

**PERANCANGAN MESIN *EDGE TRIMMER* UNTUK
KABINET PPR STUDI KASUS DI PT YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Ameliyana Rizky Syamara P.A.Y

No. Mahasiswa : 15525074

NIRM : 2015050561

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

2019

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.

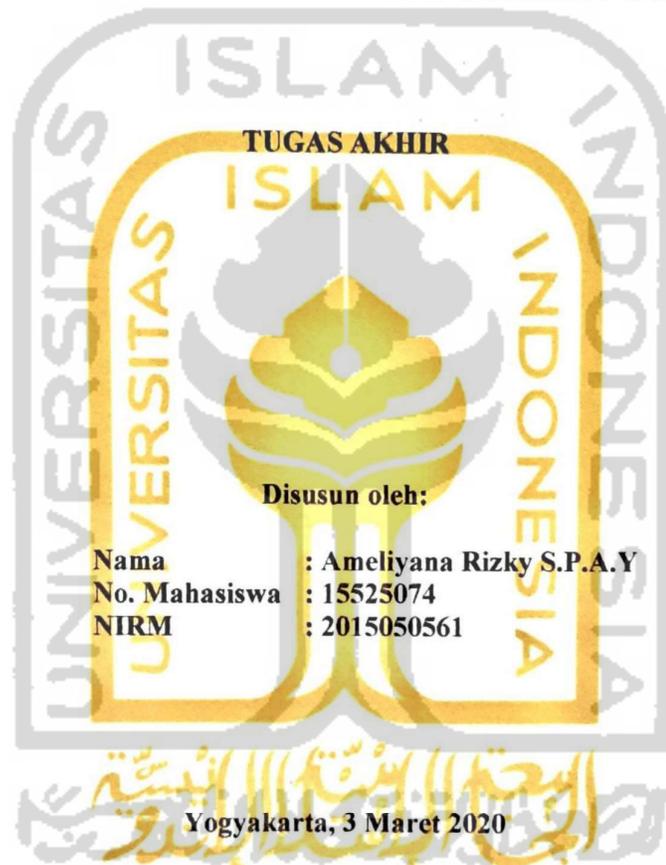
Yogyakarta, 24 November 2019

METERAI
TEMPEL
Pendis
A539BAHF444507741
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Amriyana Kizky Syamara P.A.Y

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

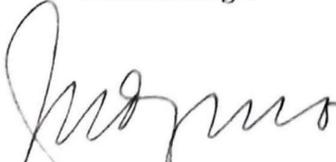
**PERANCANGAN MESIN EDGE TRIMMER UNTUK
KABINET PPR STUDI KASUS DI PT YAMAHA INDONESIA**



Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2


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


Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
PERANCANGAN MESIN EDGE TRIMMER UNTUK
KABINET PPR STUDI KASUS DI PT YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

ISLAM

Disusun oleh:

Nama : Ameliyana Rizky S.P.A.Y
No. Mahasiswa : 15525074
NIRM : 2015050561

Tim Penguji

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

Ketua

Tanggal :

Santo Aje Dhewanto, S.T., MM.

Anggota I

Tanggal : 8 Mei 2020

Yustiasih Purwaningrum, S.T., MT.

Anggota II

Tanggal : 12 Mei 2020

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan hasil tugas akhir ini kepada kedua orang tua saya yang selama ini telah merawat serta mendidik saya sehingga saya mampu berada dititik ini. Semangat dan doa juga tak henti-hentinya mereka berikan kepada saya.

Keluarga besar saya yang senantiasa mendukung serta memotivasi saya untuk menjadi pribadi yang lebih baik setiap harinya dan tidak melupakan orang-orang yang telah berjasa dihidup saya.

Dosen pembimbing Dr. Eng. Risdiyono ST., M.Eng dan Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.eng yang selalu memberikan arahan dan pelajaran berharga dalam kehidupan.

Seluruh dosen dan civitas akademika UII yang telah memberikan ruang untuk saya mencari ilmu.

Gangsar Aryo Pamungkas yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada saya untuk tidak putus asa dan juga patah semangat.

Seluruh teman saya yang memberikan tempat untuk saya meminta pendapat dan juga berbagi cerita suka duka.

HALAMAN MOTTO

“DAN BERIKANLAH BERITA GEMBIRA KEPADA ORANG ORANG YANG SABAR, YAITU YANG KETIKA DITIMPA MUSIBAH MEREKA MENGUCAPKAN : SUNGGUH KITA SEMUA INI MILIK ALLAH DAN SUNGGUH KEPADA NYA LAH KITA KEMBALI.”

(QS. AL-BAQARAH: 155-156)

“JANGANLAH KAMU BERSIKAP LEMAH DAN JANGANLAH PULA KAMU BERSEDIH HATI, PADAHAL KAMULAH ORANG-ORANG YANG PALING TINGGI DERAJATNYA JIKA KAMU BERIMAN.”

(QS. AL-IMRAN: 139)

“ALLAH TIDAK MEMBEBANI SESEORANG MELAINKAN SESUAI DENGAN KESANGGUPANNYA.”

(QS. AL-BAQARAH: 286)

“BEKERJALAH KAMU, MAKA ALLAH DAN RASUL NYA SERTA ORANG ORANG MUKMIN AKAN MELIHAT PEKERJAAN MU ITU DAN KAMU AKAN DIKEMBALIKAN KEPADA ALLAH LALU DIBERITAKAN KEPADA NYA APA YANG TELAH KAMU KERJAKAN.”

(QS. A-TAUBAH: 105)

KATA PENGANTAR



“Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Alhamdulillah robil’alamin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun serta mengantarkan kita dari zaman yang penuh kegelapan ke zaman yang terang benerang ini. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan lancar tak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga sehingga pelaksanaan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri teladan bagi seluruh umat manusia terutama bagi penulis sehingga termotivasi untuk dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir.
3. Keluarga tercinta Papa, Mama, Kakak serta Adik yang senantiasa memberikan doa, dukungan serta kasih sayang kepada penulis untuk menjalani kehidupan ini.
4. Bapak Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dan dosen pembimbing 1 (satu) penulis yang tidak lelah memberikan semangat dan arahan ketika bimbingan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr.,Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 (dua).
6. Seluruh jajaran direksi serta karyawan PT Yamaha Indonesia yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan terimakasih atas

pengalaman dan ilmu yang diberikan selama magang di PT Yamaha Indonesia.

7. Bapak M. Syah Fatahillah sebagai pembimbing lapangan yang telah banyak memberikan arahan serta ilmu yang bermanfaat selama magang di PT Yamaha Indonesia.
8. Kawan-kawan siswa latihan batch 8 UII dan POLMAN Bandung yang tidak saya sebutkan satu-persatu.
9. Seluruh Dosen Teknik Mesin FTI UII yang telah banyak mengajarkan ilmunya dengan sepenuh hati.
10. Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin FTI UII yang telah memberikan wadah untuk saya berkembang dan membentuk diri saya untuk menjadi pribadi yang lebih berani.
11. Gangsar Aryo Pamungkas yang selalu memberikan dukungan, semangat serta doa.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah berusaha menyusun dengan sebaik-baiknya, namun karena keterbatasan dari penulis memungkinkan terjadi kesalahan maupun kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini. Penulis berharap dengan adanya laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

“Wabillahitaufiq walhidayah,

“Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh”

Yogyakarta, 21 Agustus 2019

Penulis,

Ameliyana Rizky Syamara P.A.Y

15525074

ABSTRAK

Perancangan mesin *edge timmer* untuk kabinet PPR (*Piano Project Relocation*) merupakan *kaizen* pada periode 196 di PT Yamaha Indonesia. Mesin ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi kerja dari segi waktu proses, tingkat keamanan dan mutu hasil. Perancangan mesin ini menggunakan sistem otomatis yang diprogram menggunakan PLC (*Programmable Logic Control*). Pergerakan mekanik menggunakan *linear motion*. Perancangan mesin ini dilakukan bertahap, dimana konsep awal ditentukan terlebih dahulu. Konsep yang sudah terbentuk dikembangkan menjadi rancangan dalam bentuk 3D, yang mana rancangan ini mencakup material-material mesin dan dimensi mesin. Pembuatan simulasi kemudian dilakukan untuk melihat apakah sistem kerja mesin sesuai dengan konsep awal atau tidak dan untuk mendapatkan estimasi waktu proses. Perancangan ini menghasilkan simulasi mesin yang dapat mengefisienkan waktu, proses dan juga meningkatkan keselamatan kerja operator dari yang semulanya proses dilakukan secara manual diubah menjadi otomatis. Estimasi waktu total satu kali proses adalah 31 detik dari yang sebelumnya 61,8 detik.

Kata Kunci : *kaizen*, perancangan, otomatis, efisiensi.

ABSTRACT

The design machines of edge trimmer for PPR (Piano Project Relocation) cabinets is kaizen in the 196 period at PT Yamaha Indonesia. This machine is designed to improve work efficiency in terms of process time, level of security and quality of results. The design of this machine uses an automatic system programmed with the PLC (Programmable Logic Control). Mechanical movements use linear motion. This machine design is carried out in stages, where the initial concept will be determined in advance. The concept that has been formed will be developed into a design in 3D, which includes the material of the machine and the dimensions of the machine. Making the simulation is then done to see whether the system works in accordance with the initial concept or not and to get the estimated processing time. This design produces a machine simulation that can streamline processing time and also improve the safety of the operator's work which is the beginning of the process is done manually changed to automatic. With a total time of one process is 31 seconds from the previous 61.8 seconds.

Keywords: kaizen, design, automatic, efficiency.

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
DAFTAR ISTILAH.....	xv
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.....	5
2.2.1 <i>Kaizen</i>	6
2.2.2 Perancangan	7
2.2.3 Sistem Otomasi	8
2.2.4 <i>Linear Guideway</i>	9
2.2.5 Rumusan Perhitungan	11
Bab 3 Metodologi Penelitian	13
3.1 Alur Perancangan	13

3.2	Alat dan Bahan	14
3.3	Observasi Lapangan dan Pengumpulan Data	14
3.3.1	Kabinet Kerja dan Ukuran Standar Kabinet	14
3.3.2	Tipe Mata <i>Router Bit</i>	17
3.3.3	<i>Layout</i> Kelompok Kerja <i>Press Edge</i> PPR	18
3.3.4	Alur Proses kerja Kelompok <i>Press Edge</i> PPR	19
3.3.5	Sumber Daya Manusia	23
3.3.6	Waktu Proses	23
3.4	Konsep Perancangan Mesin <i>Edge Trimmer</i>	24
3.5	Konsep Perhitungan Mesin <i>Edge trimmer</i>	24
Bab 4	Hasil Dan Pembahasan	28
4.1	Hasil Perancangan Mesin <i>Edge Trimmer</i> Untuk Kabinet PPR	28
4.1.1	Desain Mesin <i>Edge Trimmer</i> Tampak Keseluruhan	28
4.1.2	Desain Rancangan <i>Feeder</i>	32
4.1.3	Gambar 2D dan Rencana Penempatan Mesin	33
4.2	Proses Kerja Mesin	34
4.3	Analisis dan Pembahasan	36
4.3.1	Perhitungan <i>Linear Motion Guideways</i>	36
4.3.2	Perbandingan Waktu Proses	41
Bab 5	Penutup	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN		49

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Peralatan Perancangan	14
Tabel 3-2 Acuan Ukuran Standar Kabinet Kerja Melengkung (Fallboard)	16
Tabel 3-3 Acuan Ukuran Standar Kabinet Kerja Lurus (Bottom Frame)	17
Tabel 3-4 Waktu Proses.....	23
Tabel 4-1 Proses Kerja Mesin	34
Tabel 4-2 Massa Benda Sumbu Y (Bagian Atas).....	36
Tabel 4-3 Massa Benda Sumbu Y (Bagian Bawah).....	38
Tabel 4-4 Massa Benda Sumbu X.....	40
Tabel 4-5 Rencana Proses Mentory Menggunakan Mesin Edge Trimmer	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Konstruksi Linear Guideway.....	9
Gambar 2-2 Tahapan Pemilihan Linier Guideway.....	11
Gambar 2-3 Ketentuan Pembebanan Linier Guideway Katalog Hiwin	11
Gambar 3-1 Alur Penelitian.....	13
Gambar 3-2 Contoh Kabinet Kerja Melengkung (Fallboard)	15
Gambar 3-3 Contoh Kabinet Kerja Lurus (Bottom Frame)	17
Gambar 3-4 Jenis Mata Router Bit.....	18
Gambar 3-5 Layout Kelompok Kerja Press Edge PPR	19
Gambar 3-6 Alur Proses Kerja Kelompok Kerja Press Edge PPR.....	19
Gambar 3-7 Proses Pada Mesin Rotary Press	20
Gambar 3-8 Mesin Edge Former	21
Gambar 3-9 Proses Mentory.....	22
Gambar 3-10 Free Body Diagram Benda Arah Y	25
Gambar 3-11 Free Body Diagram Benda Arah X	27
Gambar 4-1 Hasil Perancangan Mesin Edge Trimmer Tampak Keseluruhan	29
Gambar 4-2 Konsep Desain Bagian Atas.....	30
Gambar 4-3 Konsep Desain Bagian Bawah.....	31
Gambar 4-4 Konsep Desain Feeder.....	32
Gambar 4-5 Gambar 2D Mesin Edge Trimmer.....	33
Gambar 4-6 Rencana Penempatan Mesin.....	34
Gambar 4-7 Konstruksi Pergerakan Sumbu Y(Bagian Atas).....	36
Gambar 4-8 Konstruksi Pergerakan Sumbu Y(Bagian Bawah).....	38
Gambar 4-9 Konstruksi Pergerakan Sumbu X	39

DAFTAR ISTILAH

BAKER

Baker merupakan bahan lapisan yang digunakan untuk melapisi kabinet yang telah diberi lapisan lem. Baker merupakan material *high pressure laminte* (HPL). Material ini berbentuk seperti lembaran triplek yang padat.

