

**PERANCANGAN *JIG* DAN *FIXTURE* UNTUK PELUBANGAN  
*RUBBER* PADA KABINET *MUSIC DESK UPRIGHT PIANO*  
DI PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

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



**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Mu'izzul Ishlahi**

**No. Mahasiswa : 17525030**

**NIRM : 2017023595**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

*Bismillaahirrahmaanirrahiim*, dengan ini saya menyatakan bahwa dalam pembuatan laporan tugas akhir ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan maupun ringkasan yang saya cantumkan sumbernya untuk dijadikan sebagai referensi. Apabila di kemudian hari terbukti jika pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 2 Agustus 2022



Muhammad Mu'izzul Ishlahi

17525030

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PERANCANGAN *JIG DAN FIXTURE* UNTUK PELUBANGAN  
*RUBBER* PADA KABINET *MUSIC DESK UPRIGHT PIANO*  
DI PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Mu'izzul Ishlahi**

**No. Mahasiswa : 17525030**

**NIRM : 2017023595**

Yogyakarta, 20 Juli 2022

Pembimbing



Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**PERANCANGAN *JIG DAN FIXTURE* UNTUK PELUBANGAN  
*RUBBER* PADA KABINET *MUSIC DESK UPRIGHT PIANO*  
DI PT. YAMAHA INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Muhammad Mu'izzul Ishlahi**  
**No. Mahasiswa : 17525030**  
**NIRM : 2017023595**

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

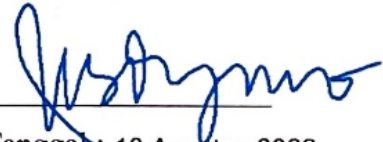
Ketua



Tanggal : 15 / 08 / 2022

Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

Anggota I



Tanggal : 13 Agustus 2022

Irfan Aditya Dharma, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota II



Tanggal : 14/08/2022

Mengetahui

Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada Kedua orangtua saya, Bapak Drs. Abdul Wahab M. Ag dan Ibu Dra. Mulathifah Hasanah M.H atas segala doa, dukungan, serta kasih sayang yang tiada henti-hentinya sehingga saya dapat tumbuh dan melangkah hingga saat ini.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan seluruh rangkaian dalam tugas akhir saya.

Semoga selalu mengalir pahala serta amal jariyah bagi kita semua, Aamiin.

## HALAMAN MOTTO

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya..”

(*Al-Baqarah : 286*)

مَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا، سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

“Barang siapa menelusuri jalan untuk mencari ilmu padanya, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga.”

(*HR. Muslim*)

وَإِذْ تَأَذَّنَ رَبُّكُمْ لَئِنْ شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ وَلَئِنْ كَفَرْتُمْ إِنَّ عَذَابِي لَشَدِيدٌ

(Ingatlah) ketika Tuhanmu memaklumkan, “Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), sesungguhnya azab-Ku benar-benar sangat keras.”

(*Ibrahim : 7*)

“Ilmu akhirat wajib dipelajari, bekal untuk bertemu *Illahi*, Ilmu duniawi boleh dicari, panduan hidup untuk berbakti”

*Umam – Ayah&Ibu*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh*

*Alhamdulillah Rabbil 'Aalamiin*, puji syukur atas kehadiran Allah Subhaanahu Wata'ala yang telah melimpahkan banyak sekali nikmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Shawalat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada baginda Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wassallam yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang seperti saat ini. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam rangka memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin di Universitas Islam Indonesia.

Laporan tugas akhir ini dapat penulis selesaikan dengan sebaik mungkin tak lepas dari adanya bimbingan serta dukungan dari banyak pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan banyak sekali terimakasih kepada:

1. Keluarga tersayang, terutama Bapak dan Ibu yang senantiasa memberikan dukungan serta do'a yang tak henti-hentinya di setiap langkah yang ditempuh oleh penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan terbaik serta motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
4. Bapak H. Syamsuddin D.S selaku Wakil Presiden Direktur PT. Yamaha Indonesia beserta jajarannya yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terimakasih atas kesempatan serta pengalaman selama berada di PT. Yamaha Indonesia.
5. Mas Bana Yasin dan Bapak Pandji Victory selaku mentor yang telah memberikan banyak sekali ilmu, arahan, serta pengalaman baru selama berada di PT. Yamaha Indonesia.
6. Mang Udin dan Mbak Gina selaku Kepala kelompok dan Operator kelompok kerja *music desk* yang telah banyak membantu dalam projek ini.

7. Dodow sebagai *partner* dalam proyek ini yang telah banyak sekali membantu dalam proses pengambilan data, pengolahan data, dan sebagainya.
8. Agree, Masel, Edho', Teawe, Gena H. dan seluruh teman-teman seperjuangan *Batch* 13 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam banyak hal.
9. Seluruh Dosen Teknik Mesin UII yang telah memberikan banyak sekali ilmu kepada penulis sehingga dapat penulis terapkan saat melaksanakan tugas akhir ini.

Penulis telah menyusun laporan tugas akhir ini dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari bahwa dengan adanya keterbatasan penulis memungkinkan masih adanya kesalahan dan kekurangan pada laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu adanya kritik dan saran sangat diharapkan untuk kebaikan penulis kedepannya. Semoga dengan adanya laporan tugas akhir ini dapat menjadi kebermanfaatan bagi penulis maupun pembaca.

*Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh*

Yogyakarta, 20 Juli 2022



Muhammad Mu'izzul Ishlahi

17525030



## ABSTRAK

Pada periode 198 di PT. Yamaha Indonesia, terdapat permintaan *kaizen* pada kelompok kerja *music desk upright piano* yaitu perubahan proses pelubangan *rubber* dari mesin *drill* manual menjadi otomatis dengan memanfaatkan mesin *CNC (Computer Numerical Control)* yang ada. Penelitian ini dilakukan karena adanya potensi bahaya yang terjadi selama proses yang dilakukan oleh operator dan juga beban kerja yang tinggi oleh operator. Maka dari itu, dirancang sebuah *jig* baru yang akan diletakkan pada meja mesin NC yang sudah ada pada kelompok kerja tersebut dengan kapasitas mesin masih dapat memenuhi jika ditambahkan proses pelubangan *rubber*. Dengan adanya *jig* ini, nantinya operator hanya cukup meletakkan dan *setting* kabinet pada *jig*. Hasil dari perancangan *jig* ini adalah menghilangkan potensi bahaya pada operator, operator dapat melakukan pekerjaan lain saat mesin beroperasi sehingga meningkatkan efektivitas dan efisiensi waktu proses secara keseluruhan.

**Kata kunci:** *kaizen*, perancangan, *jig*, *music desk*.

## ***ABSTRACT***

*In the period 198 at PT. Yamaha Indonesia, there is a kaizen request for the upright piano music desk working group, changing the rubber drilling process from a manual drilling machine to an automatic process by utilizing the existing CNC (Computer Numerical Control) machine. This research was conducted because of a potential danger that occurs during the process and there is also high workload by the operator. Therefore, a new jig was designed which will be placed on the table of the NC machine that already exists. The machine capacity that can still fulfill if the rubber perforation process is added. With this jig, the operator will only need to place and set the cabinet on the jig. The result of this jig design is to eliminate the potential danger to the operator, the operator can do other work while the machine is operating so as to increase the effectiveness and efficiency of the overall process time.*

*Keywords: kaizen, design, jig, music desk.*

## 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
<i>Abstract</i> .....	x
Daftar Isi .....	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar .....	xiv
Bab 1 Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka .....	4
2.1 Kajian Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	5
2.2.1 <i>Kaizen</i> .....	6
2.2.2 Perancangan .....	6
2.2.3 <i>Jig</i> .....	6
2.2.4 <i>CNC</i> .....	7
2.2.5 <i>Man-Machine Chart</i> .....	8
2.2.6 <i>Break Even Point (BEP)</i> .....	9
2.2.7 <i>Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)</i> .....	9
Bab 3 Metode Penelitian .....	13

3.1	Identifikasi Masalah.....	13
3.2	Alur Penelitian .....	15
3.3	Peralatan dan Bahan.....	16
3.4	Observasi Lapangan dan Pengambilan Data .....	16
3.4.1	Kabinet <i>Music Desk</i> .....	17
3.4.2	Proses-proses yang dikerjakan .....	18
3.4.3	Mesin <i>Drill</i> .....	20
3.4.4	Kapasitas Mesin NC .....	21
3.5	Kriteria Desain .....	22
3.6	Desain Jig.....	22
3.7	Layout pada Mesin NC .....	24
3.8	Simulasi Pergerakan NC .....	25
3.9	Sumber Daya Manusia.....	26
3.10	Analisis FMEA.....	26
3.10.1	Identifikasi Fungsi dan Proses .....	26
3.10.2	Penentuan nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i> .....	27
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	29
4.1	Hasil Perancangan <i>Jig Music Desk</i> .....	29
4.2	Hasil Pemesinan.....	29
4.3	Analisis dan Pembahasan.....	30
4.3.1	Perubahan Waktu pada Mesin NC.....	30
4.3.2	Perubahan Waktu pada Operator .....	31
4.3.3	<i>MM Chart After</i> .....	33
4.3.4	<i>Break Even Point</i> .....	34
Bab 5	Penutup.....	36
5.1	Kesimpulan .....	36
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya .....	36
Daftar Pustaka	.....	37
Lampiran	.....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 <i>Rating</i> keparahan ( <i>severity</i> ).....	10
Tabel 2-2 <i>Rating</i> kejadian ( <i>occurrence</i> ).....	11
Tabel 2-3 <i>Rating</i> deteksi ( <i>detection</i> ) .....	11
Tabel 3-1 Waktu kerja total operator.....	14
Tabel 3-2 Peralatan Perancangan .....	16
Tabel 3-3 Kapasitas Mesin NC.....	21
Tabel 3-4 Identifikasi Fungsi dan Proses Pelubangan <i>Rubber</i> dengan <i>jig</i> baru ...	27
Tabel 3-5 Penentuan nilai S, O, D, dan RPN .....	27
Tabel 4-1 Kapasitas Waktu NC <i>Before</i> .....	30
Tabel 4-2 Estimasi Kapasitas Waktu NC <i>After</i> .....	30
Tabel 4-3 Waktu Operator <i>Before</i> .....	31
Tabel 4-4 Waktu Operator <i>After</i> .....	32
Tabel 4-5 Perbandingan waktu total operator.....	32
Tabel 4-6 <i>Man-machine chart</i> operator.....	33
Tabel 4-7 <i>Bill of Materials</i> .....	34
Tabel 4-8 <i>Break Even Point</i> .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Kabinet <i>music desk</i> .....	4
Gambar 2-2 <i>Rubber Button</i> .....	5
Gambar 2-3 <i>Jig</i> pelubangan <i>rubber</i> .....	7
Gambar 2-4 Mesin CNC <i>music desk</i> .....	8
Gambar 3-1 Pengambilan sisa pelubangan.....	13
Gambar 3-2 Operator meletakkan sisa pelubangan.....	13
Gambar 3-3 Operator saat mengambil <i>jig</i> .....	14
Gambar 3-4 Alur Penelitian.....	15
Gambar 3-5 Panjang <i>music desk</i> model B1, B2 dan U1J .....	17
Gambar 3-6 Lebar dan bentuk <i>music desk</i> B1, B2, dan U1J .....	18
Gambar 3-7 Proses pelubangan <i>hinge</i> menggunakan mesin NC.....	19
Gambar 3-8 Mesin <i>manual drill</i> .....	21
Gambar 3-9 Layout meja NC .....	22
Gambar 3-10 Tampak atas <i>jig</i> .....	23
Gambar 3-11 Tampak isometrik <i>jig</i> .....	23
Gambar 3-12 Detail <i>toggle clamp</i> untuk menahan posisi <i>music desk</i> pada <i>jig</i> ....	23
Gambar 3-13 Letak <i>jig</i> pada mesin NC .....	24
Gambar 3-14 Tampilan keseluruhan <i>jig</i> pada mesin NC .....	24
Gambar 3-15 <i>Timeline</i> simulasi pergerakan NC .....	25
Gambar 4-1 Tampak depan <i>jig</i> .....	29

