P118	8	12	1	1	121,26	121,26	15,16	10,11	15,16	10,11
	P121	10	12	1	1	121,26	121,26	12,13	10,11	72,76	60,63
Side Sleeve	B2	20	28	1	1	121,26	121,26	6,06	4,33	121,26	86,61
	B3	20	28	1	1	121,26	121,26	6,06	4,33	272,84	194,88
	UIJ	20	28	1	1	121,26	121,26	6,06	4,33	54,57	38,98
	P116	20	28	1	1	121,26	121,26	6,06	4,33	6,06	4,33
	P118	20	28	1	1	121,26	121,26	6,06	4,33	6,06	4,33
	P121	20	28	1	1	121,26	121,26	6,06	4,33	36,38	25,98
Side Base UP Par	Yus 1	24	24	2	1	327,46	196,76	13,64	8,20	53,64	32,23
Side Base UP Par	Yus 3	24	24	2	1	327,46	196,76	13,64	8,20	192,15	115,46
<b>Subtotal (detik)</b>										<b>2765,12</b>	<b>1846,02</b>
<b>Total (menit)</b>										<b>46,09</b>	<b>30,77</b>

#### 4.5 Analisis *Break Even Point* (BEP)

Perhitungan *break-even point* (BEP) dari mesin modifikasi mesin *auto level buff* dilakukan untuk menganalisis suatu titik dari jumlah produksi atau penjualan yang harus dilakukan agar biaya yang dikeluarkan dapat tertutupi kembali atau nilai dimana profit yang diterima adalah nol. Untuk itu, pada langka awal analisis perlu dilakukan perhitungan perkiraan biaya produksi guna menentukan besarnya investasi perusahaan. Komponen yang dipilih sesuai dengan spesifikasi untuk keperluan industri dengan daya tahan yang tinggi. Rangkuman perkiraan biaya produksi disajikan pada Tabel 4-5 dan rincian detail dari komponen dapat dilihat pada

Tabel 4-5 Ringkasan Estimasi Pembuatan Mesin

No.	Part Name	Estimation Price
1	Machining Part	Rp 74.500.000,00
2	Mechanical part	Rp 40.750.000,00
<b>Total</b>		<b>Rp 115.250.000,00</b>

Setelah mendapatkan estimasi biaya pembuatan, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *break even point* dengan mengonversi *saving time* yang didapat menjadi kurs dolar berdasarkan upah rata-rata karyawan PT. Yamaha Indonesia.

Tabel 4-6 *Break Even Point* Mesin *Auto Level Buff*

Waktu Kerja	Sebelum Perbaikan (menit / day)	Sesudah Perbaikan (menit / day)	Hasil (menit / day)	Total \$ / Bulan
Kaizen 2 Step to 1 Step	39,58	24,26	15,32	24,68
Kaizen Manual to Auto	205,27	31,11	174,16	280,60
Total Cost Saving ( \$ ) / Bulan				<b>305,28</b>

Break Event Point		Efek & Keuntungan Lain ( Intangible )
Harga Mesin ( \$ )	7948,3	
Instalasi Mesin	.	
Total	7948,3	
Hasil Kaizen		1. Mempercepat waktu proses 2. Menjaga kestabilan kerja operator 3. Mengurangi potensi bahaya pada proses yang sebelumnya masih manual
Pengurangan Waktu ( \$ ) / tahun	3663,38	
BEP	1,63	

Perhitungan BEP dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$Cost\ Saving\ (bulan) = a \times p \times w_r \times 0,5 \quad (4.1)$$

$$Cost\ Saving\ (tahun) = Cost\ Saving\ (bulan) \times 12 \quad (4.2)$$

Dimana:

$a$  = *saving time* hasil kaizen per hari (menit)

$p$  = Hari efektif kerja tiap bulan (hari)

$w_r$  = *Wage rate* karyawan

$$BEP = \frac{b \times (b \times 25\%)}{Cost\ saving(tahun)} \quad (4.3)$$

Dimana:

$b$  = Biaya pembuatan mesin (\$)

Nilai *cost saving* per bulan serta per tahun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4.1) dan persamaan (4.2) berikut.