EDGE TRIMMER

Edge trimmer adalah mesin yang membersihkan sisa-sisa baker pada kabinet.

KABINET : FALLBOARD

Fallboard merupakan bagian penutup tuts pada piano.

MEJA NOMI

Meja nomi adalah meja yang digunakan untuk melakukan proses *men-tori* atau bisa disebut juga sebagai meja *router*.

MEN-TORI

Men-tori merupakan proses pembuangan sisa baker serta pembuatan radius pada kabinet.

PPR

Piano Project Relocation (PPR) adalah kabinet piano yang dipindahkan (dari negara Jepang ke negara Indonesia) sesuai kebutuhan.

PRESS EDGE

Press edge PPR adalah kelompok kerja pada departemen *wood working* yang berada di dalam PT. Yamaha Indonesia.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan hingga perakitan alat musik piano. Piano yang diproduksi oleh PT. Yamaha Indonesia ada dua jenis piano yaitu *Grand piano* dan *Upright Piano*, dalam pembuatan piano PT Yamaha Indonesia disini menggunakan bahan utama adalah kayu dengan proses pembuatan dan model yang sesuai dengan ketentuannya sehingga menghasilkan sebuah piano yang berkualitas. Sebagai salah satu perusahaan bagian dari *Yamaha Corporation* Jepang, PT Yamaha Indonesia menerapkan budaya *kaizen* pada setiap proses produksinya. *Kaizen* dilakukan untuk melakukan perbaikan dan pengembangan yang mana akan menghasilkan solusi-solusi permasalahan yang ada. *Kaizen* juga ditujukan sebagai wadah untuk membuat efisiensi di PT. Yamaha Indonesia meningkat dan mempertahankan ataupun meningkatkan hasil produksi yang ada.

Kelompok kerja *press edge* PPR adalah kelompok kerja di bawah departemen *wood working* divisi produksi PT Yamaha Indonesia. Proses kerja yang dilakukan adalah memasang baker pada tiap sisi kabinet kemudian memotong sisa-sisa baker yang ada, pinggiran-pinggiran kabinet yang masih tajam kemudian dibentuk radius 1.5mm (proses *men-tori*). Proses *men-tori* dilakukan secara manual, dimana proses pemotongan sisa-sisa baker dilakukan dengan cara memukul-mukul sisa baker sampai tertekuk dan mudah untuk dilepas, kemudian sisa-sisa baker yang telah dipukul akan ditarik sampai terlepas dari kabinet. Pembuatan radius dilakukan menggunakan mesin *hand trimmer* yang membuat operator harus menggerakkan mesin *hand trimmer* sepanjang sisi-sisi kabinet.

Proses *men-tori* yang manual ditujukan untuk kabinet-kabinet PPR yang melengkung, proses manual ini juga membuat waktu yang dibutuhkan untuk satu kali proses dan tingkat kecelakaan kerja menjadi tinggi. Kabinet PPR terdiri dari berbagai macam jenis dan ukuran kabinet. Bentuk kabinet PPR terdiri dari dua jenis, yaitu lurus (*plat*) atau melengkung (*kabinet fallboard*). Perancangan mesin *edge trimmer* ditujukan agar dalam satu mesin, berbagai macam bentuk dan ukuran

kabinet dapat diproses secara otomatis. Proses yang otomatis juga menurunkan resiko kecelakaan kerja pada operator. Perancangan mesin ini juga menurunkan waktu proses *men-tori*.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengangkat topik tugas akhir yang berjudul ” Perancangan Mesin *Edge Trimmer* untuk kabinet PPR Studi Kasus di PT Yamaha Indonesia”. Semoga dengan adanya perancangan ini dapat membantu menyelesaikan permasalahan di PT Yamaha Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan, penulis merumuskan permasalahan yang akan diteliti sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang mesin *edge trimmer* yang dapat digunakan untuk memproses semua kabinet PPR baik yang melengkung ataupun yang tidak melengkung ?
2. Bagaimana mengefisienkan proses *men-tori* baik dari segi penggunaan tenaga kerja maupun dari segi penggunaan waktu?
3. Bagaimana meningkatkan produktifitas, tingkat keamanan dan mutu yang baik?

1.3 Batasan Masalah

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

1. Perancangan mesin dilakukan di Departemen *Wood Press* bagian *Press Edge* PPR di PT Yamaha Indonesia.
2. Desain menggunakan *software solidworks* 2018.
3. Perancangan mesin menyesuaikan ukuran kabinet, *layout* yang tersedia dan kebutuhan yang ingin dicapai.
4. Perancangan mesin *edge trimmer* ditujukan untuk memproses semua kabinet PPR.
5. Acuan desain dan perancangan menggunakan referensi katalog yang biasa digunakan di PT Yamaha Indonesia.
6. Tidak membahas *electrical* dan program.

7. Analisis perhitungan hanya dilakukan untuk pemilihan *linear motion guideways*.

1.4 Tujuan Perancangan

Berdasarkan rumusan permasalahan yang telah disampaikan, maka dapat ditentukan tujuan perancangan ini sebagai berikut:

1. Mesin *edge trimmer* dapat memproses semua kabinet di bagian kelompok kerja *press edge* PPR.
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan waktu dan tenaga kerja di bagian kelompok kerja *press edge* PPR.
3. Meningkatkan produktifitas, tingkat keamanan dan mutu produk bagi di bagian kelompok kerja *press edge* PPR.

1.5 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat dari perancangan ini adalah:

1. Pengerjaan proses *men-tori* seluruh kabinet dapat dilakukan dalam satu mesin di bagian kelompok kerja *press edge* PPR.
2. Meningkatnya efisiensi penggunaan waktu dan tenaga kerja di bagian kelompok kerja *press edge* PPR.
3. Meningkatkan produktifitas, tingkat keamanan dan mutu produk di bagian kelompok kerja *press edge* PPR.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan tugas akhir ini terdapat sistematika penulisan. Sistematika ini berfungsi sebagai pedoman dalam penyusunan laporan tugas akhir. Sistematika penulisan dibagi menjadi lima bab yaitu :

1. Bab 1 berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 berisikan kajian pustaka dan teori-teori yang melandasi perancangan.
3. Bab 3 berisikan alur penelitian, alat dan bahan serta observasi data-data dan tahapan-tahapan proses kerja di lapangan.

4. Bab 4 membahas mengenai hasil-hasil yang sudah diperoleh dari perancangan dan pembahasan dari hasil-hasil tersebut.
5. Bab 5 berisikan kesimpulan dari hasil perancangan serta saran untuk kedepannya.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Proses *men-tori* merupakan proses pemotongan sisa baker dan pembuatan radius pada kabinet. Proses *men-tori* ditujukan untuk merapikan sisa-sisa baker yang berlebih pada kabinet. Pada proses *men-tori* juga dilakukan pembuatan radius yang ditujukan untuk membuat pinggiran-pinggiran kabinet tumpul dan tidak membahayakan baik operator maupun *customer*. Proses ini bisa dilakukan secara manual atau otomatis. Dimana bila dilakukan secara manual, proses dilakukan di atas meja nomi dan dilakukan menggunakan alat ketok dan mesin *hand trimmer*. Proses *men-tori* yang dilakukan secara otomatis dilakukan dengan menggunakan mesin *edge trimmer*. Menurut sumber dari operator yang bertugas, proses *men-tori* dilakukan secara manual bisa dikarenakan beberapa hal yaitu, bentuk yang tidak lurus, panjang dan tebal kabinet yang tidak sesuai kapasitas mesin.

Mesin *edge trimmer* akan menggantikan proses pengetokan sisa baker dan penggunaan mesin *hand trimmer*. Mesin ini sebelumnya telah ada di PT. Yamaha Indonesia, yang mana mesin-mesin lain ditujukan untuk kabinet lain. Kondisi mesin *edge trimmer* yang saat ini ada tidak bisa digunakan untuk memproses kabinet melengkung seperti kabinet *fallboard*. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan di PT Yamaha Indonesia, penulis melakukan perancangan mesin *egde trimmer* pada kelompok kerja *press edge* PPR untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan baik bagi mesin dan operatornya. Perancangan mesin *edge trimmer* juga ditujukan agar seluruh kabinet PPR dapat diproses *men-tori* dalam satu mesin.

2.2 Dasar Teori

Dalam melakukan perancangan ini, penulis menggunakan beberapa landasan teori untuk mendasari teori yang digunakan dalam perancangan.

2.2.1 *Kaizen*

Dalam bahasa Jepang *kaizen* bermakna sebagai perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus. *Kaizen* adalah perbaikan-perbaikan kecil dan bertahap yang pada akhirnya akan membawa perubahan besar. Perbaikan yang dilakukan secara menyeluruh baik karyawan maupun manajer (Imai M. , 1986). *Kaizen* memiliki beberapa konsep utama, yaitu, :

1. PDCA (*Plan Do Check Action*).

Plan berkaitan dengan target dan perumusan rencana untuk mencapai target. *Do* berkaitan dengan penerapan rencana. Periksa (*check*) merujuk pada penetapan apakah penerapan tersebut berada pada jalur yang sesuai rencana dan memantau kemajuan perbaikan yang direncanakan. Tindak (*action*) berkaitan dengan standarisasi prosedur baru guna menghindari terjadinya kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya

2. 3M (Muda, Mura, Muri)

Muda diartikan sebagai pengurangan pemborosan dalam bekerja. Mura diartikan sebagai pengurangan perbedaan. Perbedaan yang dimaksud adalah ketimpangan dan tidak teraturnya pekerjaan. Muri diartikan sebagai pengurangan tekanan, pembebanan yang berlebihan, paksaan yang diberikan kepada sumber daya.

3. Konsep 5S

Budaya tentang bagaimana seseorang memperlakukan tempat kerjanya secara benar. *Seiri* adalah memisahkan benda yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan, kemudian menyingkirkan yang tidak diperlukan (*ringkas*). *Seiton* berarti mengatur tata letak barang sehingga setiap orang dapat menemukannya dengan cepat (*rapi*). *Seiso* adalah suatu konsep yang selalu mengutamakan kebersihan dengan menjaga kerapihan dan kebersihan (*resik*). *Seiketsu* merupakan usaha yang terus-menerus guna untuk mempertahankan kerapihan tersebut (*rawat*). *Shitsuke* adalah metode yang digunakan untuk menyadarkan pekerja agar terus menerus melakukan dan ikut serta dalam kegiatan perawatan (*rajin*).

Selain hal-hal diatas, untuk mendukung kegiatan *kaizen* diperlukan standarisasi dalam proses produksi maupun proses kerja. Berikut beberapa hal yang diperlukan dalam proses standarisasi :

1. Standarisasi teknik atau metode proses pengerjaan (*work technique standard*)
2. Standarisasi siklus waktu pengerjaan (*cycle time standard*)
3. Standarisasi urutan kerja (*work sequence standard*)
4. Standarisasi jumlah barang setengah jadi (*work in progress*)

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 (Ladjamudin A.-B. b., 2005).