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi sejalan dengan pesatnya perindustrian di seluruh dunia untuk memudahkan pekerjaan manusia. Mesin digunakan untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan berat khususnya pada bidang industri yang memiliki pengaruh besar karena dapat mengurangi beban kerja pada manusia serta dapat meningkatkan efisiensi karena proses yang dikerjakan menjadi lebih cepat. Saat ini mesin sudah dapat ditemukan hampir di seluruh perusahaan maupun pabrik yang terdapat proses-proses yang berhubungan dengan massa, mekanikal, dan elektrikal, termasuk alat musik.

Industri musik di dunia memproduksi banyak sekali berbagai macam alat-alat musik. Di Indonesia, PT. Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan di Indonesia yang memproduksi alat musik piano. Piano yang diproduksi PT. Yamaha Indonesia terdapat dua jenis, yaitu *Upright Piano* dan *Grand Piano*. Dari kedua jenis piano tersebut, terdapat macam-macam kabinet dimana untuk setiap kabinet memiliki proses pemesinan tersendiri. Kabinet adalah bagian penyusun dari satu kesatuan alat musik piano. PT. Yamaha Indonesia melakukan rutinitas *kaizen* atau dalam bahasa Indonesia berarti perbaikan untuk meningkatkan mutu serta produktivitas yang dihasilkan.

Pada kelompok kerja *Music Desk Upright Piano Polish Ebony* yang dinaungi oleh Departemen *Painting* di PT. Yamaha Indonesia bertanggung jawab untuk pemrosesan kabinet *music desk* yang akan dikirim ke Departemen *Assembly*. Salah satu proses yang dikerjakan pada kelompok kerja *music desk* adalah proses pelubangan *rubber*. Proses pelubangan *rubber* dioperasikan secara manual oleh operator menggunakan mesin *drill* atau di PT. Yamaha Indonesia sering disebut dengan mesin *single bore*.

Saat memulai proses, operator harus mengambil *jig* yang terletak di bawah meja. *Jig* tersebut memiliki bobot sekitar 7 kilogram sehingga operator harus membungkuk ketika mengambil *jig* dan diletakkan di meja proses. Proses

mengangkat *jig* tersebut dapat menimbulkan potensi bahaya untuk kesehatan operator jangka panjang jika dilakukan secara terus menerus. Selain itu, terdapat potensi bahaya yang lain saat operator mengambil plastik sisa pelubangan pada mesin *single bore*, dimana tangan operator dikhawatirkan mengenai mata bor yang masih dalam sisa putaran. Selain itu, waktu kerja operator melebihi batas jam kerja yang telah ditetapkan, sehingga operator memiliki beban kerja yang sangat tinggi.

Oleh karena itu, dibutuhkan perbaikan atau modifikasi agar potensi bahaya yang ada dapat dihilangkan. Penulis mengangkat topik tugas akhir dengan judul “Perancangan *Jig* dan *Fixture* untuk Pelubangan *Rubber* pada Kabinet *Music Desk Upright Piano* di PT. Yamaha Indonesia” untuk menghilangkan potensi bahaya dan juga meningkatkan efisiensi pada proses tersebut sehingga dapat mengurangi waktu kerja operator yang berlebih (*overtime*). Dengan adanya perbaikan dan modifikasi ini diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada pada proses kabinet *Music Desk* ini.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menghilangkan potensi bahaya saat proses pelubangan *rubber* pada kabinet *music desk* model B1 dan B2?
2. Bagaimana cara meningkatkan efisiensi saat proses pelubangan *rubber* pada *music desk*?
3. Bagaimana cara mengurangi waktu kerja operator yang berlebih?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar pembahasan ini lebih fokus dan terarah, maka dibuatlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada kelompok kerja *Music Desk UP* di PT. Yamaha Indonesia,
2. Desain menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2020*,
3. Tidak membahas analisis beban pada alat,
4. Tidak membahas struktur pada alat,



5. Tidak membahas program pada mesin NC.

#### **1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan perancangan adalah sebagai berikut:

1. Merancang *jig & fixture* untuk pelubangan *rubber* pada kabinet *music desk* model B1 dan B2,
2. Mengetahui pengaruh yang didapatkan antara *jig* baru dan *jig* sebelumnya.

#### **1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan**

1. Mengurangi resiko cedera dan kelelahan pada operator,
2. Mengurangi waktu operator yang berlebih (*overtime*),
3. Meningkatkan efisiensi dan efektifitas kinerja operator.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada penulisan laporan tugas akhir ini, penulis membuat sistematika penulisan menjadi beberapa bagian. Bab 1 berisikan latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan. Bab 2 membahas tentang tinjauan pustaka dan berbagai teori sebagai dasar untuk mendukung dalam penyelesaian masalah penelitian ini. Bab 3 menjelaskan tentang bagaimana masalah yang ada, alur perancangan, alat dan bahan, serta metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Kemudian Bab 4 berisi hasil dari perancangan yang sudah dibuat dan pembahasan. Yang terakhir yaitu Bab 5 berisikan kesimpulan dari hasil perancangan yang telah dibuat dan saran atau masukan selama penelitian.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

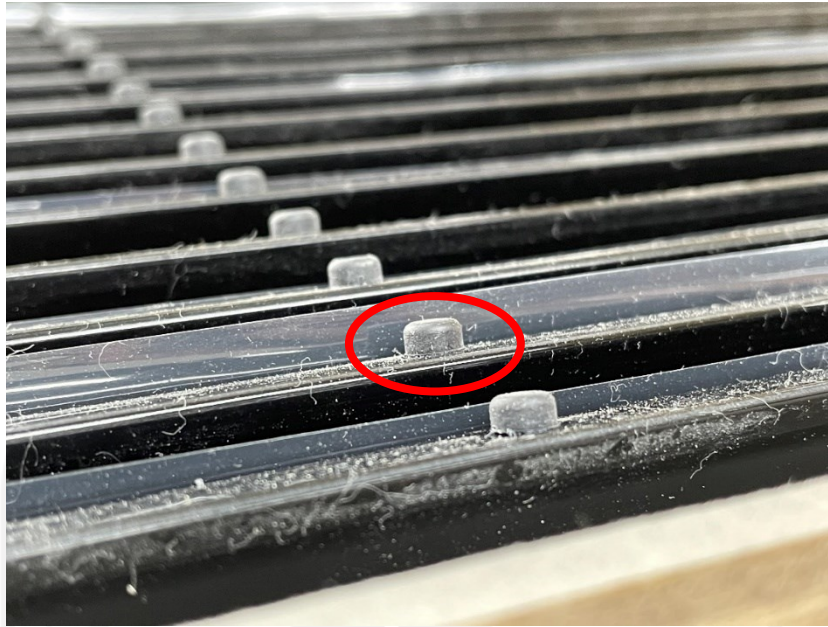
#### 2.1 Kajian Pustaka

*Music desk* merupakan salah satu kabinet penyusun pada piano. Pada kasus ini, *music desk* yang dibahas adalah *music desk* yang ada pada kabinet *fall center* dimana kabinet *fall center* juga merupakan kabinet penyusun dari kabinet *fall board* yang berfungsi sebagai penutup *key* (tuts) piano. *Music desk* disambungkan menggunakan *hinge* atau engsel ke kabinet *fall center*.



Gambar 2-1 Kabinet *music desk*

Salah satu proses pada kabinet *music desk* adalah proses pelubangan *rubber* yang menggunakan mesin *drill / single bore*. Pelubangan *rubber* sendiri dilakukan untuk meletakkan *rubber button* sebagai penahan posisi *music desk* pada *fall center*. Saat ini proses pelubangan *rubber* masih menggunakan mesin *drill* manual yang dioperasikan oleh operator. Proses pelubangan juga menggunakan *jig* sebagai alat bantu yang sudah dibuat sesuai dengan ukuran *music desk* yang akan diproses. Kabinet *music desk* yang diproses pada kelompok kerja ini yaitu *music desk* model B1, B2, dan U1J jenis *UP*. Proses pelubangan *rubber* yang menggunakan mesin *drill* hanya model B1 dan B2, sedangkan model U1J sudah diproses secara otomatis menggunakan mesin *NC* yang ada pada kelompok kerja tersebut.



Gambar 2-2 *Rubber Button*

Proses pelubangan *rubber* menggunakan mesin *drill* ini cukup melelahkan bagi operator karena operator harus menggeser *jig* setiap satu kali proses pelubangan untuk pelubangan berikutnya, sedangkan untuk setiap kabinet *music desk* memiliki tiga buah lubang. Selain itu, setiap selesai satu pelubangan operator harus mengambil plastik sisa pelubangan yang masih menempel pada mata bor menggunakan tangan dimana dikhawatirkan tangan operator terluka karena mata bor masih dalam sisa putaran dan juga kondisi mata bor yang masih panas akibat pelubangan, sehingga terapat potensi bahaya pada proses tersebut.

Oleh karena itu dibutuhkan *kaizen* untuk menghilangkan potensi bahaya dan mengurangi beban kerja operator dengan membuat *jig* baru untuk pelubangan *rubber* model B1 dan B2 yang akan menggunakan mesin NC yang sudah ada. Jika semua proses pelubangan *rubber* sudah menggunakan mesin NC, maka operator dapat melakukan pekerjaan lainnya saat mesin beroperasi.

## 2.2 Dasar Teori

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa teori sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah yang ada.