$$\text{Cost Saving (bulan)} = 189,47 \times 20 \times \$0,16112 \times 0,5$$

$$\text{Cost Saving (bulan)} = \$305,28/\text{bulan}$$

Maka didapatkan pula nilai *cost saving* per tahun

$$\text{Cost Saving (tahun)} = \$305,28/\text{bulan} \times 12$$

$$\text{Cost Saving (tahun)} = \$3663,38/\text{tahun}$$

Setelah itu, didapatkanlah nilai BEP yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4.3)

$$BEP = \frac{Rp115.250.000 \times (Rp115.250.000 \times 25\%)}{\text{Cost saving(tahun)}}$$

$$BEP = 1,63$$

Analisis *break even poin* membantu manajemen dalam perencanaan dan pengambilan keputusan untuk mengetahui hubungan antar biaya, khususnya informasi terkait dengan jumlah penjualan minimum dan besarnya penurunan realisasi penjualan dari rencana agar perusahaan tidak mengalami kerugian. Nilai BEP yang didapatkan dari modifikasi mesin *auto level buff* yaitu 1,63 tahun telah memenuhi salah satu syarat yang telah ditetapkan oleh perusahaan dengan BEP untuk merealisasikan mesin kurang dari 3 tahun.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Adanya modifikasi pada mesin *auto level buff*, tepian kabinet dengan posisi vertikal dapat diproses dan pada beberapa kabinet proses *buffing* cukup dilakukan satu kali, sehingga operator tidak perlu menggeser kabinet.
- Hasil perancangan dan estimasi waktu proses, modifikasi pada mesin *auto level buff* terdapat pengurangan waktu proses *buffing* menjadi:  
Waktu proses sebelum modifikasi : 328,43 menit per hari  
Waktu proses setelah modifikasi : 189,47 menit per hari