Desain sebagai salah satu contoh perancangan memiliki pengertian sebagai terjemahan fisik mengenai aspek sosial, ekonomi dan tata hidup manusia, serta merupakan cerminan budaya zamannya. Desain adalah salah satu manifestasi kebudayaan yang berwujud dan juga merupakan produk dari nilai-nilai yang berlaku pada kurun waktu tertentu .

Menurut (Ulrich & Eppinger, Product design and development, 2012) yang mengutip dari Drefyus (1967) menerangkan bahwa terdapat 5 tujuan penting dalam proses desain produk, antara lain :

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

Menurut (Ulrich & Eppinger, Product design and development, 2000) pentingnya suatu desain pada produk harus memenuhi 2 dimensi, yaitu: ergonomi & estetika.

2.2.3 Sistem Otomasi

Otomasi adalah penggunaan mesin, sistem kontrol, dan teknologi untuk mengoptimalkan produksi. Otomasi hanya dilakukan jika yang dihasilkan lebih cepat, kuantitas produk lebih banyak dan kualitas terjamin dibandingkan dengan penggunaan tenaga kerja manusia. Otomasi juga berperan sebagai pengurang beban manusia dari mengoperasikan mesin. Sedangkan sistem otomasi adalah sistem yang dalam proses kerja menggunakan bantuan dari mesin tanpa partisipasi langsung tenaga manusia (Groover M. P., 2008). Untuk menjalankan sistem otomasi terdapat beberapa elemen yang harus dipenuhi yaitu tenaga, instruksi program, sistem pengendalian dan proses.

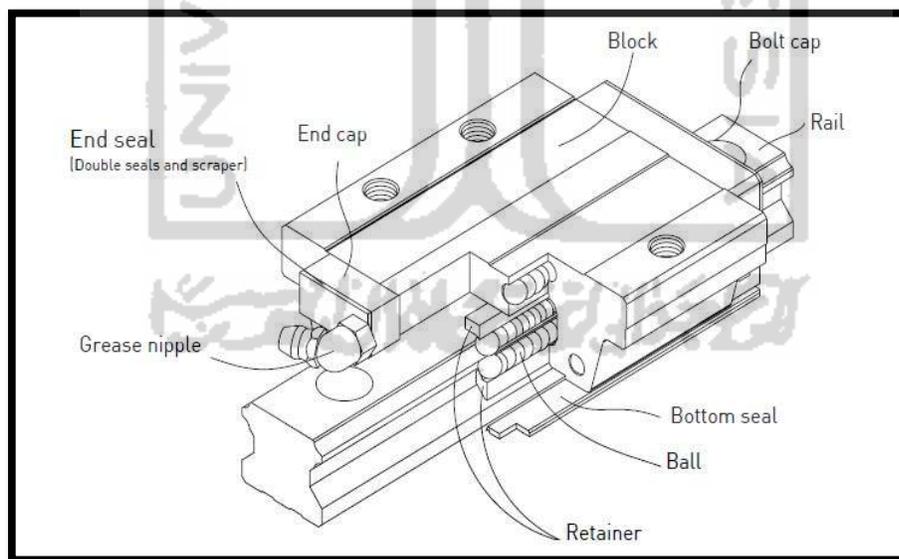
Penggunaan sistem otomasi dapat diterapkan dalam berbagai tingkatan sebagai berikut :

1. Tingkat alat (*device level*) merupakan tingkatan terendah yang meliputi sensor, aktuator dan komponen lain yang membangun suatu mesin.
2. Tingkat mesin (*machine level*) merupakan gabungan dari pada *device level* menjadi mesin individu misal CNC, mesin *conveyour* dan sebagainya. Pada tingkat ini fungsi pengendalian meliputi pelaksanaan langkah dalam program dengan benar.
3. Tingkat Sistem (*cell or system level*) merupakan sistem manufaktur yang beroperasi di bawah instruksi skala pabrik. Tingkatan ini adalah sebuah grup yang terdiri dari mesin-mesin pada stasiun kerjanya dan telah didukung dengan sistem pengiriman materialnya.
4. Tingkat perancangan (*plant level*) merupakan tingkatan yang bekerja dengan mendapatkan instruksi dari sistem informasi perusahaan berupa rencana proses produksi meliputi pemrosesan permintaan, pengendalian persediaan, perencanaan kebutuhan material, proses produksi dan pengendalian kualitas.
5. Tingkat Perusahaan (*enterprise level*) merupakan tingkatan tertinggi untuk mengatur perusahaan itu sendiri meliputi pemasaran dan penjualan, akuntansi,

desain, riset dan segala yang berhubungan dengan perusahaan (Groover M. P., 2008).

2.2.4 *Linear Guideway*

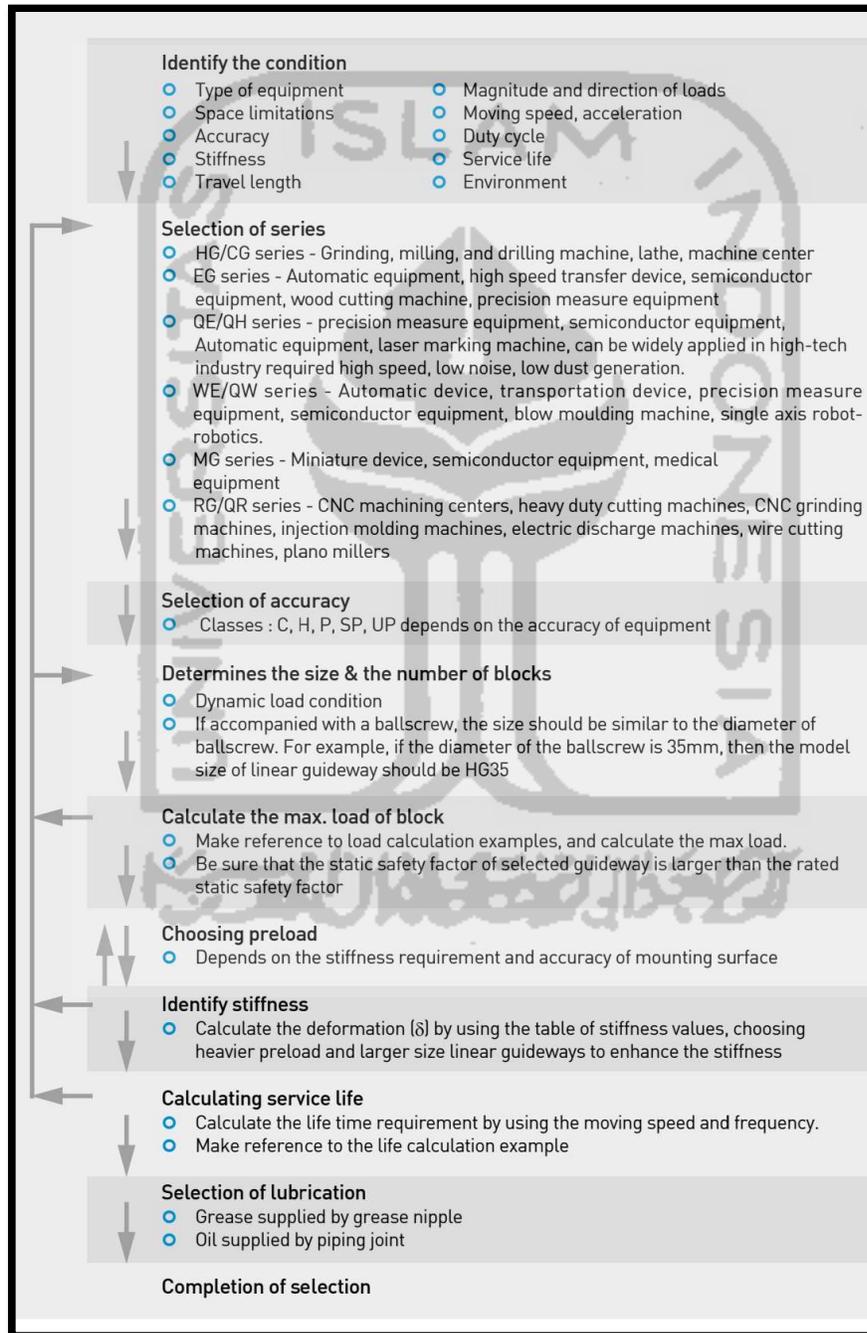
Linear guideway merupakan komponen mekanik yang digunakan untuk pergerakan linier suatu sistem. *Linear guideway* memungkinkan jenis gerakan linier yang memanfaatkan elemen bergulir seperti bola atau rol. Dengan menggunakan resirkulasi elemen bergulir antara rel dan blok, linier guideway dapat menghasilkan gerakan linear dengan presisi tinggi. Dibandingkan dengan slide tradisional, koefisien gesekan untuk linier guideway hanya 1/50. Karena efek pengekanan antara rel dan blok, jalur panduan linier dapat mengambil beban pada arah naik / turun dan kiri / kanan. Dengan fitur-fitur ini, panduan linear dapat sangat meningkatkan akurasi bergerak, terutama ketika disertai dengan sekrup bola yang presisi (Corp, 2018). Pada proses perancangan maupun pembuatan mesin di PT Yamaha Indonesia sering menggunakan *linear guideway* dengan seri keluaran HIWIN. Berikut adalah konstruksi *linear guideway* yang ditunjukkan pada Gambar 2-1 Konstruksi *Linear Guideway*



Gambar 2-1 Konstruksi Linear Guideway

Pada pemilihan *linear guideway* juga dilakukan beberapa tahapan. Dimana tahapan-tahapan tersebut sudah ditentukan di katalog Hiwin. Tahapan ini ditujukan

agar *linear guideway* yang dipilih sesuai dengan kondisi yang ada. Tahapan-tahapan pemilihan ini juga untuk mencegah terjadinya pembebanan lebih pada *linear guideway* yang akan mengakibatkan perancangan beresiko mengakibatkan kecelakaan kerja dan juga bisa mengakibatkan mutu produk yang dihasilkan tidak baik. Berikut tahapan dalam pemilihan linear motion yang ditunjukkan pada gambar 2-2 di bawah ini.



Gambar 2-2 Tahapan Pemilihan Linier Guideway (Corp, 2018)

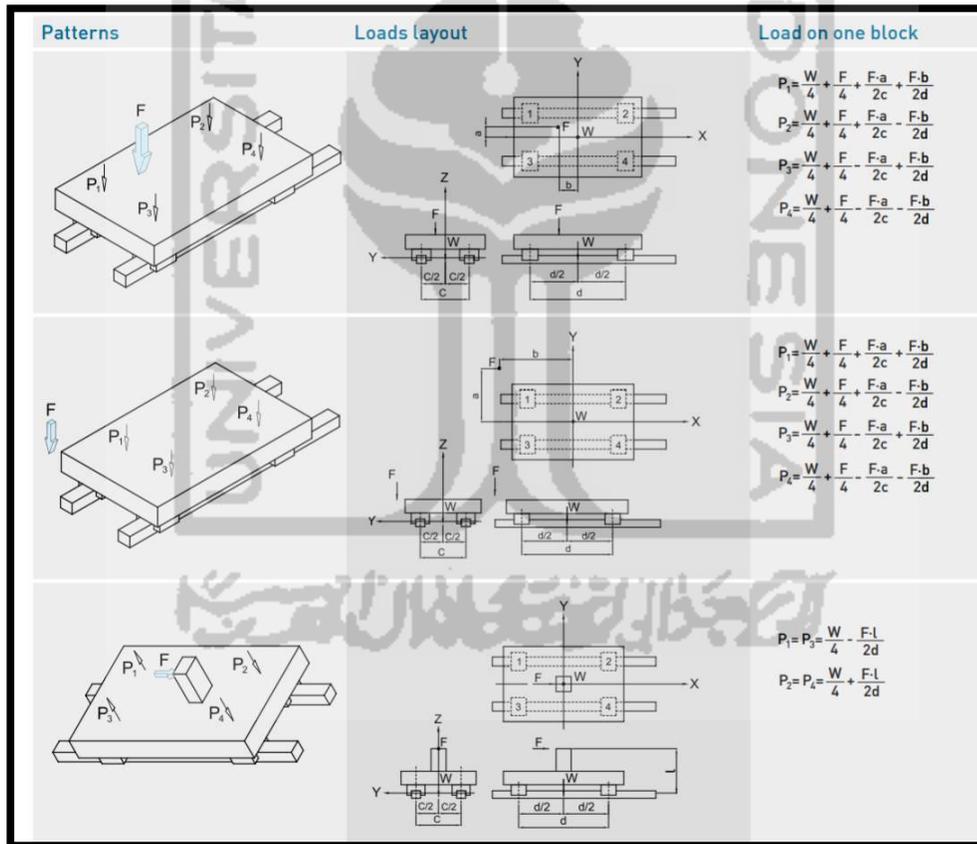
2.2.5 Rumusan Perhitungan

Rumusan perhitungan dalam perancangan ini mengacu pada perhitungan yang telah ditetapkan oleh katalog produk yang biasa digunakan oleh PT Yamaha Indonesia.