### **2.2.1 Kaizen**

*Kaizen* dalam Bahasa Jepang berarti perbaikan yang berkesinambungan. Istilah tersebut mencakup perbaikan yang melibatkan semua orang, baik pimpinan maupun karyawan. *Kaizen* telah menjadi kunci kesuksesan kompetitif Jepang dan sudah banyak diadaptasi dalam beragam metode aplikasi.

Elemen inti dari *kaizen* yaitu keinginan untuk maju dan memprioritaskan kualitas, selalu memberikan upaya yang terbaik, konsisten, keterlibatan seluruh pegawai, dan komunikasi. Kedisiplinan dan kerjasama tim adalah hal utama dalam meningkatkan moral pekerja untuk menjalankan siklus mutu *kaizen*. Seluruh karyawan harus memberikan saran demi perbaikan (Nsofor EBELE, 2005).

### **2.2.2 Perancangan**

Perancangan merupakan suatu proses menginvestigasi, mengidentifikasi masalah, dan menggunakan informasi tersebut untuk memecahkan suatu permasalahan (Vincensius & Wasito, 2017). Perancangan digunakan sebagai langkah awal saat akan membuat atau mengembangkan suatu produk. Dengan adanya perancangan, produk akan lebih mudah dibuat karena adanya parameter-parameter yang sudah dibuat dan dapat dikerjakan sesuai parameter yang ditetapkan.

### **2.2.3 Jig**

*Jig* adalah alat khusus yang digunakan untuk menahan benda kerja dengan posisi yang tetap saat proses pemesinan. Selain itu, *jig* juga berfungsi sebagai panduan selama proses berlangsung. Manfaat yang didapat dengan adanya *jig* yaitu meningkatkan tingkat produktifitas selama proses serta membuat pekerjaan operator menjadi lebih mudah, cepat, dan nyaman (Saptari et al., 2011).

*Jig* dibuat sesuai dengan dimensi benda kerja yang akan diproses sehingga meminimalisir adanya kesalahan atau kerusakan pada benda kerja saat diproses. Biasanya *jig* juga dilengkapi dengan *stopper* dimana *stopper* berfungsi sebagai pembatas gerak dari benda kerja.



Gambar 2-3 *Jig* pelubangan *rubber*

#### 2.2.4 CNC

*Computer Numerical Control* (CNC) merupakan salah satu komponen inti dalam suatu proses manufaktur. CNC digunakan untuk melakukan proses pemesinan yang tidak melibatkan manusia selama proses berlangsung. Proses pemesinan menggunakan CNC dimulai dengan pembuatan desain produk menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Design* (CAD) seperti *Autodesk Inventor* atau *Solidworks* kemudian diteruskan menggunakan perangkat lunak berbasis *Computer Aided Manufacturing* (CAM). CAM merupakan aplikasi yang dapat menerjemahkan desain yang sudah dibuat menjadi bahasa program dan dimasukkan ke mesin CNC (Prianto, M.Eng, 2017).

Mesin CNC memiliki beberapa jenis, tergantung dari fungsi dan kapasitas yang dibutuhkan. Terdapat mesin CNC 3 axis dan ada yang 5 axis. Dalam dunia industri, biasanya kedua jenis mesin ini yang sering digunakan untuk melakukan proses yang berat dan membutuhkan tingkat kepresisian yang tinggi. Selain itu,

CNC juga dikategorikan berdasarkan jenis sistem kendali yang diaplikasikan, diantaranya sistem kontrol loop terbuka (*open loop control system*) dan sistem kontrol loop tertutup (*closed loop control system*). Sistem *open loop* menggunakan penggerak motor *stepper* yang lebih mudah dikontrol daripada sistem *closed loop*.



Gambar 2-4 Mesin CNC *music desk*

### 2.2.5 *Man-Machine Chart*

*Man-machine chart (mm chart)* adalah suatu metode untuk merepresentasikan hubungan antara waktu yang digunakan operator dan waktu kerja mesin dalam satu waktu dimana mesin tersebut juga dioperasikan oleh operator. *Mm chart* ini cocok digunakan untuk melihat waktu *idle* operator saat mesin beroperasi.

Metode *Man and Machine Chart* merupakan salah satu metode perbaikan kerja yang dapat diterapkan pada perusahaan yang berkaitan dengan keseimbangan kerja antara operator dan mesin. Metode ini akan memperbaiki metode kerja yang menimbulkan adanya kerja menganggur baik operator maupun mesin. Sehingga akan diperoleh perbaikan metode kerja yang seimbang antara operator dan mesin yang tentunya akan berefek pada kapasitas hasil produksi di perusahaan (Maryana dan Meutia Sri, 2015).

## 2.2.6 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* atau BEP merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis finansial atau keuangan. BEP memiliki tujuan untuk mengetahui kapan titik impas saat keuntungan yang dihasilkan sudah mencapai atau menyamai modal yang dikeluarkan. Untuk dapat menghitung BEP, terdapat beberapa variabel biaya yang harus diketahui terlebih dahulu. Secara umum variabel tersebut yaitu:

1. *Fixed cost*

*Fixed cost* atau biaya tetap merupakan total biaya keseluruhan yang sudah dijumlahkan, baik itu dari biaya material, bahan, maupun pajak.

2. *Variable cost*

Sedangkan *variable cost* adalah biaya yang bisa berubah atau berbeda sewaktu-waktu, misalnya biaya kelistrikan, bahan bakar, dan sebagainya.

Kemudian, setelah mengidentifikasi biaya yang akan dikeluarkan, maka digunakan persamaan berikut:

$$B-E = F / (S - V)$$

Dimana:

B-E : *break even point*,

F : *fixed costs*,

V : *variable costs* per unit produksi,

S : *saving* atau keuntungan yang didapatkan.

Biasanya setiap perusahaan memiliki ketentuan perhitungan BEP yang berbeda, salah satunya yaitu dengan menggunakan satuan tahun sebagai acuan waktu, sehingga nilai BEP yang didapat adalah waktu dalam satuan tahun (Gutierrez & Dalsted, 2012).

## 2.2.7 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Analisis FMEA merupakan suatu metode atau alat untuk mengetahui potensi kegagalan serta mencegah terjadinya kegagalan tersebut. Menurut Stamatis (1995), FMEA dapat menemukan serta mengeliminasi potensi kegagalan, error Tingkat efektivitas dari FMEA dapat meningkat secara signifikan melalui

identifikasi potensi kegagalan dan jeli terhadap permasalahan yang mungkin akan muncul (Bluvband & Grabov, 2009).

Terdapat lima jenis FMEA yang biasa diterapkan di perusahaan, yaitu:

1. *Design*, berfokus pada desain produk yang akan dibuat
2. *Process*, berfokus pada proses produksi hingga perakitan yang ada pada industri tersebut
3. *Service*, berfokus pada jasa atau perbaikan
4. *Software*, berfokus pada perangkat lunak
5. *System*, berfokus pada sistem yang digunakan secara luas.

FMEA sangat bergantung pada variabel-variabel; *severity (S)*, *occurrence (O)*, dan *detection (D)*. Seluruh variabel tersebut nantinya akan diberi *rating* atau penilaian dengan skala 1 – 10, dimana 1 merupakan dampak paling ringan sedangkan 10 sebaliknya. *Severity* merupakan analisis yang pertama dilakukan untuk menghitung seberapa besar resiko dan dampak yang akan terjadi. *Occurrence* merupakan besar kemungkinan resiko yang ada dapat terjadi dan membuat adanya kegagalan pada produk. *Detection* adalah seberapa besar kegagalan ataupun penyebab kegagalan tersebut dapat terdeteksi. Nantinya, masing-masing variabel tersebut akan dikalikan sehingga didapatkan RPN atau *risk priority number* dimana nilai tertinggi akan dijadikan pembahasan lebih lanjut untuk mengatasi dan menemukan solusi agar potensi kegagalan tersebut dapat diatasi (Rachman et al., 2016).

Berikut adalah skala penilaian FMEA dengan *rating* 1-10 yang nantinya akan digunakan dalam tahap analisis FMEA.

Tabel 2-1 *Rating* keparahan (*severity*)

Kejadian	Rating	Kriteria
Tanpa efek	1	Tanpa efek
Efek yang sangat ringan	2	Pengguna tidak terpengaruh. Efek yang sangat ringan pada produk atau kinerja sistem
Efek yang ringan	3	Pengguna sedikit terpengaruh. Efek yang ringan pada produk atau kinerja sistem.
Efek minor	4	Pengguna mengalami pengaruh yang kecil. Efek minor pada produk atau kinerja sistem.



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.

Tabel 2-2 *Rating* kejadian (*occurrence*)

Kejadian	Rating	Kriteria
Hampir tidak ada	1	Tidak mungkin terjadi kegagalan.
Sedikit	2	Kemungkinan sangat jarang terjadi kegagalan
Sangat kecil	3	Kemungkinan sangat jarang terjadi kegagalan
Kecil	4	Kemungkinan sangat sedikit terjadi kegagalan
Rendah	5	Kemungkinan sangat sedikit terjadi kegagalan
Sedang	6	Kemungkinan menengah terjadi kegagalan
Lumayan 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.

Tabel 2-3 *Rating* deteksi (*detection*)

Kejadian	Rating	Kriteria
----------	--------	----------

Hampir pasti	1	Pengecekan akan selalu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
Sangat pasti	2	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
Tinggi	3	Pengecekan memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
Lumayan tinggi	4	Pengecekan memiliki kemungkinan agak tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
Menengah	5	Pengecekan memiliki kemungkinan menengah tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
Rendah	6	Pengecekan memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
Kecil	7	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan.
Sangat kecil	8	Pengecekan memiliki kemungkinan terlalu rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
Sedikit	9	Pengecekan memiliki kemungkinan terlalu sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
Hampir tidak terdeteksi	10	Pengecekan akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilakukan karena adanya masalah di lapangan. Oleh karena itu, untuk menentukan tahapan penelitian pada tugas akhir ini, perlu diketahui terlebih dahulu apa saja permasalahan yang ada. Berikut merupakan permasalahan yang ditemukan berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di lapangan.

1. Potensi bahaya

Pada proses pelubangan *rubber cabinet music desk* untuk model B1 dan B2 masih dilakukan secara manual menggunakan mesin *drill* dan ketika satu buah lubang selesai diproses operator harus membersihkan mata bor dari sisa pelubangan yang tersangkut pada mata bor.



Gambar 3-1 Pengambilan sisa pelubangan



Gambar 3-2 Operator meletakkan sisa pelubangan

Potensi bahaya terjadi saat operator mengambil sisa pelubangan dimana mata bor sering kali masih dalam sisa putaran dan masih panas, sehingga dapat melukai tangan operator jika terlalu sering dilakukan. Selain itu,

potensi bahaya lain yang dapat terjadi yaitu saat operator mengambil *jig* yang memiliki berat 7 kg dan operator harus mengambil *jig* yang berada di bawah meja sehingga dapat menimbulkan potensi gangguan kesehatan di masa yang akan datang.