#### **5.2 Saran atau Perancangan Selanjutnya**

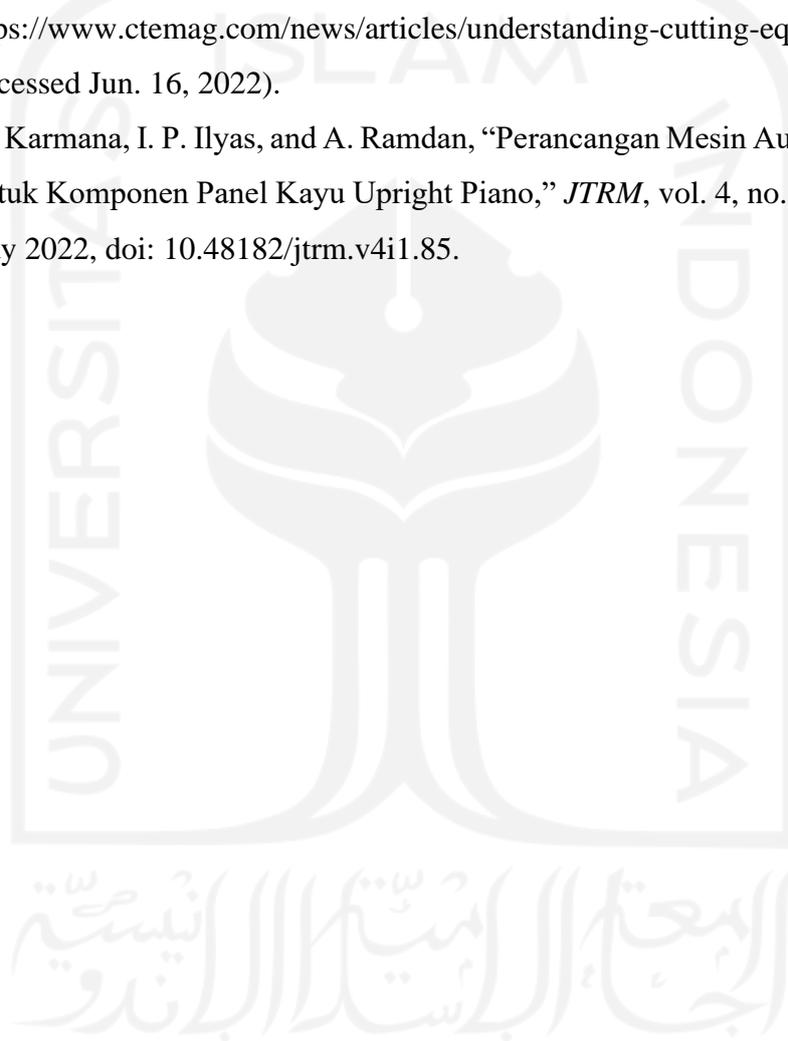
Adapun beberapa hal yang disarankan penulis untuk perancangan selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Perlu adanya peninjauan ulang terhadap mesin *auto level buff* untuk penerapan kaizen dan rancangan dengan mekanisme lain.
- Perlu adanya perhitungan dahulu sebelum menentukan material atau komponen yang akan dipakai. Hal ini akan memudahkan dalam penyusunan laporan tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. H. Setyowati, “Analisis Efektivitas Kelompok Kerja Sanding dan Buffing Small Grand Baby (GB) Piano dengan Metode Overall Labour Effectiveness (OLE) dan Root Cause Analysis (RCA) (Studi kasus PT. Yamaha Indonesia),” Universitas Islam Indonesia, Indonesia, 2021.
- [2] B. Satria Herlambang, “Desain Modifikasi Mesin Auto Edge Buff Proses Buffing Halus dan Finishing Untuk Meningkatkan Produksi Piano,” Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, 2018.
- [3] Elisabeth Ginting and Yola Lista, “Analisa Komponen Kritis untuk Mengurangi Breakdown Mesin Produksi pada PT. XYZ,” *ee*, vol. 2, no. 3, Dec. 2019, doi: 10.32734/ee.v2i3.704.
- [4] T. Mesra, “Analisis Perawatan Mesin Pompa Sentrifugal dengan Metoda Failure Mode and Effect Analysis (FMEA),” *JURNAL TEKNOLOGI UNIVERSAL*, vol. 13, no. 2, pp. 39–46, Dec. 2020, doi: 10.52072/unitek.v13i2.138.
- [5] D. F. Mayangsari, H. Adianto, and Y. Yuniati, “Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA),” p. 11.
- [6] D. H. Stamatis, *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution*, 2nd ed., rev.Expanded. Milwaukee, Wisc: ASQ Quality Press, 2003.
- [7] A. A. Neermarga and D. P. Martis, “Design and Fabrication of Automatic Shoe Polishing Machine,” p. 4.
- [8] A. Fatkhurrohman, “Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan Kualitas Produk Pada Bagian Banbury PT Bridgestone Tire Indonesia,” p. 18.
- [9] A.-B. bin Ladjamudin, *Analisis dan Desain Sistem Informasi*, Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2005.
- [10] D. Budiastuti and D. Gf, “Analisis Tingkat Kepentingan Desain Industri Produk Handphone: Studi Kasus di Fakultas Ekonomi Ubinus,” *The Winners*, vol. 7, no. 2, p. 144, Sep. 2006, doi: 10.21512/tw.v7i2.618.

- [11] N. Ansori and M. I. Mustajib, *Sistem Perawatan Terpadu (Integrated Maintenance System)*, Edisi Pertama. Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2013.
- [12] R. E. McDermott, “The Basics of FMEA, 2nd Edition,” p. 104.
- [13] F. A. Ajis, “Perancangan Transmisi Daya Pada Mesin Pencacah Daun Kering dengan Menggunakan System Pulley dan V-Belt,” p. 14.
- [14] C. Tate, “Understanding Cutting Equations,” *www.ctemag.com*, 2014. <https://www.ctemag.com/news/articles/understanding-cutting-equations> (accessed Jun. 16, 2022).
- [15] A. Karmana, I. P. Ilyas, and A. Ramdan, “Perancangan Mesin Auto Level Buff Untuk Komponen Panel Kayu Upright Piano,” *JTRM*, vol. 4, no. 1, pp. 11–24, May 2022, doi: 10.48182/jtrm.v4i1.85.