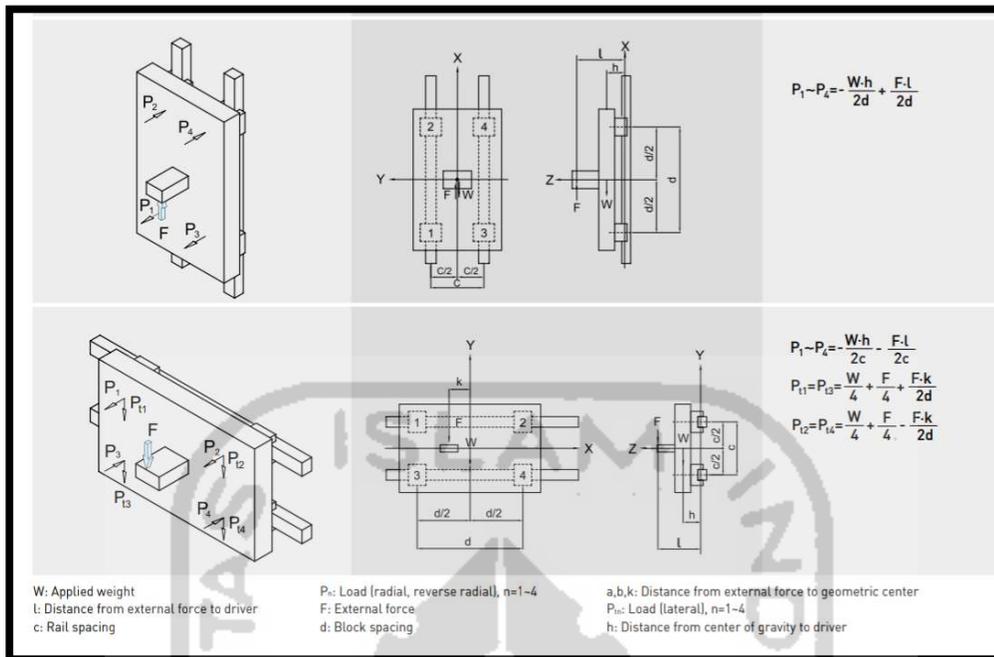
2.2.5.1 Linier Guideway

Berikut adalah ketentuan perhitungan beban berdasarkan katalog HIWIN.

- Perhitungan beban (P)



Gambar 2-3 Ketentuan Pembebanan Linier Guideway Katalog Hiwin 1 (Corp, 2018)

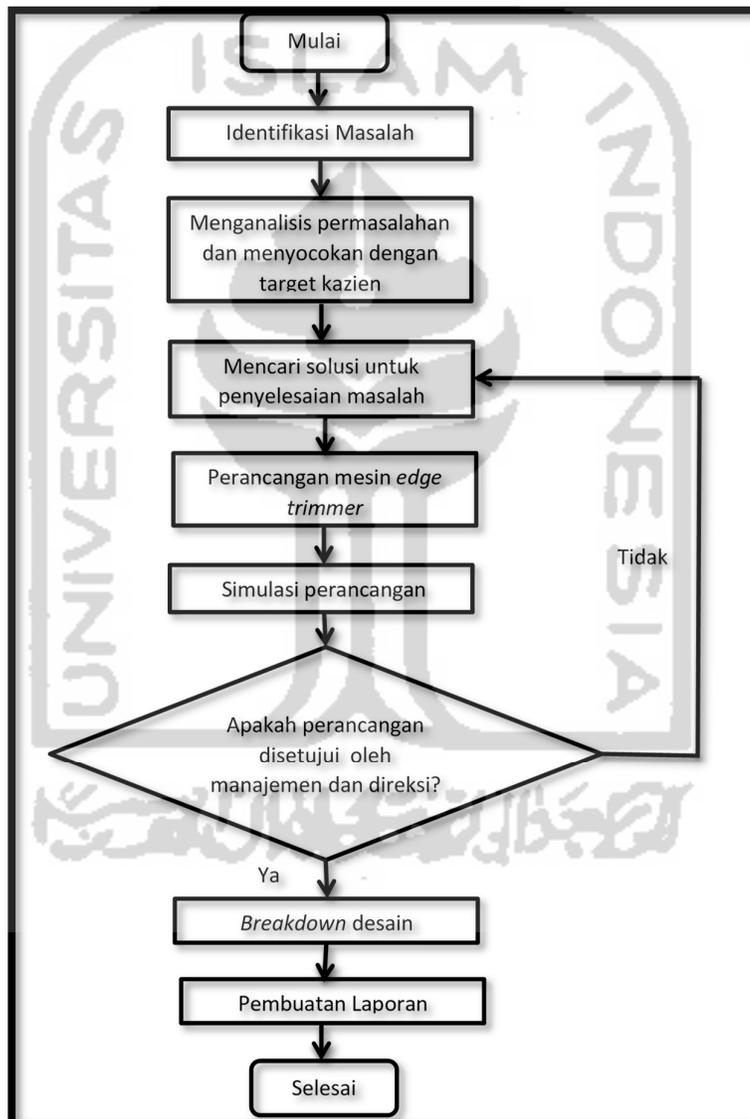


Gambar 2-4 Ketentuan Pembebanan Linier Guideway Katalog Hiwin 2 (Corp, 2018)

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Perancangan

Tahapan pelaksanaan perancangan dapat ditunjukkan pada diagram alur perancangan seperti pada gambar 3-1 berikut :



Gambar 3-1 Alur Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini diperlukan peralatan dan bahan yang dapat mendukung perancangan. Berikut alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan.

Tabel 3-1 Peralatan Perancangan

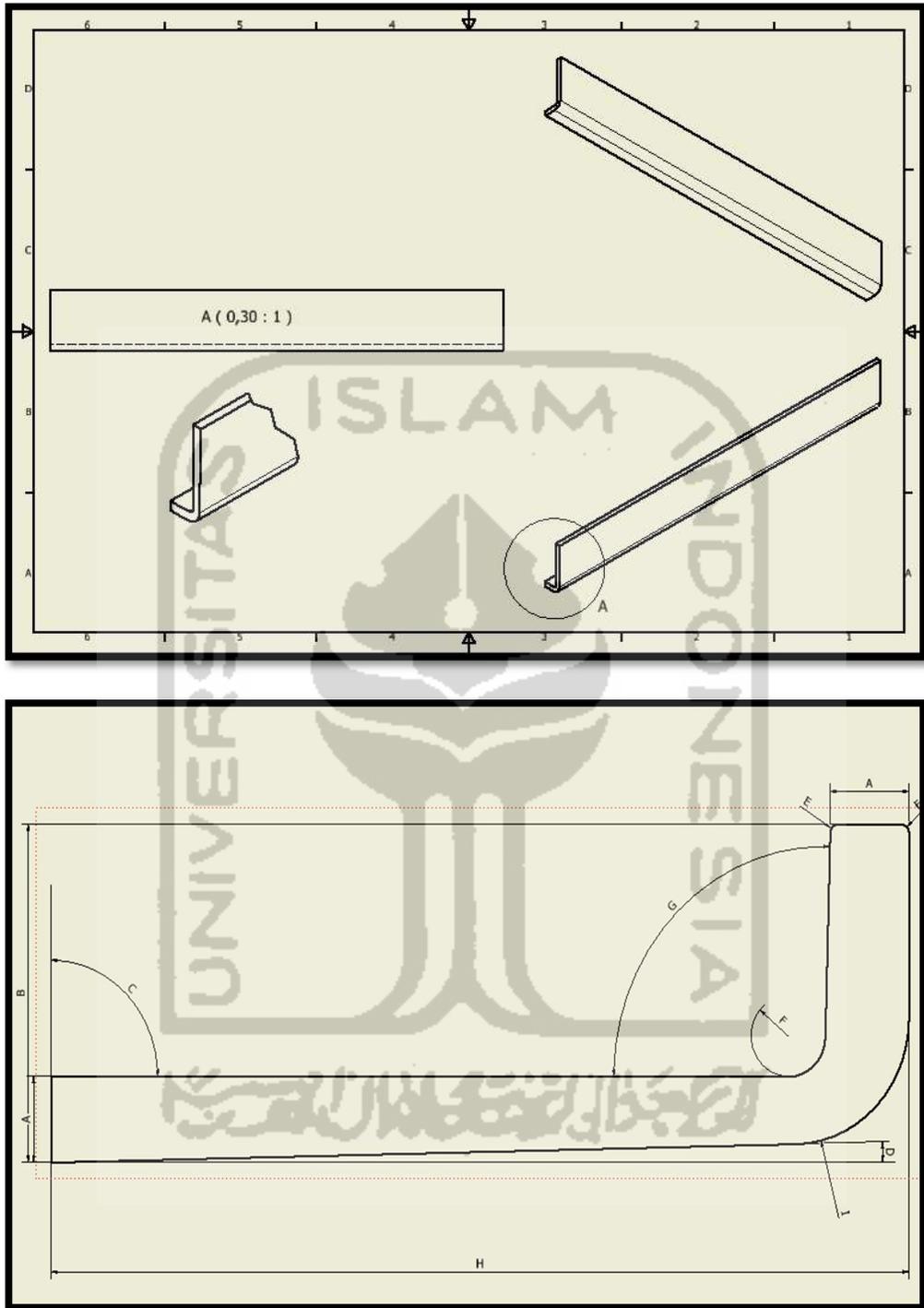
No	Nama Alat	Fungsi Alat
1	Laptop	Untuk mendesain mesin menggunakan <i>software solidworks</i> 2018 dan juga pengelolaan data-data lapangan.
2	Kamera digital	Untuk mengumpulkan data di lapangan.
3	Meteran	Berfungsi untuk melakukan pengukuran yang diperlukan.

3.3 Observasi Lapangan dan Pengumpulan Data

Data di kelompok kerja *press edge* PPR diambil dengan cara merekam video, mengambil gambar, pengamatan, pengukuran dan wawancara langsung terhadap kepala kelompok, operator dan tim desain. Hasil data tersebut kemudian diolah sehingga menghasilkan data yang terkumpul sebagai berikut .

3.3.1 Kabinet Kerja dan Ukuran Standar Kabinet

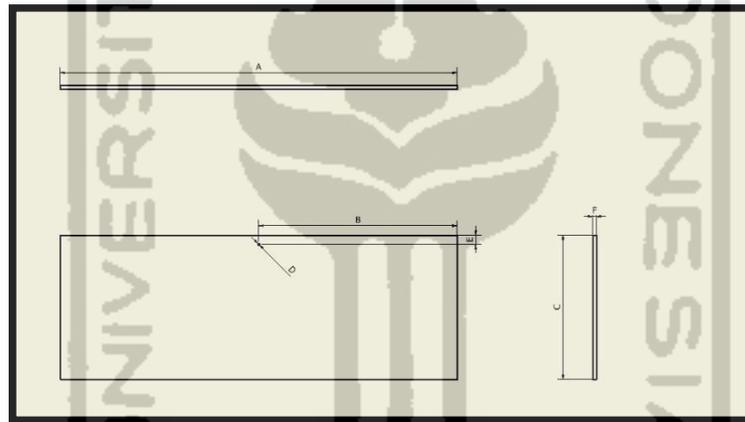
Pada kelompok kerja *press edge* PPR ini melakukan proses men-tori untuk kabinet PPR dari beberapa model piano. Kabinet sendiri adalah sebutan di PT Yamaha Indonesia untuk sebuah *part* pada piano yang nantinya *part-part* tersebut akan di *assembly* menjadi sebuah piano yang utuh. Berikut adalah contoh dan acuan ukuran standard kabinet kerja yang ditunjukkan sesuai gambar 3-2,3-3 dan tabel 3-2,3-3.