Gambar 3-3 Operator saat mengambil *jig*

## 2. Kelebihan waktu kerja

Pada kelompok kerja *music desk* UP PE terdapat dua sumber daya manusia, satu orang kepala kelompok dan satu orang operator. Operator bertugas untuk melakukan semua proses yang ada, sedangkan kepala kelompok bertugas untuk mengawasi pekerjaan yang dilakukan oleh operator. Beban kerja operator sangat tinggi hingga melebihi batas waktu yang tersedia (480 menit / hari) dikarenakan hanya bekerja sendirian. Berikut merupakan tabel waktu kerja operator secara keseluruhan.

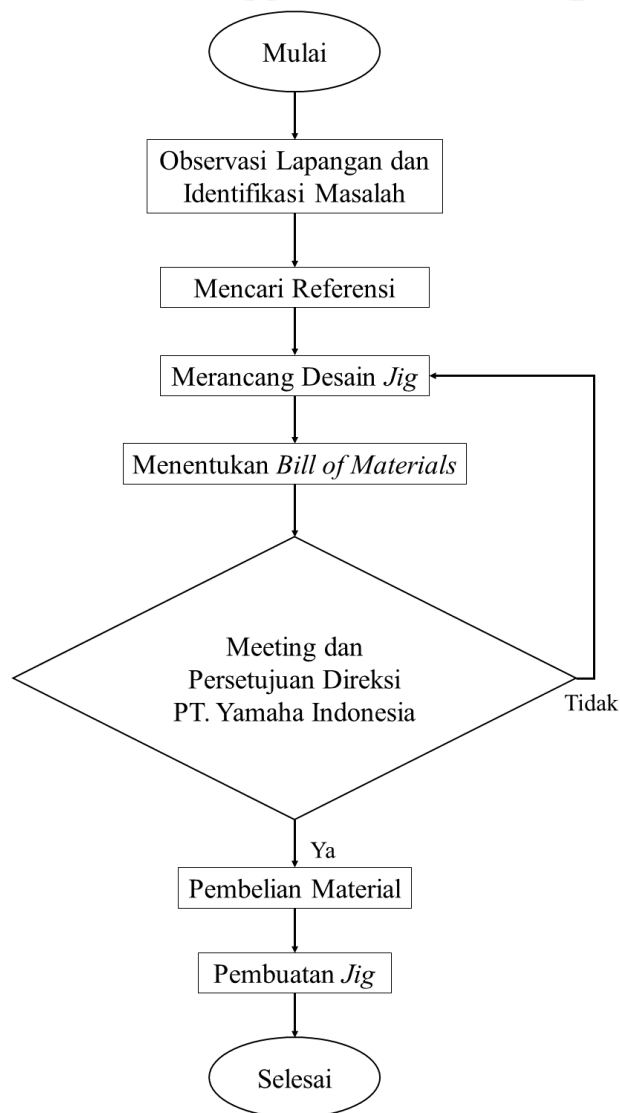
Tabel 3-1 Waktu kerja total operator

	Proses	Waktu (m)	Waktu Setelah Dikalikan Target (m) [73]	Jam
B1	Bore Hinge	0.31	22.63	0.38
	Insert Nut	0.19	13.87	0.23
	Solder Nut Manual	0.80	18.40	0.31
	Solder Nut Otomatis	0.35	17.50	0.29
	Sanding	1.25	91.25	1.52
	Buffing	0.70	51.10	0.85
	Bore Rubber	0.58	42.58	0.71
	Insert Rubber	0.49	35.77	0.60
		<b>Proses</b>	<b>Waktu (m)</b>	<b>Waktu Setelah Dikalikan Target (m) [18]</b>
B2	Bore Hinge	0.33	5.94	0.10
	Insert Nut	0.29	5.22	0.09
	Solder Nut Manual	0.83	14.94	0.25
	Sanding	1.20	21.60	0.36
	Buffing	0.72	12.96	0.22
	Bore Rubber	0.57	10.20	0.17
	Insert Rubber	0.45	8.10	0.14
	<b>Proses</b>	<b>Waktu (m)</b>	<b>Waktu Setelah Dikalikan Target (m) [15]</b>	<b>Jam</b>
U1J	Bore Hinge	0.35	5.25	0.09
	Insert Nut	0.34	5.10	0.09
	Solder Nut Manual	1.58	23.70	0.40
	Sanding	0.54	8.10	0.14
	Buffing	0.52	7.80	0.13
	Bore Rubber	0.27	4.05	0.07
	Insert Rubber	0.56	8.40	0.14
<b>Total Waktu</b>		<b>13.22</b>	<b>434.46</b>	<b>7.24</b>
<b>After Margin</b>		<b>17.19</b>	<b>564.80</b>	<b>9.41</b>

Pada tabel di atas, baris total waktu merupakan waktu bersih (*standard time*) saat operator melakukan keseluruhan proses, sedangkan waktu yang pada baris *after margin* adalah total waktu yang sudah dikalikan dengan margin sebesar 30 persen yang didapat dari perusahaan. *Margin* disini adalah deviasi yang terjadi selama proses seperti langkah operator, waktu operator saat minum, ataupun saat operator ke toilet.

### 3.2 Alur Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang sudah dijabarkan sebelumnya, gambaran keseluruhan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 3-4 Alur Penelitian

### 3.3 Peralatan dan Bahan

Pada perancangan ini, penulis membutuhkan peralatan sebagai penunjang dalam melakukan penelitian. Berikut ini merupakan peralatan yang digunakan selama proses penelitian yang dapat dilihat pada tabel 3-1 di bawah ini.

Tabel 3-2 Peralatan Perancangan

No.	Nama Alat	Fungsi Alat
1.	Laptop	Untuk membuat desain menggunakan aplikasi <i>Autodesk Inventor 2020</i> dan pengolahan data
2.	Kamera <i>Smartphone</i>	Untuk melakukan pengambilan data dengan cara mendokumentasikan proses yang ada
3.	Alat Ukur (meteran, penggaris)	Untuk mengukur dimensi kabinet dan layout yang ada di lapangan
4.	Buku dan Alat Tulis	Untuk mencatat data yang sudah didapat sebelum diolah menggunakan laptop

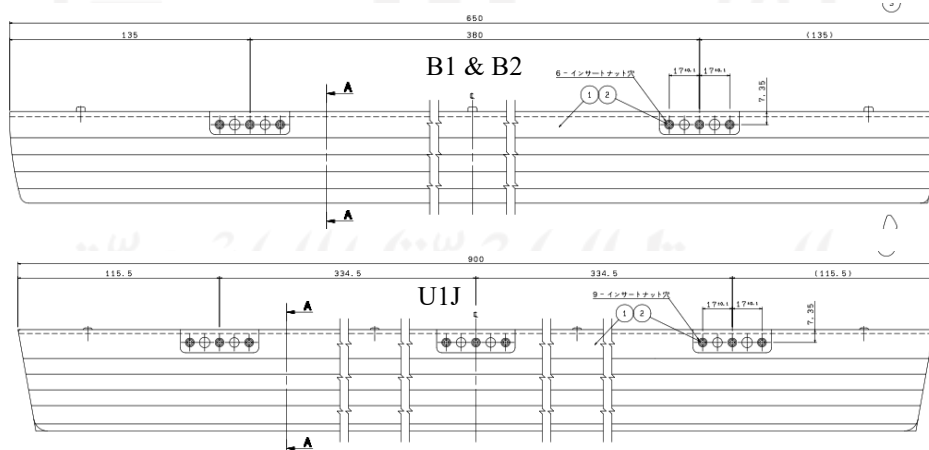
### 3.4 Observasi Lapangan dan Pengambilan Data

Observasi lapangan dilakukan untuk menemukan permasalahan yang ada pada kelompok kerja *music desk* UP. Setelah menemukan permasalahan, selanjutnya mencari solusi terbaik sehingga perbaikan dapat segera dilakukan. Salah satu cara untuk menemukan solusi dari berbagai permasalahan yang ada yaitu dengan pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode antara lain; perekaman video proses, mencatat ukuran kabinet dan layout, dan berdiskusi bersama operator dan ketua kelompok pada kelompok kerja tersebut.

### 3.4.1 Kabinet *Music Desk*

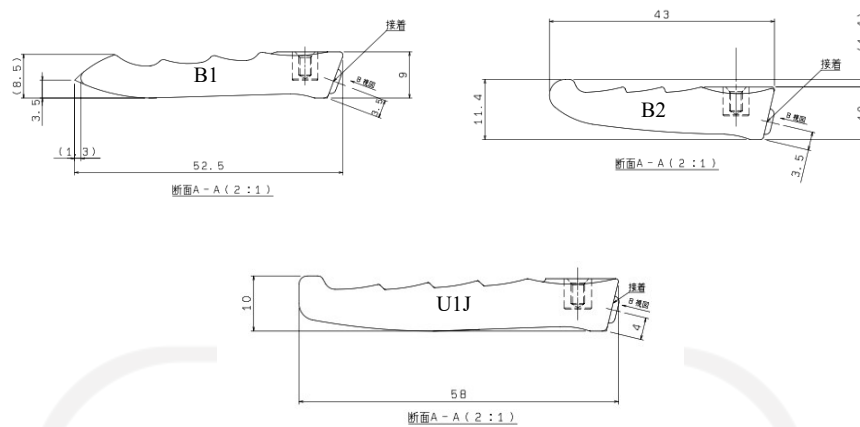
*Music Desk* merupakan salah satu komponen dari piano jenis *upright* yang diproduksi oleh PT. Yamaha Indonesia. *Music desk* dipasang pada kabinet *fall center* dimana kabinet *fall center* merupakan komponen dari *assembly fall board*. Pada penelitian ini berfokus pada proses yang ada pada kabinet *music desk* saja. Seperti yang diketahui, *music desk* berfungsi sebagai penahan atau tempat meletakkan buku atau kertas yang berisikan *chord* lagu yang akan dimainkan oleh pianis. Biasanya *music desk* digunakan oleh para pemula yang sedang tahap mempelajari alat musik piano, namun terkadang pianis profesional sekalipun juga masih menggunakan buku yang berisikan *chord* tersebut dalam pentas-pentas besar.

*Music desk* yang diproduksi pada kelompok kerja ini adalah *music desk* untuk *upright piano* dengan model B1, B2, B3, dan U1J khusus warna hitam mengkilat saja atau dinamakan dengan kode warna *PE (polish ebony)*. Namun, untuk model B1 dan B3 memiliki bentuk dan ukuran yang sama sehingga model B3 akan dianggap sebagai B1. Untuk model B1 dan B2 memiliki panjang yang sama yaitu 650mm sedangkan model U1J memiliki dimensi yang lebih panjang yaitu 900mm.