**LAMPIRAN 1**  
**TABEL GUIDELINE SISTEM FMEA**

**Severity Guideline untuk sistem FMEA**

<b>Efek</b>	<b>Rating</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Resolusi</b>
Tanpa efek	1	Tanpa efek	Jika nilai numerik berada di antara dua nomor, selalu pilih nomor yang lebih tinggi.
Efek yang sangat ringan	2	Pengguna tidak terpengaruh. Efek yang sangat ringan pada produk atau kinerja sistem.	Jika tim memiliki perbedaan pendapat dalam nilai peringkat, berikut ini dapat membantu.
Efek yang ringan	3	Pengguna sedikit terpengaruh. Efek yang ringan pada produk atau kinerja sistem.	1. Jika ketidaksepakatan itu bersebelahan kategori, rata-ratakan perbedaannya. Untuk contoh, jika salah satu anggota mengatakan 5 dan orang lain mengatakan 6, rating dalam ini kasus harus 6 ( $5 + 6 = 11, 11/2 = 5.5$ ).
Efek minor	4	Pengguna mengalami pengaruh yang kecil. Efek minor pada produk atau kinerja sistem.	2. Jika ketidaksepakatan melompat satu kategori, maka konsensus harus dicapai. Meskipun dengan satu orang yang memegang total konsensus harus dicapai. Tidak rata-rata, tidak ada mayoritas. Semua orang di tim itu harus memiliki kepemilikan rating. Mereka mungkin tidak setuju 100 persen, tetapi mereka setuju dengan itu.
Efek menengah	5	Pengguna mengalami beberapa ketidakpuasan. Efek menengah pada produk atau kinerja sistem.	
Efek signifikan	6	Pengguna mengalami ketidaknyamanan. Kinerja produk menurun tetapi bisa dioperasikan dan aman. Kerugian partial pada fungsi sistem tetapi bisa dioperasikan.	
Efek mayor	7	Pengguna tidak terpuaskan (kecewa). Kinerja produk sangat terpengaruh tetapi terkendali dan aman. Fungsi sistem terganggu.	
Efek ekstrim	8	Pengguna sangat kecewa. Produk tidak dapat dioperasikan tetapi aman. Sistem tidak dapat beroperasi.	
Efek serius	9	Efek berbahaya potensial. Dapat menghentikan produk tanpa kecelakaan, kegagalan bertahap.	
Efek berbahaya	10	Efek berbahaya. Efek kegagalan tiba-tiba yang berhubungan dengan keamanan.	