Gambar 3-2 Contoh Kabinet Kerja Melengkung (Fallboard)

Tabel 3-2 Acuan Ukuran Standar Kabinet Kerja Melengkung (Fallboard)

Model Fall Board	Dimensi Model (mm)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
AC02A-Unfin_U1-k	17,2	67,1	90	1°30'	1,5	8°	91,5	184,7	25°	1388,2
AC02A-Unfin_U3-k	17,2	68,3	90	1°30'	1,5	8°	91,5	193,6	25°	1388,2
AC02A-Unfin_YU11-k	17,2	67,1	90	1°30'	1,5	8°	91,5	184,7	25°	1388,2
AC02A-Unfin_YU33-k	17,2	68,3	90	1°30'	1,5	8°	91,5	193,6	25°	1388,2
AC02A-Unfin_YUS1-k	17,2	70	90	1°30'	1,5	8°	91,5	167,6	25°	1388,2
AC02A-Unfin_YUS5-k	17,2	60,7	90	1°30'	1,5	8°	91,5	118,2	25°	1390,2
AC02-Unfin_SU7-k	17	69,2	90	1°30'	1,5	8°	91,5	176	25°	1388,2
A1-C5	17	69,2	90	1°30'	1,5	8°	91,5	118,2	25°	1388,2
C6 C7	17	69,2	90	1°30'	1,5	8°	91,5	118,2	25°	1388,2
GB1K	17	69,2	90	1°30'	1,5	8°	91,5	118,2	25°	1388,2
P121	17	67,9	90	1°30'	1,5	8°	91,5	189,4	25°	1389
P124	17	66,9	90	1°30'	1,5	8°	91,5	188	25°	1389
UIJ	17	66,9	90	1°30'	1,5	8°	91,5	185,5	25°	1389





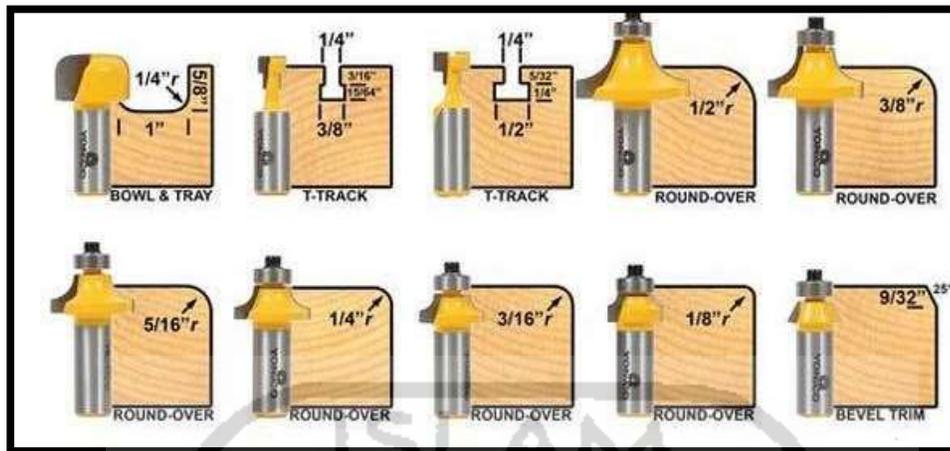
Gambar 3-3 Contoh Kabinet Kerja Lurus (Bottom Frame)

Tabel 3-3 Acuan Ukuran Standar Kabinet Kerja Lurus (Bottom Frame)

Model Bottom Frame	Dimensi Model (mm)					
	A	B	C	D	E	F
YC1SH	1427,2	713,6	518,7	6,3	33,6	13,6
Yu11,U1	1339,2	669,6	494,2	6,3	33,6	13,6
YUS1	1339,2	669,6	478,2	6,3	33,6	13,6

3.3.2 Tipe Mata Router Bit

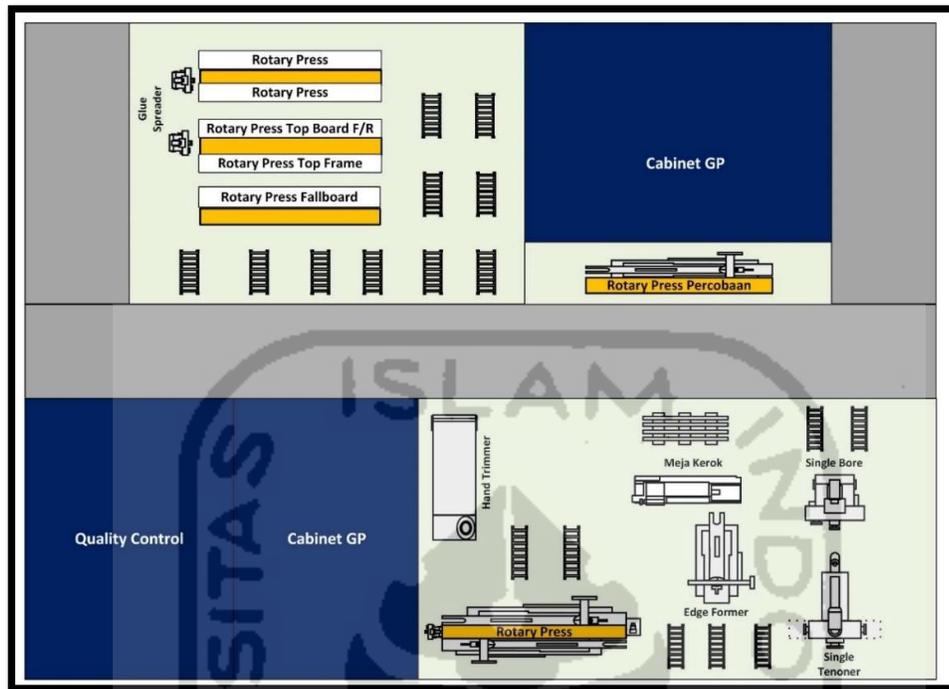
Proses *men-tori* kabinet PPR dilakukan untuk beberapa model dan jenis kabinet yang berbeda. Untuk diameter radius yang ditentukan adalah 1,5mm dan itu berlaku untuk semua kabinet. Mata *router bit* yang dipilih harus sesuai dengan dimensi dan bentuk yang sudah ditentukan. Berikut adalah beberapa jenis mata *router* yang ada.



Gambar 3-4 Jenis Mata Router Bit

3.3.3 *Layout* Kelompok Kerja *Press Edge* PPR

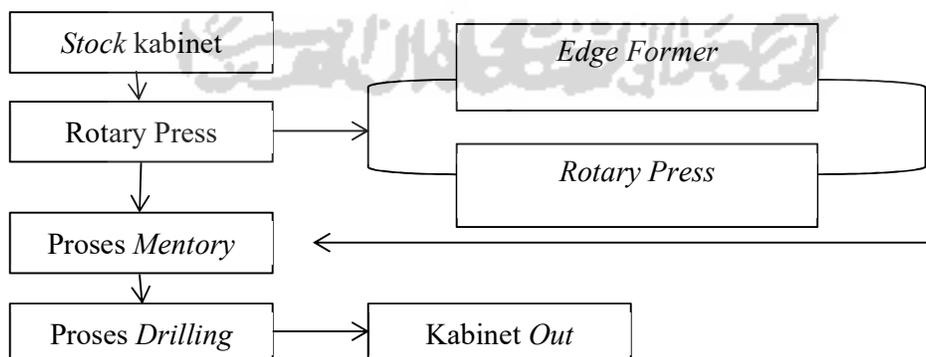
Layout pada bagian kelompok kerja *press edge* PPR didapat dengan meminta kepada bagian *maintenance*. Terdapat beberapa proses dan mesin yang digunakan didalam kelompok kerja ini yaitu proses pengeleman, *rotary press*, dan *drilling*. Untuk detail *layout* dapat dilihat pada gambar 3-5 *Layout* kelompok kerja *press edge* PPR.



Gambar 3-5 Layout Kelompok Kerja Press Edge PPR

3.3.4 Alur Proses kerja Kelompok *Press Edge* PPR

Proses kerja kelompok *press edge* PPR dimulai dari pengambilan *stock* kabinet *soundboard* hingga ke proses *drilling*. Mesin dan proses yang akan dilakukan *kaizen* yaitu pada proses *men-tori*. Untuk alur lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3-6 alur proses kerja kelompok *press edge* PPR.



Gambar 3-6 Alur Proses Kerja Kelompok Kerja *Press Edge* PPR

3.3.4.1 *Stock* Kabinet PPR

Kabinet PPR yang akan diproses pada bagian kelompok kerja *press edge* PPR berasal dari proses sebelumnya yaitu bagian kelompok *cutting sizer*. Pada proses *cutting sizer* tersebut dilakukan pengepresan berbagai lapisan kayu yang kemudian dibentuk menjadi kabinet-kabinet PPR. Kabinet-kabinet yang sudah dibentuk kemudian dipotong sesuai dengan ketentuan yang ada. Proses pemotongan ini menghasilkan kabinet yang ukurannya sudah sesuai standar. Kabinet hasil proses pemotongan memiliki hasil dengan pinggiran tanpa baker.

3.3.4.2 Proses Pada Mesin *Rotary Press*

Stock kabinet PPR semua model akan dilakukan proses pada mesin *rotary press*. Mesin tersebut digunakan untuk menempelkan baker yang sudah dilapisi dengan lem ke bagian-bagian kabinet yang masih belum dilapisi baker. Mesin *rotary press* ditujukan untuk menekan baker agar menempel dengan sempurna ke kabinet. Ukuran baker yang ditempelkan akan lebih besar dari kabinet yang ada, hal ini untuk mencegah adanya bagian kabinet yang tidak tertutup oleh baker. Proses tersebut dapat dilihat pada gambar 3-7 Proses Pada Mesin *Rotary Press*.



Gambar 3-7 Proses Pada Mesin *Rotary Press*

3.3.4.3 Proses *Edge Former*

Setelah proses pada mesin *rotary press*, kabinet dengan bentuk lurus akan masuk kedalam mesin *edge former*. Pada mesin ini sisa-sisa baker pada kabinet lurus akan dipotong dan akan menghasilkan kabinet dengan pinggiran yang lurus tanpa sisa baker tetapi tajam.



Gambar 3-8 Mesin Edge Former

3.3.4.4 Proses *Men-tori*

Proses *men-tori* ini dilakukan di atas meja nomi. Proses ini memiliki beberapa tahapan. Dimana tahapan pertama adalah pembuangan sisa-sisa baker pada kabinet yang tidak melewati mesin *edge former*. Pembuangan sisa-sisa baker ini dilakukan dengan cara mengetok sisa-sisa baker sampai patah dan mudah untuk ditarik. Setelah baker terlepas maka selanjutnya akan dilakukan pembuatan radius menggunakan mesin *hand trimmer*. Pembuatan radius ini untuk dimensinya sudah ditentukan. Pembuatan radius ini akan menghasilkan kabinet yang memiliki pinggiran tumpul.



Gambar 3-9 Proses Mentory

3.3.4.5 Proses *Drilling*

Proses selanjutnya adalah *drilling* kabinet, pada proses ini kabinet yang telah dilakukan proses *men-tori* akan dilakukan pembuatan lubang. Tidak semua kabinet melewati proses *drilling*.

3.3.4.6 Proses *Finishing* dan *Out Kabinet*

Proses terakhir pada kelompok kerja *press edge* PPR ini yaitu *finishing* dan pengiriman kabinet.

3.3.5 Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia pada kelompok kerja *press edge* PPR ini terdiri dari 5 orang operator. Khusus untuk pengerjaan proses *men-tori* dilakukan oleh satu orang operator.

3.3.6 Waktu Proses

Waktu proses yang diamati hanya pada saat pekerjaan *men-tori*. Waktu proses dihitung mulai dari operator mengambil dan memegang kabinet. Waktu yang dibutuhkan dalam sekali proses *men-tori* tersebut ditunjukkan pada tabel 3-4 Waktu Proses.

Tabel 3-4 Waktu Proses

No	Langkah Kerja	Waktu Proses (detik)
1	Pengambilan dan peletakan cabinet pada meja kerja	4
2	Pengetokan sisa baker	17
3	Pembuangan sisa baker (dipatahkan)	8
4	Pembuatan radius	15
5	Pembersihan sisa lem	14
6	Pengambilan cabinet dari meja kerja	17
	TOTAL	61,8

Dalam satu kali proses mentory dimulai dengan pengambilan dan peletakan kabinet di meja nomi. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengetokan sisa baker. Proses pengetokan ini memakan waktu 17 detik, yang mana pengetokan harus dilakukan di seluruh pinggiran kabinet yang memiliki sisa baker. Bila ada sisa baker yang belum terketok kemudian akan ditarik maka akan mengakibatkan baker pecah dan membuat mutu produk menjadi buruk. Kemudian setelah baker diketok dan mudah untuk ditarik, baker akan dilepas dengan menggunakan tangan. Proses pelepasan baker yang sudah patah ini memakan waktu 8 detik. Setelah seluruh sisa baker sudah terpotong, maka akan dilanjutkan dengan proses pembuatan radius menggunakan mesin *hand trimmer*. Proses pembuatan radius memakan waktu 15 detik. Setelah radius dibuat maka akan dilakukan proses pembersihan sisa lem pada kabinet. Proses pembersihan ini juga berguna untuk menghilangkan sisa-sisa baker

yang masih ada di kabinet. Kemudian kabinet akan ditaruh kembali ke tempat penyimpanan

Satu kali proses tersebut menghabiskan waktu total 61,8 detik. Proses yang ada saat ini memiliki tahapan-tahapan yang bisa membahayakan operator dan juga memakan banyak waktu.