Gambar 3-5 Panjang *music desk* model B1, B2 dan U1J

Sedangkan ketiga model tersebut memiliki lebar dan bentuk yang berbeda-beda. Perbedaan lebar dan bentuk ketiga model tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3-6 Lebar dan bentuk *music desk* B1, B2, dan U1J

### 3.4.2 Proses-proses yang dikerjakan

Untuk menghasilkan sebuah kabinet *music desk*, terdapat beberapa proses yang harus dilakukan pada kelompok kerja *music desk*, berikut proses-proses yang dilakukan.

#### 1. Pelubangan *Hinge*

Untuk menghubungkan kabinet *music desk* ke kabinet *fallboard* UP dibutuhkan engsel. Untuk memasang engsel pada kabinet maka kabinet harus dilubangi terlebih dahulu untuk memasang baut agar engsel terpasang dengan kuat. Proses pelubangan *hinge* atau engsel merupakan proses yang pertama kali dilakukan saat kabinet baru dikeluarkan dari kotak (*unpacking*). Proses pelubangan ini dilakukan menggunakan mesin NC untuk melubangi ketiga model *music desk*, B1, B2, dan U1J. Mesin NC ini melubangi *music desk* dengan posisi horizontal dimana lubang yang dibutuhkan untuk model B1 dan B2 adalah 6 buah lubang sedangkan untuk model U1J adalah 9 lubang. Selain untuk pelubangan *hinge*, mesin ini juga digunakan untuk proses pelubangan *rubber* pada model U1J saja.





Gambar 3-7 Proses pelubangan *hinge* menggunakan mesin NC

## 2. *Insert Nut*

Proses ini adalah proses kedua setelah pelubangan *hinge*. Pada proses ini *nut* dimasukkan ke dalam lubang yang sudah dibuat sebelumnya kemudian direkatkan kembali menggunakan solder.

## 3. *Solder Nut*

Proses ini adalah proses kedua setelah pelubangan *hinge*. Proses solder *nut* pada *music desk* bertujuan untuk merekatkan *nut* pada kabinet. Mesin solder *nut* pada kelompok *music desk* terdapat 2 buah, manual dan otomatis. Mesin otomatis digunakan untuk model B1 sedangkan model B2 dan U1J menggunakan mesin manual. Namun, model B1 juga dapat diproses menggunakan mesin manual dikarenakan target produksi untuk model B1 jauh lebih banyak daripada kedua model lainnya.

## 4. *Sanding*

Setelah *nut* sudah melekat pada *music desk*, selanjutnya kabinet dibawa ke meja *sanding* untuk menghaluskan permukaan yang kasar menggunakan ampelas. Proses *sanding* ini dilakukan secara manual menggunakan tangan oleh operator. Ampelas yang digunakan pada proses ini memiliki tingkat kekasaran 600 dan 320.

## 5. *Buffing*

Kabinet yang sudah dihaluskan menggunakan ampelas (*sanding*) selanjutnya dibersihkan kembali permukaannya menggunakan alat berbentuk *roll* berbahan kain yang berputar dan berfungsi untuk mengkilapkan permukaan yang tadinya kusam akibat ampelas. Proses ini dinamakan proses *buffing*. Proses ini terbagi menjadi dua, *buffing* kasar dan halus.

#### 6. Pelubangan *rubber*

Untuk mencegah gesekan antara kabinet *music desk* dan *fallboard* saat *music desk* digunakan, maka dibutuhkan bantalan untuk mencegah kedua kabinet tersebut lecet akibat gesekan. Maka dari itu digunakan bantalan berupa karet yang berbentuk seperti tombol yang dinamakan *rubber button*. Untuk memasang *rubber button* pada *music desk*, dibutuhkan lubang dimana nantinya *rubber button* tersebut dilem pada lubang tersebut. Untuk membuat lubang tersebut digunakan mesin *single bore* dimana mesin tersebut dioperasikan secara manual oleh operator. Kabinet yang diproses menggunakan mesin ini hanya model B1 dan B2 saja, sedangkan model U1J sudah menggunakan mesin NC. Bagian yang dilubangi yaitu pada bagian atas kabinet.

#### 7. *Insert Rubber*

Kabinet yang sudah dilubangi bagian atasnya selanjutnya dapat dipasang *rubber button* menggunakan mesin *dispencer*. *Dispencer* merupakan alat untuk mengeluarkan lem yang berbentuk cairan dan dikeluarkan menggunakan alat seperti pena. Kemudian bagian dalam lubang tersebut diberi lem lalu *rubber button* tersebut dimasukkan dan direkatkan. Untuk mengambil *rubber button* tersebut menggunakan pinset dikarenakan ukurannya yang kecil.

### 3.4.3 Mesin *Drill*

Mesin *drill* atau di PT. Yamaha Indonesia sering disebut mesin *single bore* adalah salah satu mesin yang digunakan untuk memproses kabinet *music desk*. Mesin ini berfungsi untuk melubangi kabinet *music desk* dimana lubang tersebut nantinya digunakan untuk merekatkan *rubber* pada *music desk* yang berfungsi

untuk menahan *music desk* saat diberdirikan pada piano. Berikut ini adalah gambar mesin *single bore* yang digunakan pada kelompok *music desk*.



Gambar 3-8 Mesin *manual drill*

Mesin tersebut dioperasikan secara manual oleh operator. Model yang menggunakan mesin ini untuk proses pelubangan *rubber button* ini yaitu B1 dan B2. Kedua model ini memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda sehingga membutuhkan jig yang berbeda pula.

### 3.4.4 Kapasitas Mesin NC

Kapasitas mesin NC perlu diketahui untuk memastikan apakah mesin tersebut masih dapat digunakan untuk melakukan proses pelubangan *rubber* atau tidak. Untuk kapasitas mesin NC sendiri dapat dilihat pada tabel 3-2 berikut.

Tabel 3-3 Kapasitas Mesin NC

Pelubangan Hinge			
Model	Waktu (menit)	Target Perhari (pcs)	Total Waktu (menit)
B1	1.05	73	77
B2	1.05	18	19
U1J	1.40	15	21
Total			117
Pelubangan Rubber			
Model	Waktu (menit)	Target Perhari (pcs)	Total Waktu (menit)
U1J	0.94	15	14
Total			14

Waktu yang tersedia dalam satu hari kerja yaitu 480 menit. Waktu yang digunakan mesin NC saat ini untuk melakukan proses pelubangan *hinge* dan

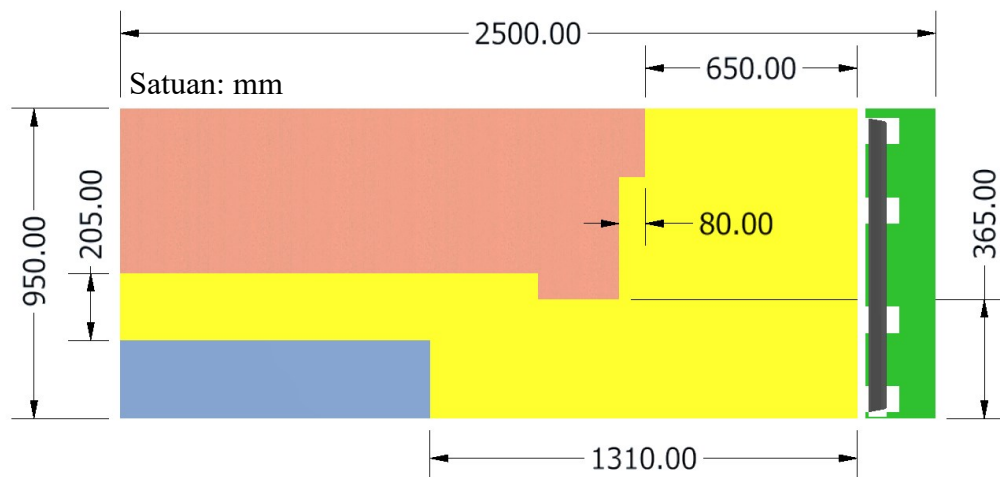
*rubber* adalah 131 menit. Sehingga masih terdapat sisa waktu sebanyak **349 menit** yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan proses pelubangan *rubber* pada model B1 dan B2.

### 3.5 Kriteria Desain

Sebelum memulai merancang/membuat desain *jig* untuk proses pelubangan *rubber* pada kabinet *music desk* model B1 dan B2, diperlukan kriteria desain untuk mendapatkan hasil *jig* yang sesuai dengan kebutuhan. Berikut adalah kriteria desain yang akan dibuat.

1. Memanfaatkan Mesin NC yang sudah ada,
2. Dimensi *jig* tidak boleh melebihi layout pada meja NC,
3. Dapat memproses 2 model sekaligus,
4. Operator hanya perlu meletakkan dan *setting* kabinet.

Untuk dimensi layout yang tersedia pada meja NC dapat dilihat pada gambar berikut.

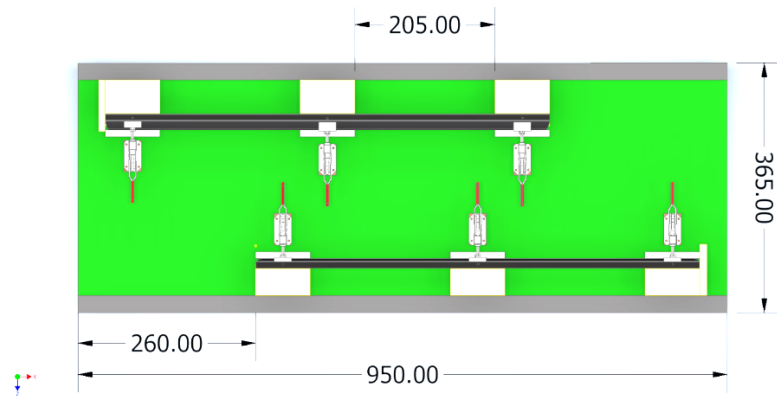


Gambar 3-9 Layout meja NC

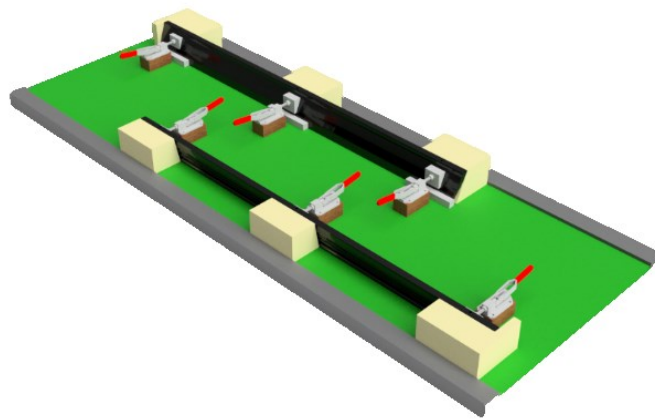
Untuk layout yang kosong pada meja NC tersebut ditandai dengan warna kuning.