**Occurance Guideline untuk sistem FMEA**

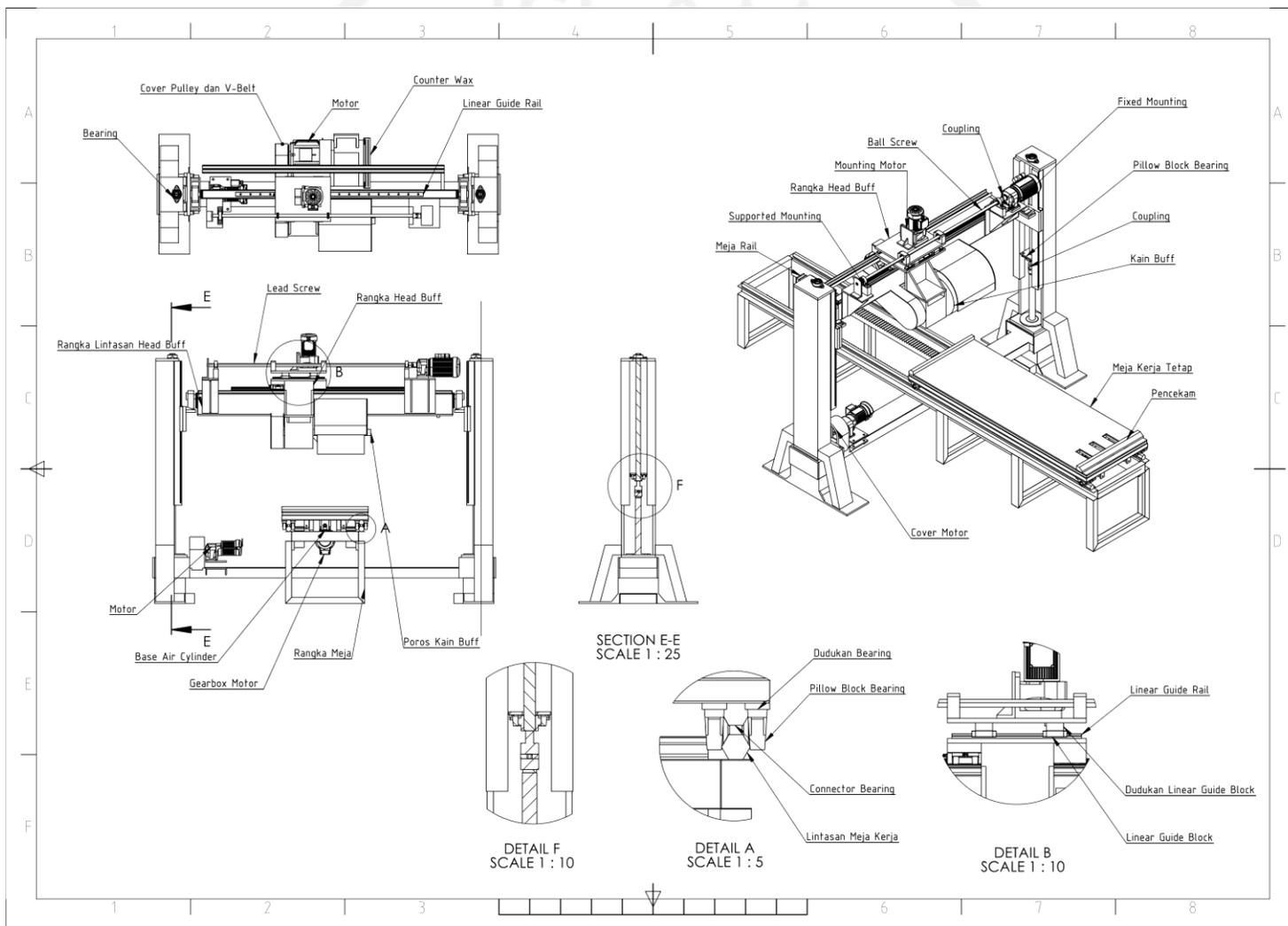
<b>Efek</b>	<b>Rating</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Resolusi</b>
Hampir tidak ada	1	Tidak mungkin terjadi kegagalan. Dalam sejarah desain yang mirip menunjukkan tidak adanya kegagalan	Jika nilai numerik berada di antara dua nomor, selalu pilih nomor yang lebih tinggi.
Sedikit	2	Kemungkinan sangat jarang terjadi kegagalan	Jika tim memiliki perbedaan pendapat dalam nilai peringkat, berikut ini dapat membantu.
Sangat kecil	3	Kemungkinan jarang terjadi kegagalan	1. Jika ketidaksepakatan itu bersebelahan kategori, rata-ratakan perbedaannya. Untuk contoh, jika salah satu anggota mengatakan 5 dan orang lain mengatakan 6, rating dalam ini kasus harus 6 (5 dan 6 berdekatan kategori. Karena itu $5 + 6 = 11$ , $11/2 = 5.5$ ).
Kecil	4	Kemungkinan sangat sedikit terjadi kegagalan	2. Jika ketidaksepakatan melompat satu kategori, maka konsensus harus dicapai. Meskipun dengan satu orang yang memegang total konsensus harus dicapai. Tidak rata-rata, tidak ada mayoritas. Semua orang di tim itu harus memiliki kepemilikan rating. Mereka mungkin tidak setuju 100 persen, tetapi mereka setuju dengan itu.
Rendah	5	Kemungkinan sedikit terjadi kegagalan	
Medium	6	Kemungkinan menengah terjadi kegagalan	
Agak tinggi	7	Kemungkinan agak tinggi terjadi kegagalan	
Tinggi	8	Kemungkinan tinggi terjadi kegagalan	
Sangat tinggi	9	Kemungkinan sangat tinggi terjadi kegagalan	
Hampir selalu	10	Kemungkinan hampir pasti terjadi kegagalan. Dalam sejarah disain yang mirip menunjukkan sangat banyak kegagalan	