3.4 Konsep Perancangan Mesin *Edge Trimmer*

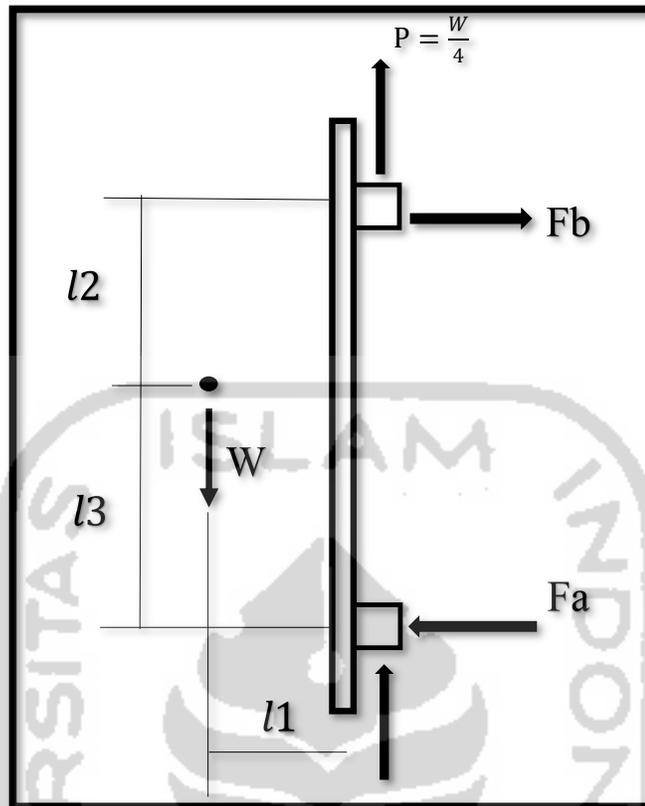
Setelah melakukan identifikasi masalah dan observasi lapangan di bagian kelompok kerja *press edge* PPR khususnya pada pekerjaan *men-tori*, tahapan selanjutnya yaitu membuat gambaran dan deskripsi perancangan *kaizen* mesin yang akan dibuat. Perancangan yang ada dibuat dengan mengacu pada data dari observasi yang sudah dilakukan dan juga dari permintaan ataupun masukan dari pihak lapangan maupun manajemen. Deskripsi kriteria desain mesin yang akan dirancang meliputi beberapa point sebagai berikut :

1. Mesin yang dapat mengerjakan semua model kabinet yang ditentukan.
2. Mesin yang dapat bekerja secara aman sesuai kaidah K3.
3. Mesin yang dapat meringankan dan mengefektifkan beban pekerja pada proses *men-tori*.
4. Mesin yang dapat mengurangi waktu proses kerja pada saat proses *men-tori*.
5. Dimensi mesin *edge trimmer* tidak boleh melebihi *layout* yang tersedia.

3.5 Konsep Perhitungan Mesin *Edge trimmer*

Perhitungan yang dilakukan pada perancangan mesin ini digunakan untuk pemilihan *linear motion guideway* sesuai standar untuk pergerakan arah sumbu X dan sumbu Y. Berikut adalah urutan dari konsep perhitungan dan rumusan yang digunakan sesuai referensi :

- *Linear Motion Guideways* Pergerakan Sumbu Y (Bagian Atas)



Gambar 3-10 Free Body Diagram Benda Arah Y

- ❖ Free Body Diagram

$$\sum ma = 0$$

$$-W \cdot l_1 + F_b \cdot (l_2 + l_3) = 0$$

$$F_b = \frac{w \cdot l_1}{(l_2 + l_3)}$$

$$\sum mb = 0$$

$$-W \cdot l_1 - F_a \cdot (l_2 + l_1) = 0$$

$$F_a = -\frac{w \cdot l_1}{(l_2 + l_1)}$$

- ❖ Menghitung berat benda (W)

$$W = m \times g$$

m = massa benda

g = percepatan gravitasi (9,8)

- ❖ Menghitung beban *radial* yang diterima *Linear Motion Guideways* (P)

$$P1 \sim P4 = \frac{W_1 \times h_1}{4} + \frac{W_2 \times h_2}{4}$$

W_1 = berat komponen 1

W_2 = berat komponen 2

h_1 = Jarak pusat massa komponen 1

h_2 = Jarak pusat massa komponen 2

- ❖ Menghitung nilai beban statis (C_0)

$$C_0 = F_{sl} \times P$$

F_{sl} = nilai *safety factor* sesuai referensi (5)

P = beban *radial* yang terjadi

- *Linear Motion Guideways* Pergerakan Sumbu Y (Bagian Bawah)

- ❖ Menghitung berat benda (W)

$$W = m \times g$$

m = massa benda

g = percepatan gravitasi (9,8)

- ❖ Menghitung beban *radial* yang diterima *Linear Motion Guideways* (P)

$$P1 \sim P4 = \frac{W_1 \times h_1}{2d} + \frac{W_2 \times h_2}{2d}$$

W_1 = berat komponen 1

W_2 = berat komponen 2

h_1 = Jarak pusat massa komponen 1

h_2 = Jarak pusat massa komponen 2

d = Jarak arah horizontal antar LM *Block*

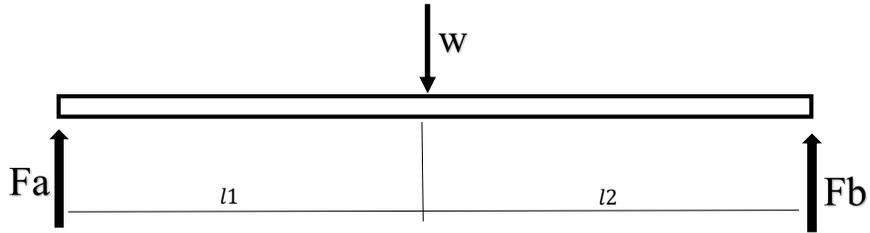
- ❖ Menghitung nilai beban statis (C_0)

$$C_0 = F_{sl} \times P$$

F_{sl} = nilai *safety factor* sesuai referensi (5)

P = beban *radial* yang terjadi

- *Linear Motion Guideways* Pergerakan Sumbu X



Gambar 3-11 Free Body Diagram Benda Arah X

- ❖ Free Body Diagram

$$\sum ma = 0$$

$$W \cdot l_1 - F_b \cdot (l_1 + l_2) = 0$$

$$F_b = \frac{w \cdot l_1}{(l_1 + l_2)}$$

- ❖ Menghitung berat benda (W)

$$W = m \times g$$

m = massa benda

g = percepatan gravitasi (9,8)

- ❖ Menghitung beban *radial* yang diterima *Linear Motion Guideways* (P)

$$P_1 \sim P_4 = \frac{W_1 \times h_1}{2c} + \frac{W_2 \times h_2}{2c}$$

W_1 = berat komponen 1

W_2 = berat komponen 2

h_1 = Jarak pusat massa komponen 1

h_2 = Jarak pusat massa komponen 2

d = Jarak arah vertikal antar LM *Block*

- ❖ Menghitung nilai beban statis (C_0)

$$C_0 = F_{st} \times P$$

F_{st} = nilai *safety factor* sesuai referensi (5)

P = beban *radial* yang terjadi.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan Mesin *Edge Trimmer* Untuk Kabinet PPR

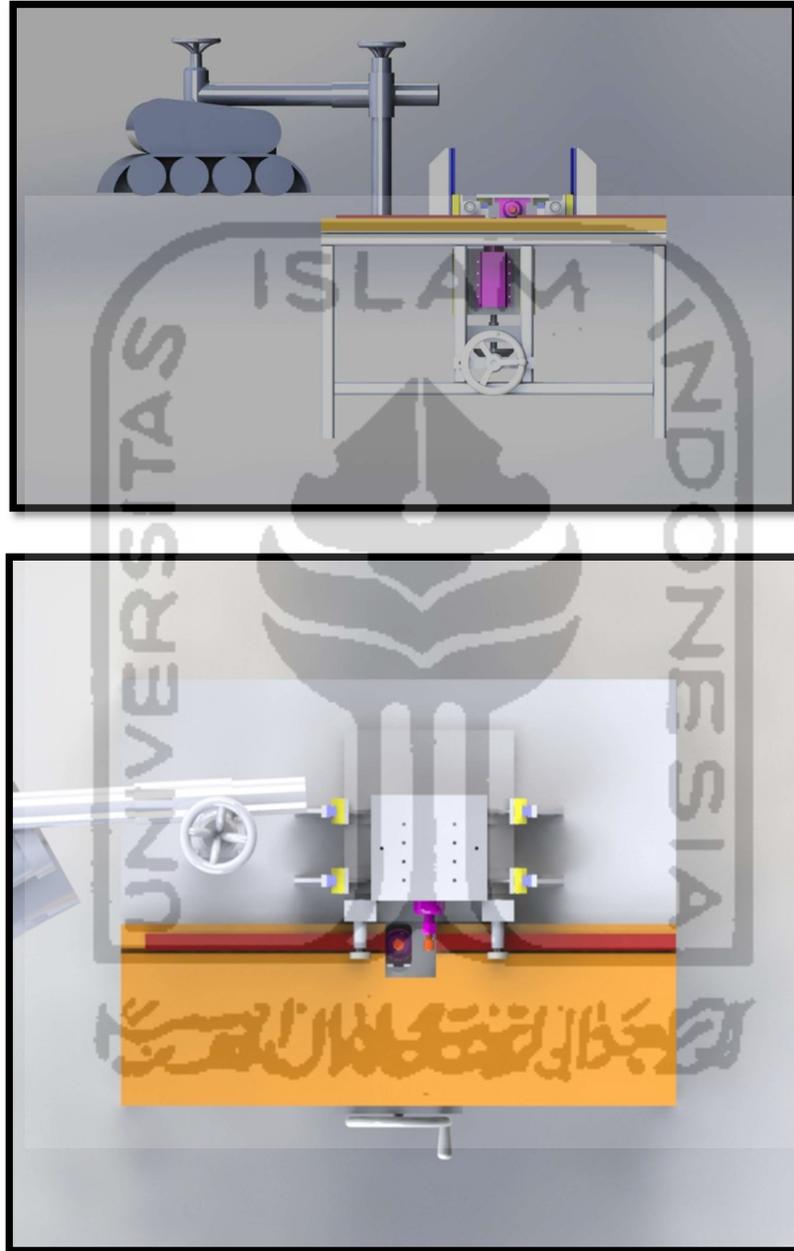
Hasil perancangan mesin *edge trimmer* dibuat berdasarkan observasi lapangan dan pengumpulan data yang dilakukan secara langsung di PT Yamaha Indonesia. Analisis dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan berupa rancangan desain. Rancangan yang dihasilkan sudah melalui tahapan diskusi dengan berbagai pihak, baik dari pihak di lapangan (*operator*) maupun pihak devisi *facility fabrication*. Rancangan desain kemudian akan dipresentasikan kedalam rapat yang telah ditentukan oleh pihak manajemen dan direksi. Rapat tersebut dihadiri oleh berbagai pihak yang terkait. Dari *rapat* tersebut akan ditentukan apakah rancangan desain dapat diterima atau memerlukan beberapa tambahan. Setelah rapat dilakukan maka akan ada beberapa masukan guna memperbaiki rancangan desain. Masukan dan saran berdasarkan hasil rapat adalah penambahan *feeder* untuk memudahkan operator jika kabinet lurus sudah dioperasikan oleh mesin.

Berikut adalah penjelasan lebih rinci untuk hasil perancangan mesin *edge trimmer* setelah melalui proses analisis, *meeting* dan perbaikan.