### 3.6 Desain Jig

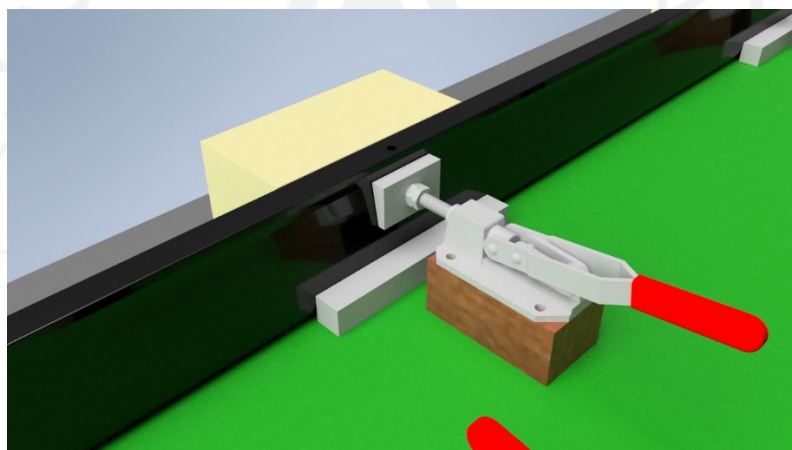
Setelah melalui berbagai tahap dan perbaikan dalam proses pembuatan desain *jig*, berikut adalah hasil desain akhir yang dapat terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-10 Tampak atas *jig*



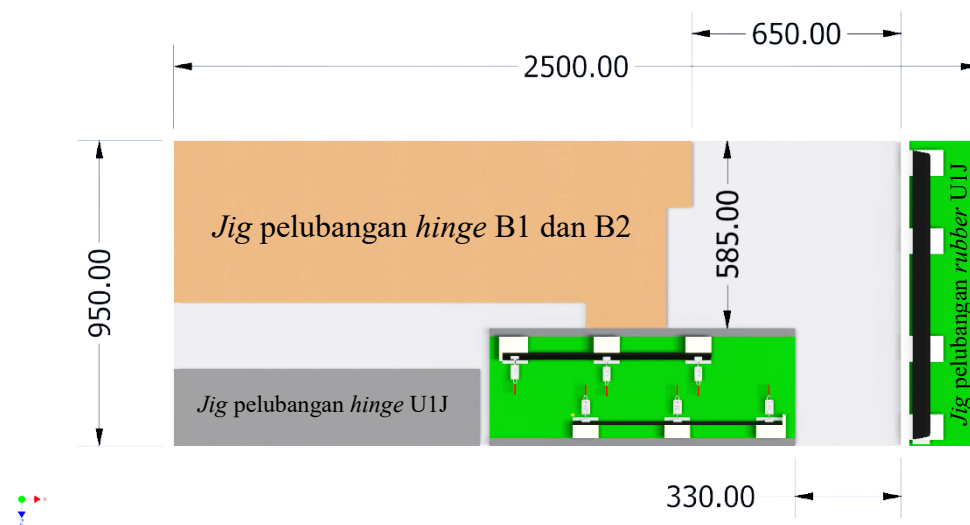
Gambar 3-11 Tampak isometrik *jig*



Gambar 3-12 Detail *toggle clamp* untuk menahan posisi *music desk* pada *jig*

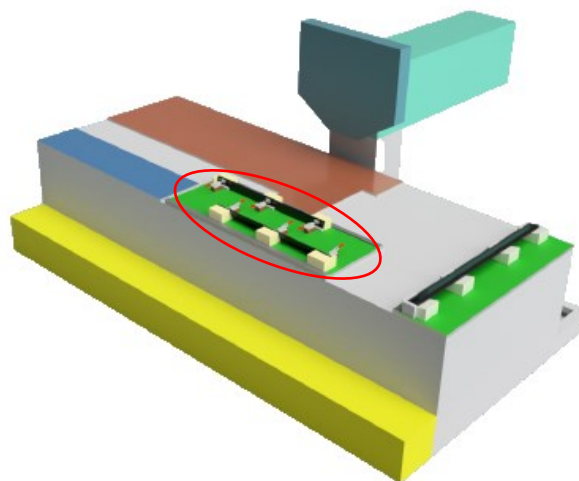
### 3.7 Layout pada Mesin NC

Selain membuat desain *jig*, juga diperlukan penentuan penempatan *jig* pada meja NC. Untuk layout penempatan *jig* dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3-13 Letak *jig* pada mesin NC

*Jig* yang akan digunakan untuk pelubangan *rubber* model B1 dan B2 diletakkan pada bagian kosong yang berada tepat di bagian depan dari meja mesin NC tersebut. Letak *jig* berada di antara *jig* pelubangan *hinge* model U1J dan *jig* pelubangan *rubber* U1J. Dengan posisi tersebut, tujuannya agar operator dapat melakukan setting kabinet dengan mudah.



Gambar 3-14 Tampilan keseluruhan *jig* pada mesin NC

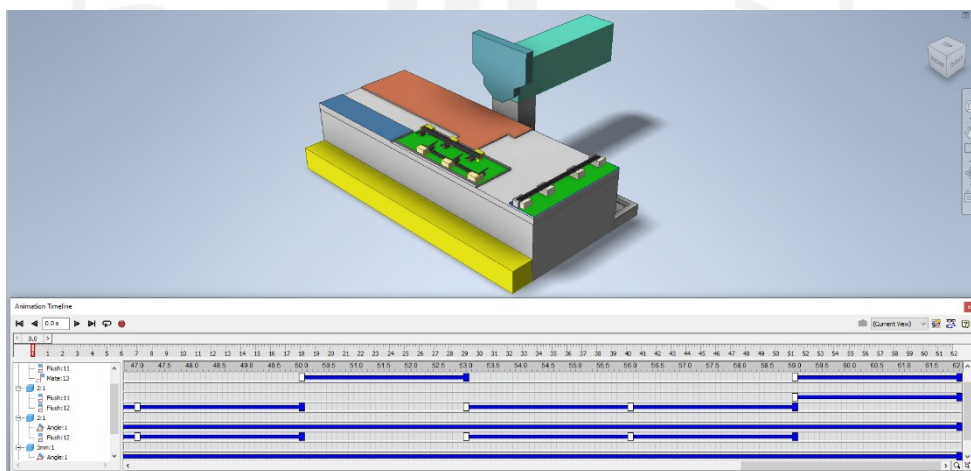
### 3.8 Simulasi Pergerakan NC

Untuk mendapatkan estimasi waktu setelah adanya *kaizen*, digunakan simulasi pergerakan mesin NC yang menjadi acuan untuk membandingkan waktu sebelum dan sesudah adanya *kaizen*. Simulasi dibuat menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor 2020*. Keseluruhan pergerakan pada simulasi ini dibuat berdasarkan dokumentasi pergerakan mesin NC pada saat melakukan proses pelubangan *hinge* maupun *rubber*, sehingga diharapkan estimasi waktu yang didapatkan berdasarkan simulasi tersebut dapat mewakili dalam proses pembuatan program untuk penambahan proses pelubangan *rubber* pada *music desk* model B1 dan B2 nanti.

Secara umum, parameter yang digunakan dalam pembuatan simulasi ini terdiri dari:

1. Pergerakan *x-axis* (kanan, kiri)
2. Pergerakan *z-axis* (maju, mundur)
3. Pergerakan *y-axis* (turun, naik)
4. Pergerakan putaran mata bor

Parameter tersebut merupakan pergerakan yang sudah ada pada mesin NC, sehingga simulasi pergerakan untuk setiap pergerakan *axis* nya sudah menyesuaikan dengan gerakan asli pada mesin NC tersebut. Berikut adalah *timeline* dari pembuatan simulasi pergerakan NC.



Gambar 3-15 *Timeline* simulasi pergerakan NC

Pada gambar 3-15 di atas dapat diketahui bahwa simulasi pergerakan NC untuk proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2 membutuhkan waktu 62 detik. Pergerakan tersebut dimulai dari titik nol mesin NC dimana berada di posisi tengah hingga berakhir pada posisi nol kembali. Berdasarkan simulasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa terdapat potensi perubahan waktu yang signifikan bagi operator, dimana sebelumnya untuk memproses sebuah *music desk* model B1 dan B2 masing-masing membutuhkan waktu rata-rata selama 35 detik untuk setiap model ditambah dengan waktu yang dibutuhkan untuk pergantian *jig* ketika proses pelubangan masih menggunakan mesin *drill*. Dengan proses pelubangan yang dilakukan otomatis, maka operator hanya perlu meletakkan dan *setting* kabinet saja pada *jig*, dengan asumsi waktu untuk meletakkan dan *setting* adalah 6 detik per kabinet.

### **3.9 Sumber Daya Manusia**

Pada kelompok kerja *music desk* UP ini terdiri dari dua orang saja, yaitu satu Kepala Kelompok (KK) dan satu operator. Untuk kepala kelompok sendiri memiliki tugas untuk mengawasi pekerjaan yang dilakukan operator, namun dikarenakan operator hanya mengerjakan semua proses sendirian, maka terkadang KK membantu mengerjakan proses *buffing* dan *sanding*, sedangkan operator mengerjakan pekerjaan lainnya.

### **3.10 Analisis FMEA**

Analisis kegagalan pada desain diperlukan untuk memastikan keamanan saat produk digunakan. Identifikasi kegagalan difokuskan pada desain *jig* baru untuk pelubangan *rubber* kabinet *music desk* model B1 dan B2 (DFMEA). Dengan melakukan analisis ini, nantinya dapat dipastikan apa saja potential failure modes hingga sebab akibat dari kegagalan tersebut. Hasil analisa akan dinilai menggunakan *Risk Priority Number* (RPN).

#### **3.10.1 Identifikasi Fungsi dan Proses**

Identifikasi diperlukan untuk menjelaskan bagaimana proses yang nantinya akan dilakukan pada pelubangan *rubber music desk* menggunakan *jig* yang baru di



mesin NC dan nanti, sehingga seluruh kemungkinan terjadinya kegagalan dapat ditemukan.

Tabel 3-4 Identifikasi Fungsi dan Proses Pelubangan *Rubber* dengan *jig* baru

Fungsi	Proses yang dilalui	Detail proses
Membuat lubang pada bagian atas kabinet <i>music desk</i> untuk dapat dimasukkan <i>rubber button</i> .	Pengambilan kabinet dari rak	Operator mengambil kabinet yang tersusun pada rak
	Peletakan kabinet	Operator meletakkan kabinet pada <i>jig</i>
	Proses pelubangan <i>rubber</i>	Kabinet diproses secara otomatis menggunakan mesin NC
	Pengecekan kabinet	Operator melakukan pengecekan terhadap hasil pelubangan <i>rubber</i> dan memastikan tidak ada kerusakan
	Peletakan kembali kabinet ke rak	Operator meletakkan kembali kabinet yang sudah diproses ke rak

### 3.10.2 Penentuan nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Berikut ini merupakan tabel yang memperlihatkan adanya potensi kegagalan, potensi efek kegagalan, dan potensi penyebab terjadinya kegagalan yang sekaligus akan diberi penilaian untuk mendapatkan RPN.