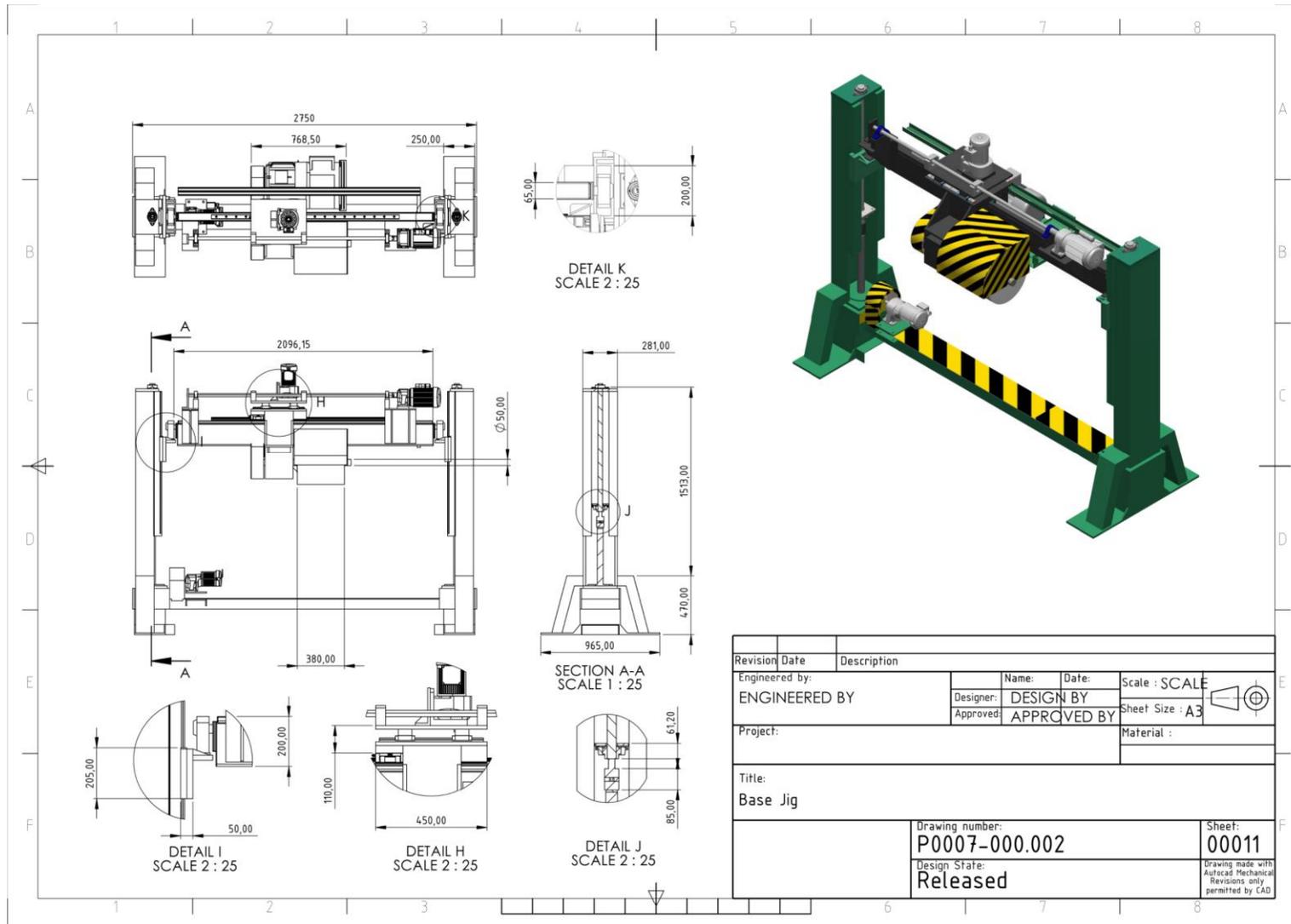
**Detection Guideline untuk sistem FMEA**