4.1.1 Desain Mesin *Edge Trimmer* Tampak Keseluruhan

Semua proses yang telah dilewati akan menghasilkan perancangan yang didalamnya sudah meliputi sistem kerja, material serta simulasi. Sistem kerja yang dihasilkan akan membuat penilaian apakah mesin mampu digunakan untuk menyelesaikan masalah atau tidak. Sedangkan penentuan material digunakan untuk memudahkan dalam proses pabrikasi, dan juga total biaya yang dibuthkan. Simulasi pada perancangan ditujukan untuk melihat hasil dari sistem kerja yang ada. Simulasi dapat menunjukkan perbedaan apa saja yang ada setelah proses

manual diubah menjadi proses otomatis (menggunakan mesin). Berikut adalah gambar hasil perancangan yang ditunjukkan pada gambar 4-1.

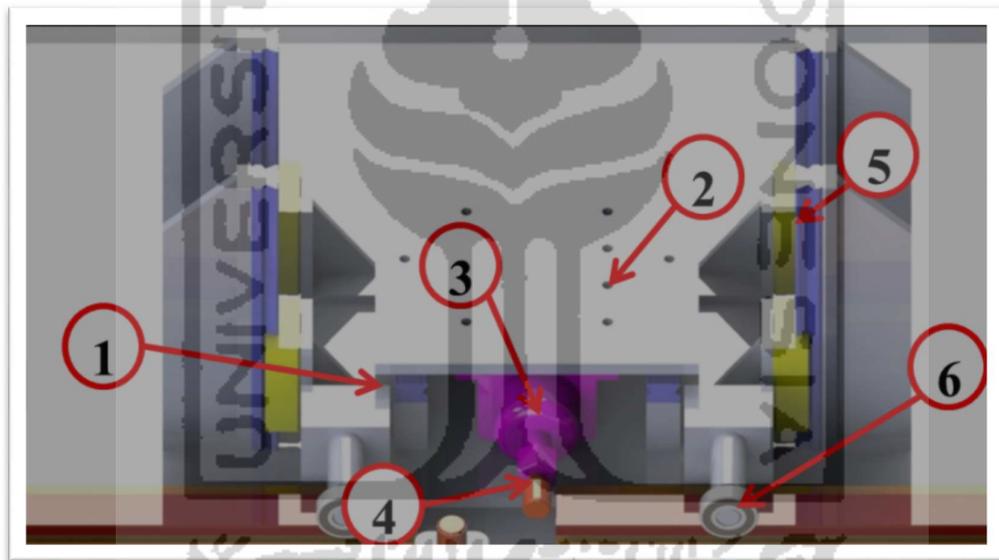


Gambar 4-1 Hasil Perancangan Mesin Edge Trimmer Tampak Keseluruhan

Konsep desain dalam perancangan mesin ini adalah menggunakan dua mata *router* yang mana saat kabinet melewati mesin maka kedua bagian kabinet akan langsung membentuk radius sesuai dengan ketentuan yang ada. Mesin ini juga

harus mampu digunakan untuk berbagai macam ketebalan kabinet yang ada. Oleh sebab itu mesin memiliki dua mata *router* yang masing-masing terhubung dengan motor yang sudah terpasang dengan plat yang ada pada *linear guideway*. Adanya *linear guideway* di setiap *router* yang berbeda arah akan memudahkan operator dalam proses penentuan awal mesin. Perancangan mesin ini juga diharuskan agar operator tidak bersentuhan secara langsung dengan mesin. Dengan desain yang ada, operator diharuskan memegang bagian kabinet untuk melewati mesin, dan mesin akan diam. Penggunaan mesin juga akan dilakukan di panel khusus, yang mana akan memudahkan operator dalam menyalakan ataupun mematikan mesin.

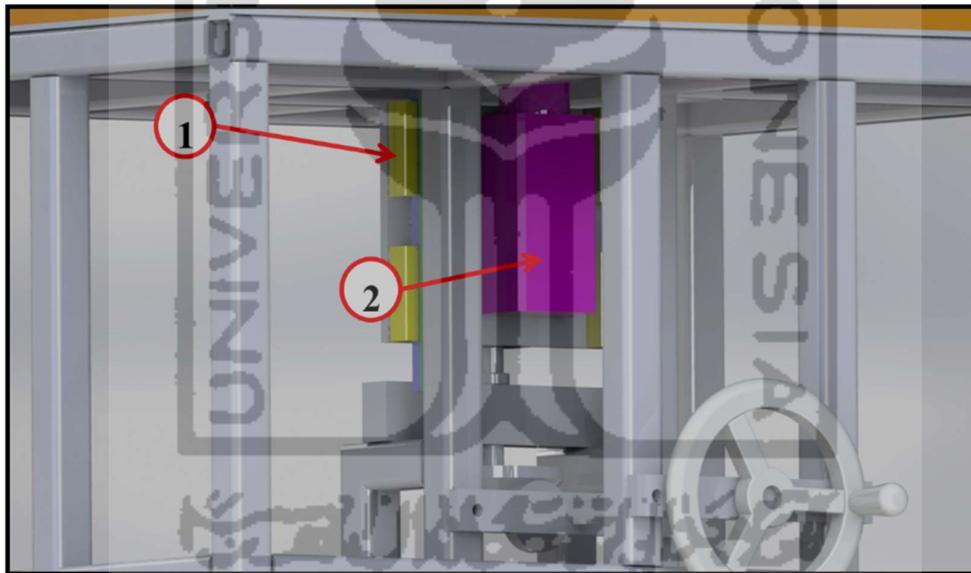
Dari desain keseluruhan pada gambar 4-1 maka mesin *edge trimmer* memiliki beberapa bagian utama, yaitu bagian *router* atas, *router* bawah, dan juga bagian *feeder*. Berikut adalah detail tiap bagian :



Gambar 4-2 Konsep Desain Bagian Atas

Pada gambar 4-2 dapat dilihat bahwa terdapat dua arah berbeda untuk *linear guideway*. Dimana arah X berfungsi untuk menggerakkan *router* dalam pemakanan baker, hal ini ditujukan untuk proses pengaturan awal mesin. Kemudian *linear guideway* yang arah Y berfungsi untuk menggerakkan *router* keatas sebagai penyesuaian terhadap ketebalan kabinet yang melewati mesin. Berikut keterangan setiap komponen dan fungsinya :

1. *Linear motion guideway* arah X berfungsi untuk pengaturan awal *router* agar sejajar dengan *router* bawah.
2. Plat penampang motor berfungsi untuk menghubungkan motor dengan *linear guideway* yang ada.
3. Motor berfungsi sebagai penggerak *router*.
4. Mata *router* berfungsi sebagai pemakan sisa baker serta pembuat radius pada kabinet.
5. *Linear motion guideway* arah Y berfungsi untuk menggerakkan plat penampang motor naik-turun mengikuti ketebalan kabinet yang lewat.
6. *Bearing* berfungsi untuk menekan kabinet agar tetap lurus dan sejajar saat melewati mesin.

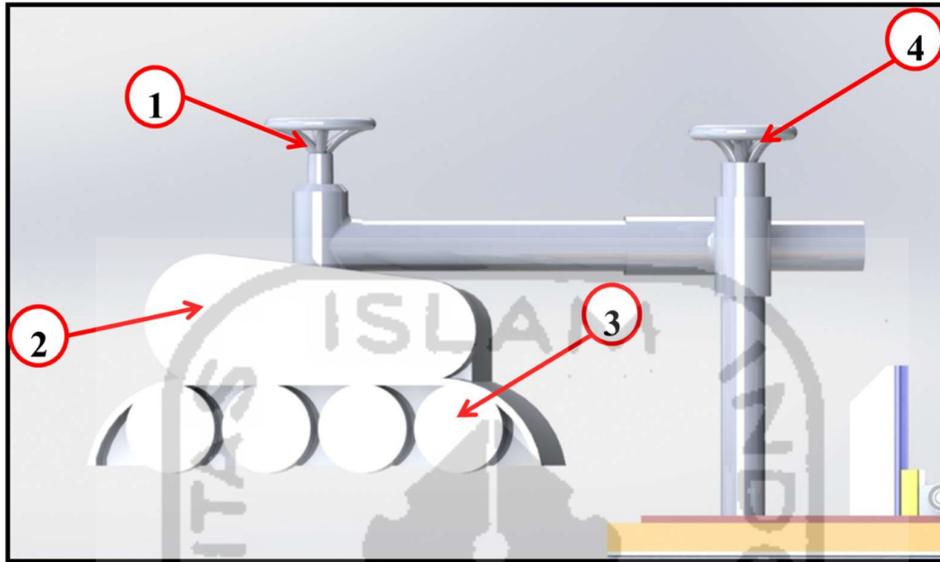


Gambar 4-3 Konsep Desain Bagian Bawah

Gambar 4-3 menunjukkan bahwa sistem kerja untuk rancangan pada bagian bawah menggunakan *linear guideway* arah Y untuk memudahkan operator dalam pengaturan awal mesin. Berikut keterangan setiap komponen dan fungsinya :

1. *Linier motion guideway* arah Y berfungsi untuk mengatur ketinggian *router* agar bisa sejajar dengan *router* atas.
2. Motor berfungsi sebagai penggerak *router*.

4.1.2 Desain Rancangan *Feeder*

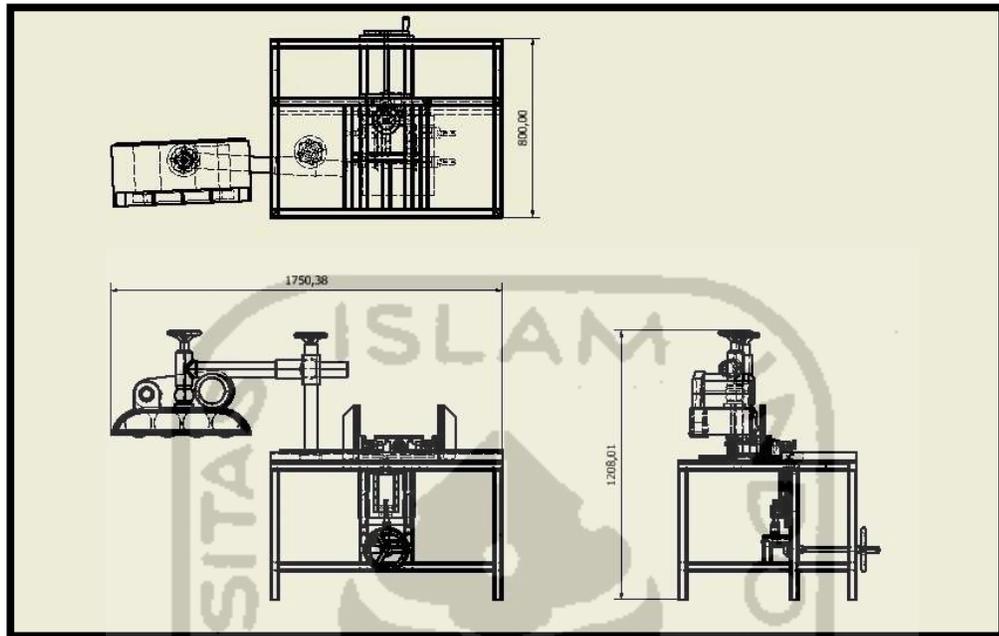


Gambar 4-4 Konsep Desain Feeder

Rancangan sistem *feeder* tambahan ini sebagai penggerak kabinet (kabinet lurus) saat melewati mesin. *Feeder* akan membantu operator dalam proses *mentori*, dan membuat operator tidak perlu memegang kabinet saat akan melewati mesin. Dalam gambar 4-4 dapat dilihat bahwa feeder terdapat beberapa komponen, yang mana komponen tersebut memiliki fungsi masing-masing. Berikut adalah keterangan tiap komponennya :

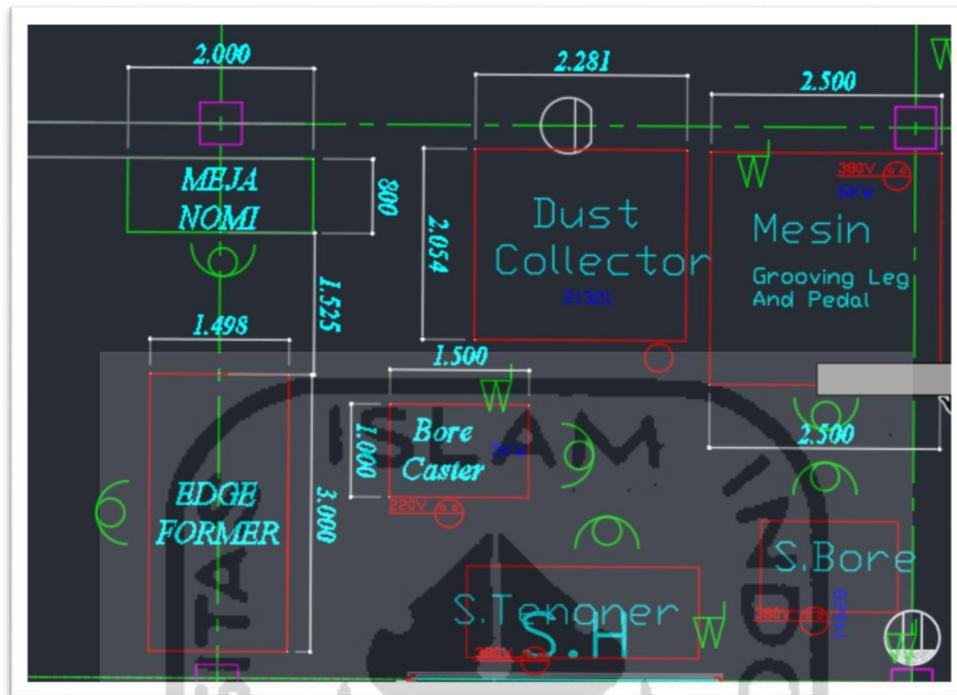
1. *Swing Feeder* berfungsi untuk memindahkan *feeder* saat akan ataupun tidak digunakan.
2. *Feeder* berfungsi untuk menggerakkan kabinet yang sedang melewati mesin.
3. Roda *feeder* berfungsi sebagai penggerak kabinet yang berada dibawahnya.
4. Tiang *feeder* berfungsi untuk mengatur ketinggian *feeder*.