Tabel 3-5 Penentuan nilai S, O, D, dan RPN

No.	Potensi moda kegagalan	Potensi efek kegagalan	S	Potensi penyebab	O	D	RPN
1.	Salah mengambil model kabinet	Peletakan kabinet pada <i>jig</i> terbalik sehingga lubang yang dibuat tidak sesuai	8	Operator tidak memperhatikan bentuk kabinet	3	3	72

2.	Peletakan kabinet tidak benar	Pelubangan tidak presisi	8	Terburu-buru	2	1	16
3.	Mata bor tumpul	Kedalaman lubang tidak sesuai standar	5	Mengabaikan <i>periodical maintenance</i>	6	7	210
4.	Terdapat lubang yang miring	Kabinet NG ( <i>not good</i> )	7	Peletakan kabinet pada <i>jig</i> tidak benar	5	4	140
5.	Peletakan kabinet tidak sesuai rak	Akan terjadi kesalahan saat proses <i>assembly</i>	8	Operator tidak teliti	2	1	16

Berdasarkan hasil nilai RPN di atas, dapat dilihat bahwa poin nomor 3 mendapatkan nilai dengan RPN tertinggi, sehingga perlu dilakukan tindakan untuk mencegah kegagalan tersebut terjadi. Tindakan yang dapat dilakukan sebagai tindak pencegahan yaitu dengan membuat pengingat secara aktif sehingga *periodical maintenance* pada mata bor tidak dapat diabaikan.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Perancangan *Jig Music Desk*

Perancangan *jig* untuk otomatisasi pelubangan *rubber* pada kabinet *music desk* UP di PT. Yamaha Indonesia telah melalui beberapa tahapan diskusi. Diskusi tersebut melibatkan mentor dari *facility fabrication*, kepala kelompok *music desk* UP, *assistant manager* yang bersangkutan, *manager* yang bersangkutan, hingga *vice president* PT. Yamaha Indonesia. Desain *jig* yang telah dibuat merupakan hasil dari observasi lapangan, pengumpulan data, dan menggunakan acuan dari perusahaan karena untuk membuat desain *jig* tersebut harus mengetahui desain kabinet *music desk* itu sendiri.

#### 4.2 Hasil Pemesinan

Diskusi dengan pihak PT. Yamaha Indonesia dilakukan untuk mendapatkan persetujuan dari desain *jig* yang telah dibuat. Setelah desain disetujui, maka pembelian material sudah dapat dilakukan begitu pula dengan pembuatan *jig*. Pembuatan *jig* dilakukan di PT. Yamaha Indonesia oleh Departemen Tim Jig. Berikut ini merupakan hasil dari pembuatan *jig* untuk proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2.



Gambar 4-1 Tampak depan *jig*

### 4.3 Analisis dan Pembahasan

Berikut beberapa analisis dan pembahasan lebih lanjut setelah mendapatkan estimasi waktu proses pelubangan *rubber* menjadi otomatis.

#### 4.3.1 Perubahan Waktu pada Mesin NC

Setelah proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2 dilakukan secara otomatis menggunakan mesin NC, maka kapasitas waktu mesin menjadi bertambah. Berikut adalah estimasi perbandingan waktu sebelum dan sesudah mesin NC ditambahkan proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2.

Tabel 4-1 Kapasitas Waktu NC *Before*

Pelubangan <i>Hinge</i>			
Model	Waktu (menit)	Target Perhari (pcs)	Total Waktu (menit)
B1	1.05	73	77
B2	1.05	18	19
U1J	1.40	15	21
Total			117
Pelubangan <i>Rubber</i>			
Model	Waktu (menit)	Target Perhari (pcs)	Total Waktu (menit)
U1J	0.94	15	14
Total			14

Untuk melakukan pelubangan *hinge* keseluruhan model membutuhkan waktu 117 menit, sedangkan untuk pelubangan *rubber* model U1J membutuhkan 14 menit, sehingga total waktu yang digunakan mesin NC yaitu 131 menit. Waktu yang tersedia dalam satu hari yaitu 480 menit, sehingga masih terdapat sisa waktu selama 349 menit yang dapat dimaksimalkan.

Tabel 4-2 Estimasi Kapasitas Waktu NC *After*

Pelubangan <i>Hinge</i>			
Model	Waktu (menit)	Target Perhari (pcs)	Total Waktu (menit)
B1	1.05	73	77
B2	1.05	18	19
U1J	1.40	15	21
Total			117
Pelubangan <i>Rubber</i>			
Model	Waktu (menit)	Target Perhari (pcs)	Total Waktu (menit)
U1J	0.94	15	14
B1	0.51	73	37
B2	0.51	18	9
Total			61

Dengan adanya tambahan proses pelubangan *rubber* untuk model B1 dan B2 diestimasikan akan menambah waktu kerja mesin NC menjadi 178 menit. Masing-masing model diasumsikan membutuhkan waktu selama 31 detik atau 0.51 menit. Waktu 31 detik tersebut didapatkan dari simulasi yang mengacu pada kondisi mesin yang ada. Dalam satu kali proses pelubangan, mesin NC membutuhkan waktu selama 62 detik untuk menyelesaikan 2 model kabinet *music desk* tersebut, sehingga berdasarkan simulasi tersebut terdapat estimasi penambahan waktu selama 47 menit. Dengan tambahan waktu tersebut, mesin NC masih dapat memenuhi untuk melakukan proses tersebut.

### 4.3.2 Perubahan Waktu pada Operator

Setelah adanya perubahan proses pelubangan *rubber* dari manual menjadi otomatis, maka terdapat perubahan waktu yang terjadi pada operator. Perubahan waktu itu dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Perubahan waktu operator pada proses pelubangan *rubber*

Berikut merupakan perbandingan waktu operator dalam proses pelubangan *rubber* untuk model B1 dan B2 sebelum dan sesudah *kaizen*.

Tabel 4-3 Waktu Oporator *Before*

Model	Time (s)	Target	Total (m)
B1	35	73	42.58
B2	34	18	10.20
Ambil Jig	11	2	0.37
Total Waktu			53.15

Total waktu yang dibutuhkan operator untuk melakukan proses pelubangan *rubber* menggunakan mesin *drill* untuk model B1 dan B2 adalah 53.15 menit, dimana proses ini merupakan salah satu proses yang membuat operator mengalami beban waktu kerja yang berlebih (*overtime*) dikarenakan proses pelubangan yang masih dilakukan satu persatu secara manual. Selain itu, proses ini juga menjadi salah satu penyebab operator lebih cepat merasa kelelahan karena harus terus

berdiri dalam jangka waktu yang lama dan tangan yang terus menerus bergerak.

Tabel 4-4 Waktu Operator *After*

Model	Time (s)	Target	Total (m)
B1	6	73	7.30
B2	6	18	1.80
Total Waktu			9.10

Setelah adanya *kaizen*, waktu operator untuk melakukan pelubangan *rubber* model B1 dan B2 menjadi hanya 9 menit. Hal tersebut dikarenakan operator hanya perlu meletakkan dan *setting* kabinet pada *jig* yang diestimasi hanya memerlukan waktu 6 detik setiap kabinet. Potensi keuntungan waktu yang didapatkan saat sebelum dan sesudah adanya *kaizen* adalah 44 menit.

## 2. Perubahan waktu total operator

Pemindahan proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2 ke mesin NC akan berpengaruh terhadap waktu kerja operator secara keseluruhan. Berikut adalah potensi perubahan waktu operator secara keseluruhan jika proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2 sudah menggunakan mesin NC.

Tabel 4-5 Perbandingan waktu total operator

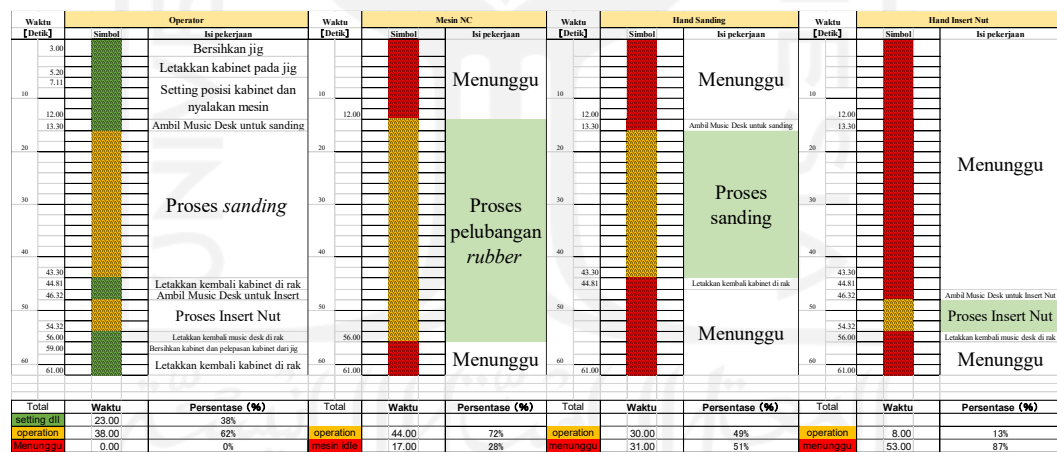
	Proses	Waktu Before (m) [73]	Waktu After (m) [73]
	B1	Bore Hinge	22.63
Insert Nut		13.87	13.87
Solder Nut Manual		18.40	18.40
Solder Nut Otomatis		17.50	17.50
Sanding		91.25	91.25
Buffing		51.10	51.10
Bore Rubber		42.57	7.30
Insert Rubber		35.77	35.77
	Proses	Waktu Before (m) [18]	Waktu Before (m) [18]
	B2	Bore Hinge	5.94
Insert Nut		5.22	5.22
Solder Nut Manual		14.94	14.94
Sanding		21.60	21.60
Buffing		12.96	12.96
Bore Rubber		10.20	1.80
Insert Rubber		8.10	8.10
	Proses	Waktu Before (m) [15]	Waktu Before (m) [15]
	U1J	Bore Hinge	5.25
Insert Nut		5.10	5.10
Solder Nut Manual		23.70	23.70
Sanding		8.10	8.10
Buffing		7.80	7.80
Bore Rubber		4.05	4.05
Insert Rubber		8.40	8.40
<b>Total Waktu</b>		<b>434.45</b>	<b>390.78</b>
<b>Waktu x Margin (30%)</b>		<b>564.79</b>	<b>508.01</b>

pada tabel di atas, berdasarkan hasil simulasi terlihat bahwa total waktu kerja operator berpotensi berkurang menjadi 508 menit. Terjadi pengurangan selama 57 menit yang dapat dimanfaatkan operator untuk melakukan pekerjaan lainnya.