<b>Efek</b>	<b>Rating</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Resolusi</b>
Hampir tidak ada	1	Terdeteksi ada pada ditahap konsep.	Jika nilai numerik berada di antara dua nomor, selalu pilih nomor yang lebih tinggi.
Sangat pasti	2	Terdeteksi pada analisis komputer di awal tahap desain.	Jika tim memiliki perbedaan pendapat dalam nilai peringkat, berikut ini dapat membantu.
Tinggi	3	Simulasi dan/atau pemodelan pada tahap awal.	1. Jika ketidaksepakatan itu bersebelahan kategori, rata-ratakan perbedaannya. Untuk contoh, jika salah satu anggota mengatakan 5 dan orang lain mengatakan 6, rating dalam ini kasus harus 6 (5 dan 6 berdekatan kategori. Karena itu $5 + 6 = 11$ , $11/2 = 5.5$ ).
Agak tinggi	4	Pengujian pada elemen sistem prototipe awal.	2. Jika ketidaksepakatan melompat satu kategori, maka konsensus harus dicapai. Meskipun dengan satu orang yang memegang total konsensus harus dicapai. Tidak rata-rata, tidak ada mayoritas. Semua orang di tim itu harus memiliki kepemilikan rating. Mereka mungkin tidak setuju 100 persen, tetapi mereka setuju dengan itu.
Menengah	5	Pengujian pada komponen sistem praproduksi.	
Rendah	6	Pengujian pada komponen sistem yang serupa.	
Kecil	7	Pengujian produk dengan prototipe dengan komponen sistem yang terpasang.	
Sangat kecil	8	Membuktikan uji ketahanan pada produk dengan komponen sistem yang terpasang.	
Sedikit	9	Hanya tidak terdeteksi atau tidak adanya teknik yang mampu diandalkan.	
Hampir selalu	10	Tidak ada teknik yang diketahui tersedia.	

## LAMPIRAN 2

### DRAFT RANCANGAN MESIN





Revision	Date	Description
Engineered by:		Name: _____ Date: _____ Scale : SCALE
ENGINEERED BY		Designer: DESIGN BY
Project:		Approved: APPROVED BY
		Sheet Size : A3
		Material :
Title:		
Base Jig		
Drawing number:		Sheet:
P0007-000.002		00011
Design State:		Drawing made with Autocad Mechanical Revisions only permitted by CAD
Released		

**LAMPIRAN 3**  
***BILL OF MATERIALS***

No.	Part Name	Amount		Material / Maker	Spec.
	<b>Machining Part</b>				
1	Mounting motor cartridge	1	unit	Teco	ERHZ series 1 HP
2	Frame Z Axis	1	unit	FYH	UCFL 204
3	Frame X Axis	1	unit	SS400	100 x 100 x 6 x 8mm
	<b>Mechanical part</b>				
1	Lead Screw Z Axis and Nut	1	pcs	Teco	ERHZ series 1 HP
2	Lead Screw X Axis and Nut	1	pcs	FYH	UCFL 204
3	Linear Guide and Rail Z Axis	4	set	SS400	100 x 100 x 6 x 8mm
4	Linear Guide and Rail X Axis	2	set	ST41	Dia 20mm x 6m
5	Linear Guide and Rail Occilation	1	set		Custom
6	Motor plus Gearbox X Axis	1	unit	Teco	ERHZ series 1 HP
7	Motor plus Gearbox Z Axis	1	Pcs	FYH	UCFL 204
8	Motor plus Gearbox Cutridge	1	Btg	SS400	100 x 100 x 6 x 8mm
9	Motor plus Gearbox Occilation	1	Btg	ST41	Dia 20mm x 6m
10	Motor plus Gearbox Counterwax	1	Set		Custom
11	Pulley Shaff buff	1	unit	general	SHAFT DIA . 22/ Out off sia. 90
12	Van belt	1	unit	Mitsubo shi	B-65
13	Pillow Block	2	pcs	FYH	UCFL213J
14	Flange block buff	1	pcs	FYH	UCFL213J
15	Cover Motor Buff Additional	1	unit	Plate 4 mm	custom by design
16	Cover Motor Buff Modifikasi	1	unit	Plate 4 mm	custom by design
17	Shaft motor to buff	1	pcs	SS400	custom by design
18	Balancer Motor and mounting	1	unit	SS401	custom by design

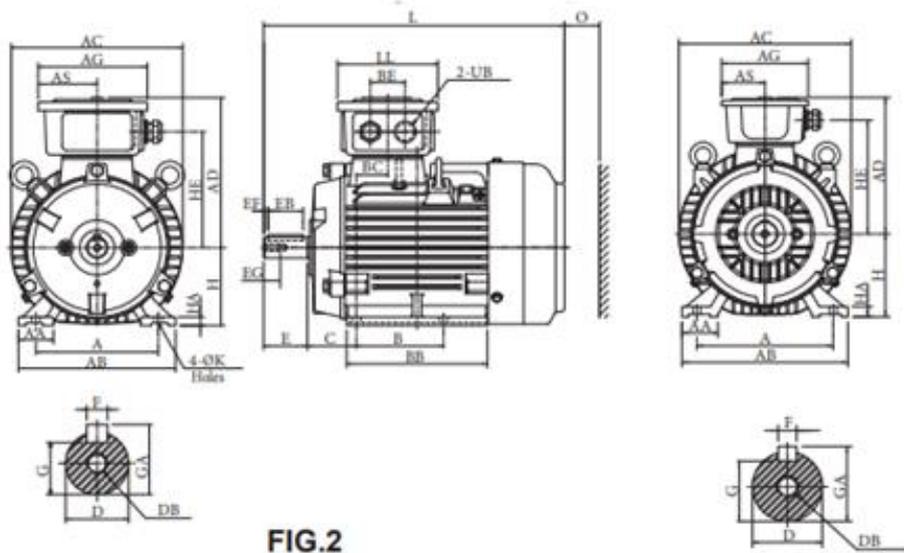
# LAMPIRAN 4

## SPESIFIKASI MOTOR



### DIMENSION

**Horizontal Foot Mounting B3 (IM 1001)**  
**TYPE: AESV2W**



**FIG.2**

Output (kW)			FRAME SIZE	FIG. NO.	A	AA	AB	AC	AD	AG	AS	B	B'	BA	BA'	BB	BC	BE	C	H
2P	4P	6P																		
1.5	1.1	0.75	90S	2	140	40	180	197	173	125	67.5	100	--	--	--	161	36	40	56	90
2.2	1.5	1.1	90L		140	40	180	197	173	125	67.5	125	--	--	--	186	36	40	56	90
3	2.2	1.5	100L		160	40	200	219	193	147	78.5	140	--	--	--	181	21	50	63	100
--	3	--	100L		160	40	200	219	193	147	78.5	140	--	--	--	181	21	50	63	100
4	4	2.2	112M		190	45	235	235	200.5	147	78.5	140	--	--	--	186	28	50	70	112

HA	HE	K	L	LL	O	UB	SHAFT EXTENSION								BEARING		
							D	E	EB	EF	EG	F	G	GA	DB	DRIVE END	OPPOSITE DRIVE END
10	133.5	10	344.5	115	40	M20x1.5	24	50	40	5	19	8	20	27	M8	6205ZZ	6205ZZ
10	133.5	10	369.5	115	40	M20x1.5	24	50	40	5	19	8	20	27	M8	6205ZZ	6205ZZ
12	157	12	392.0	125	50	M25x1.5	28	60	50	5	22	8	24	31	M10	6206ZZ	6206ZZ
13	164.5	12	412.5	125	50	M25x1.5	28	60	50	5	22	8	24	31	M10	6306ZZ	6306ZZ

# LAMPIRAN 5

## SURAT KETERANGAN



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

Confiden

### SURAT KETERANGAN

No. : 116/YI/ PKL /IV/2022

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

Nama : Agrillia Kendingata  
Nomor Induk Mahasiswa : 18525071  
Jurusan : TEHNIK MESIN  
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI  
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

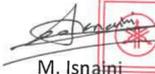
Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Desain Modifikasi Mesin Auto Level Buff Small Untuk Penambahan Kapasitas Kabinet Small UP di PT. Yamaha Indonesia*".  
Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 27 September 2021 sampai dengan Tanggal 31 Maret 2022. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 20 April 2022

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA

  
M. Isnaini  
Manager



CC: - Arsip