#### 4.3.3 MM Chart After

Setelah mendapatkan estimasi waktu untuk proses pelubangan *rubber* menggunakan mesin NC, maka waktu operator yang tadinya digunakan untuk melakukan proses pelubangan *rubber* secara manual sudah digantikan dengan mesin NC. Oleh karena itu, maka akan ada sisa waktu kosong yang dapat dimanfaatkan untuk melakukan proses lainnya. Untuk mengetahui pekerjaan apa yang dapat dilakukan operator saat mesin NC beroperasi, digunakan metode *mm chart* untuk menemukan pekerjaan yang cocok dan meningkatkan efisiensi waktu kerja operator. Berikut ini merupakan *mm chart* yang sudah disesuaikan dengan waktu pekerjaan operator berdasarkan data *worksampling* yang sudah diambil.

Tabel 4-6 Man-machine chart operator



Tabel *mm chart* di atas dapat menunjukkan pekerjaan operator saat mesin NC sedang melakukan proses pelubangan *rubber* model B1 dan B2. Pekerjaan yang dapat dilakukan yaitu melakukan *Hand Sanding* dan juga *Hand Insert Nut*. Saat mesin sudah mulai beroperasi, operator segera mengambil kabinet *music desk* model U1J untuk di *sanding*. Model U1J dipilih karena memiliki waktu yang paling sedikit dibanding dengan kedua model lainnya. Setelah selesai melakukan *hand sanding*, selanjutnya operator masih dapat melakukan proses *insert nut* untuk model B1 ataupun B2.

#### 4.3.4 Break Even Point

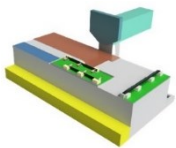
Sebelum masuk ke BEP, perlu diketahui terlebih dahulu total biaya yang perlu dikeluarkan untuk membuat *jig* pelubangan *rubber* B1 dan B2 ini. Total biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan *jig* ini dapat dilihat pada tabel BOM (*Bill of Materials*) berikut ini.

Tabel 4-7 *Bill of Materials*

No	Part Name	Amount		Estimation Price	
				@	Total
<b>Mechanical part</b>					
1	Toggle Push Clamp	6	Pcs	Rp 351.000	Rp 2.106.000
<b>Machining Part</b>					
2	Nylon	1	Pcs	Rp 1.716.000	Rp 1.716.000
3	Aluminum	1	Pcs	Rp 1.014.000	Rp 1.014.000
Sub Total					Rp 4.836.000

Pada BOM di atas, estimasi bahwa biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan *jig* ini kurang lebih sebesar lima juta rupiah. Kemudian biaya tersebut dimasukkan ke dalam tabel perhitungan BEP dan didapatkan perhitungan BEP sebagai berikut.

Tabel 4-8 *Break Even Point*

	Sebelum Perbaikan (menit / day)	Sesudah Perbaikan (menit / day)	Hasil (menit / day)	Total \$ / Bulan
Waktu Kerja	564.80	508.01	56.79	91.50
Total Cost Saving ( \$ ) / Bulan				<b>91.50</b>
Break Event Point		Efek & Keuntungan Lain ( Intangible )		
Harga Mesin ( \$ )	333.5			
Instalasi Mesin	.			
Total	333.5			
Hasil Kaizen				
Pengurangan Waktu ( \$ ) /tahun	1098.00	1. Proses menjadi lebih ringan secara beban fisik 2. Menjaga kestabilan kerja operator 3. Menghilangkan potensi bahaya pada proses sebelumnya		
BEP	0.23			



Untuk mendapatkan BEP, dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Cost Saving (bulan)} &= a \times p \times wr \times 0,5 \\ \text{Cost Saving (tahun)} &= \text{Cost Saving (bulan)} \times 12 \end{aligned}$$

Dimana:

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

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

$w_r$  = *wage rate* karyawan

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

Dimana:

$B$  = biaya pembuatan mesin (\$)

Sehingga, nilai *cost saving* yang didapatkan per bulan dan per tahun dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{Cost saving (bulan)} &= 56.79 \times 20 \times 0.16112 \times 0.5 \\ \text{Cost saving (bulan)} &= \$91.50 / \text{bulan} \end{aligned}$$

Kemudian hasil tersebut dikalikan 12 untuk mendapatkan hasil *cost saving* dalam setahun, maka hasilnya adalah:

$$\$91.50 \times 12 = \$1098 / \text{tahun}$$

Selanjutnya, setelah mendapatkan hasil *cost saving* dalam setahun, BEP sudah bisa dihitung dengan menggunakan persamaan di atas, maka hasil BEP dapat dilihat pada perhitungan berikut.

$$BEP = \frac{\$333.5 - (\$333.5 \times 25\%)}{\$1098}$$

$$BEP = 0.23 \text{ tahun}$$

Berdasarkan tabel BEP di atas, didapatkan BEP selama 0.23 tahun, atau jika dikonversikan menjadi bulan yaitu sekitar 2.76 bulan. Batas maksimal BEP yang diizinkan di PT. Yamaha Indonesia yaitu adalah 3 tahun, sehingga dengan BEP yang hanya kurang lebih 3 bulan, proyek ini sudah disetujui oleh direksi dari PT. Yamaha Indonesia.

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan deskripsi pada bagian hasil dan pembahasan, didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Dengan memindahkan proses pelubangan *rubber* ke mesin NC, resiko cedera dan kelelahan pada operator saat masih menggunakan mesin *drill* manual berpotensi hilang,
2. Pelubangan *rubber* menggunakan mesin NC dapat menghemat waktu selama 44 menit yang membuat operator dapat melakukan pekerjaan lain yaitu *hand sanding* dan *insert nut* sehingga meningkatkan efisiensi waktu kerja,
3. Berdasarkan simulasi, hasil dari penggunaan *jig* baru ini berpotensi dapat mengurangi waktu proses secara keseluruhan, sehingga kelebihan waktu kerja pada operator dapat berkurang. Potensi pengurangan waktu yang didapatkan yaitu:  
Sebelum : 565 menit per hari  
Sesudah : 508 menit per hari  
Keuntungan waktu yang didapatkan dalam satu hari adalah 57 menit perhari dan didapatkan BEP selama 3 bulan.

#### **5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya**

Berikut beberapa hal yang penulis sarankan untuk penelitian selanjutnya:

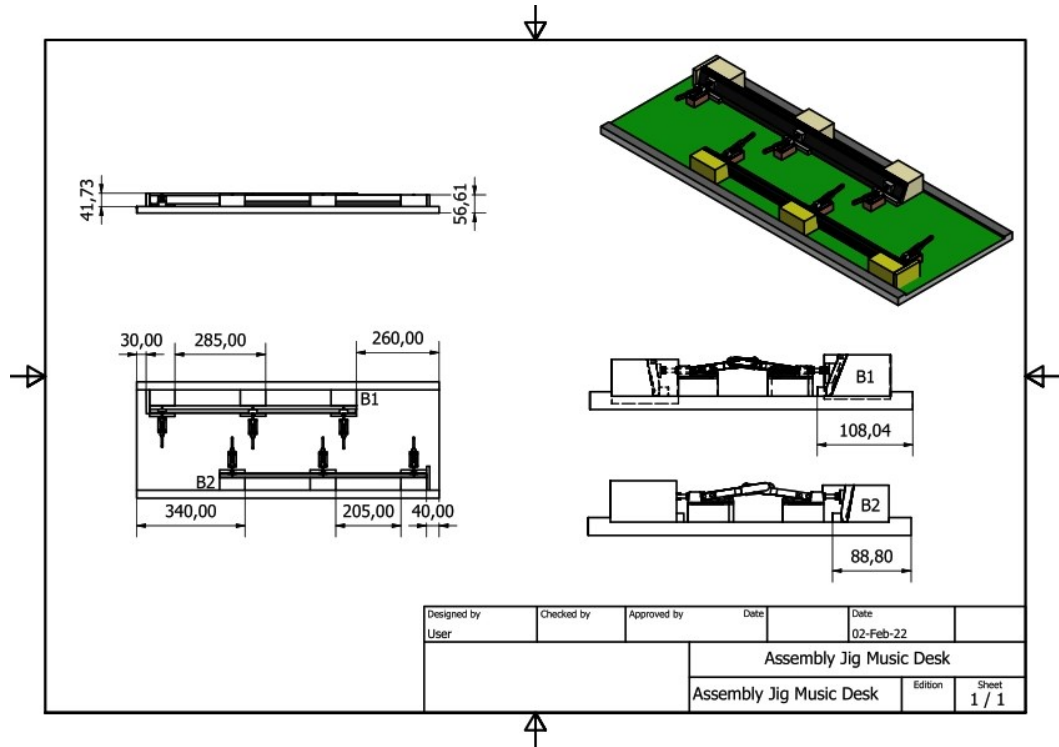
1. Perlu adanya pengambilan data hasil penggunaan *jig* baru pada mesin NC terhadap waktu kerja operator
2. Membuat ulang urutan proses kerja pada kelompok *music desk* supaya lebih efektif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bluvband, Z., & Grabov, P. (2009). Failure analysis of FMEA. *2009 Annual Reliability and Maintainability Symposium*, 344–347.  
<https://doi.org/10.1109/RAMS.2009.4914700>
- Gutierrez, P. H., & Dalsted, N. L. (2012). Break-Even Method of Investment Analysis. *Colorado State University*, 3(3), 10–12.  
<http://extension.colostate.edu/docs/pubs/farmmgmt/03759.pdf>
- Maryana dan Meutia Sri. (2015). Perbaikan Metode Kerja Pada Bagian Produksi Dengan Menggunakan Man and Machine Chart. *Teknovasi*, 02(2), 15–26.
- Nsofor EBELE. (2005). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 12 Suppl 1(9)*, 1–29.
- Prianto, M.Eng, E. (2017). Proses Permesinan Cnc Dalam Pembelajaran Simulasi Cnc. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1), 62–68.  
<https://doi.org/10.21831/jee.v1i1.15110>
- Rachman, A., Adiando, H., & Liansari, G. P. (2016). Perbaikan Kualitas Produk Ubin Semen Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis dan Failure Tree Analysis di Institusi Keramik. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 4(2), 24–35.
- Saptari, A., Lai, W. S., & Salleh, M. R. (2011). Jig design, assembly line design and work station design and their effect to productivity. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*, 5(1), 9–16.
- Vincensius, D., & Wasito, B. (2017). Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Point of Sales Pada Cv . Sanjaya Abadi. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.

# LAMPIRAN

## DRAWING ASSEMBLY JIG MUSIC DESK



## 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

Confident

### SURAT KETERANGAN

No. : 119/YI/ PKL /IV/2022

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

Nama : Muhammad Muizzul Ishlahi  
Nomor Induk Mahasiswa : 17525030  
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 "*Otomasi Proses Pelubangan Rubber pada Kabinet Music Desk Upright Piano 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