4.1.3 Gambar 2D dan Rencana Penempatan Mesin



Gambar 4-5 Gambar 2D Mesin Edge Trimmer

Perancangan mesin *edge trimmer* yang sudah disetujui oleh pihak direksi dan manajemen memiliki dimensi keseluruhan seperti di atas. Dimensi tersebut sudah menyesuaikan dengan *layout* yang tersedia. Rencana penempatan mesin *edge trimmer* ini akan menggantikan meja nomi yang ada di lokasi *press edge* PPR. Penempatan ini berdasarkan oleh ketersediaan ruang yang ada dan juga meja nomi yang apabila mesin dibuat, maka meja nomi tidak digunakan lagi. Penempatan ini juga tidak akan banyak mempengaruhi alur proses yang sudah ada di kelompok kerja *press edge* PPR.

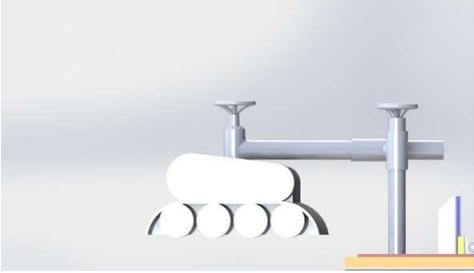
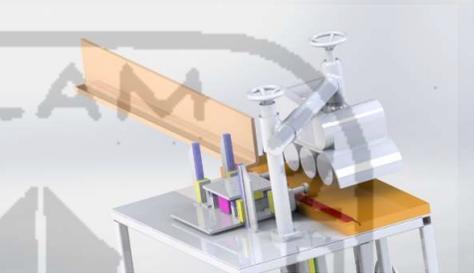
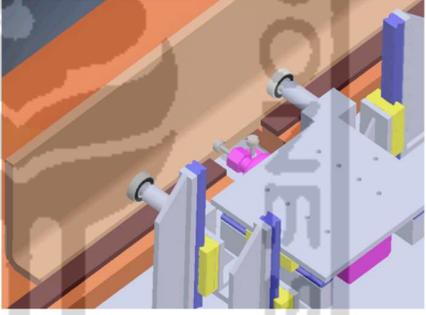
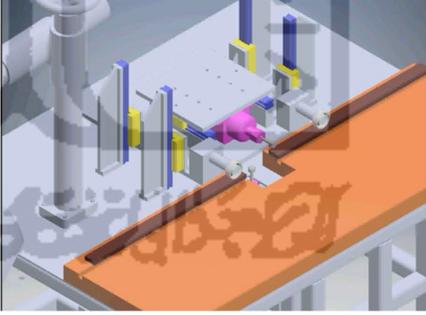
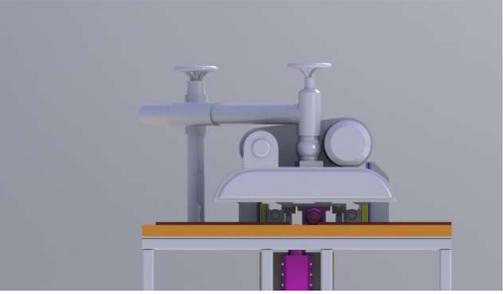


Gambar 4-6 Rencana Penempatan Mesin

4.2 Proses Kerja Mesin

Berikut adalah tabel rencana urutan proses pengerjaan sesuai dengan mesin yang telah dirancang.

Tabel 4-1 Proses Kerja Mesin

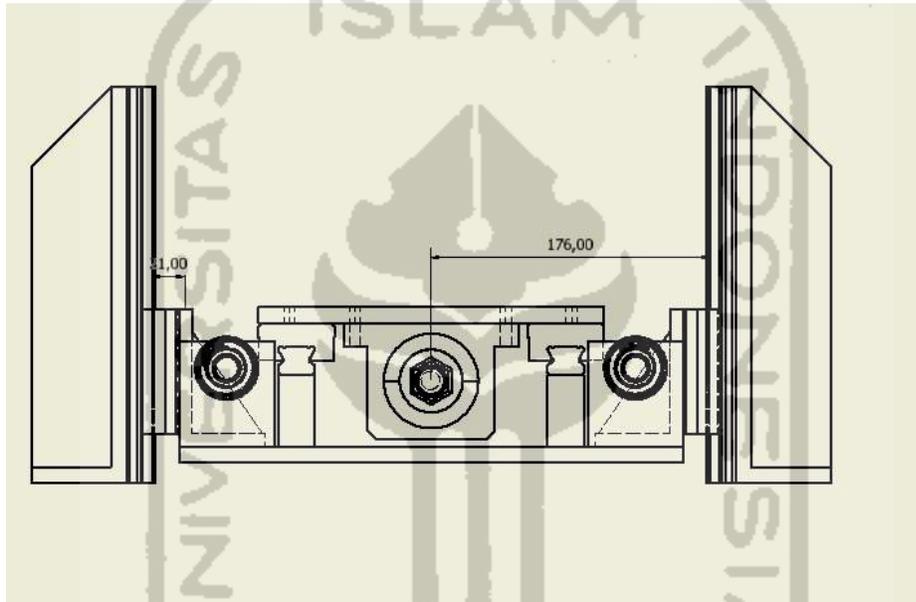
No	Nama Proses Kerja	Gambar Proses Kerja
1	<p><i>Feeder</i> akan diposisikan ke samping mesin bila kabinet melengkung akan di proses di mesin.</p>	
2	<p>Peletakan kabinet pada meja(kabinet melengkung)</p>	
3	<p>Kabinet akan melewati dua mata <i>router</i> (atas dan bawah)</p>	
4	<p><i>Router</i> atas akan terangkat apabila kabinet yang lewat memiliki tebal yang lebih daripada pengaturan awal</p>	
5	<p>Pada saat mesin memproses kabinet lurus maka <i>feeder</i> akan diatur agar bisa digunakan untuk menggerakkan kabinet yang lewat</p>	

4.3 Analisis dan Pembahasan

Analisis pada perancangan mesin ini yaitu perhitungan dan pemilihan *linear motion guideways* sesuai standar untuk pergerakan arah sumbu X dan sumbu Y.

4.3.1 Perhitungan *Linear Motion Guideways*

- *Linear Motion Guideways* Pergerakan Sumbu Y
- ❖ Konstruksi pergerakan sumbu Y (Bagian Atas)



Gambar 4-7 Konstruksi Pergerakan Sumbu Y (Bagian Atas)

- ❖ Menghitung berat benda (W)

Tabel 4-2 Massa Benda Sumbu Y (Bagian Atas)

No	Jenis Benda	Massa (Kg)
1	Berat Keseluruhan Sistem (m_1)	30
2	Side Monting (m_2)	4
Total		34

$$W = m \times g$$
$$m_1 = 30 \text{ kg}$$

$$m_2 = 4 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_1 = 30 \times 9,8 = 294 \text{ N}$$

$$W_2 = 4 \times 9,8 = 39,2 \text{ N}$$

- ❖ Menghitung beban *radial* yang diterima *Linear Motion Guideways* (P)

$$\begin{aligned} P1 \sim P4 &= \frac{W_1 \times h_1}{4} + \frac{W_2 \times h_2}{4} \\ &= \frac{294 \times 176}{4} + \frac{39,2 \times 21}{4} \\ &= 13141,5 \text{ N} \end{aligned}$$

- ❖ Menghitung nilai beban statis (C_0)

$$C_0 = F_{sl} \times P$$

$$F_{sl} = 5$$

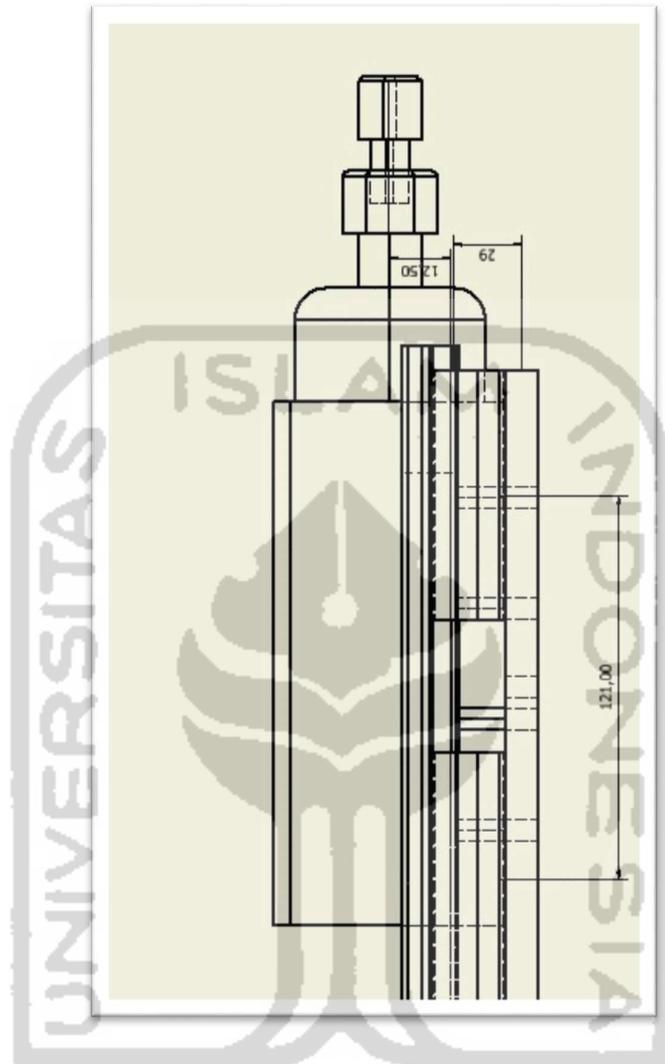
$$P = 13141,5 \text{ N}$$

$$C_0 = 5 \times 13141,5 = 65709 \text{ N} = 65,709 \text{ kN}$$

- ❖ Pemilihan Tipe *Linear Motion Guideways*

Berdasarkan katalog dari PT Yamaha Indonesia, tipe *Linear Motion Guideways* yang tersedia yaitu tipe Hiwin HGH 25 HA dengan nilai beban statis yang dapat diampu sebesar 69,07 kN. Nilai beban statis tersebut diatas nilai beban yang bekerja yaitu 65,709 kN sehingga aman untuk digunakan.

❖ Konstruksi pergerakan sumbu Y (Bagian Bawah)



Gambar 4-8 Konstruksi Pergerakan Sumbu Y (Bagian Bawah)

❖ Menghitung berat benda (W)

Tabel 4-3 Massa Benda Sumbu Y (Bagian Bawah)

No	Jenis Benda	Massa (Kg)
1	Motor (m_1)	5
2	Plat Dudukan Motor (m_2)	12
Total		17

$$W = m \times g$$

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$m_2 = 12 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \frac{m}{s^2}$$

$$W_1 = 5 \times 9,8 = 49 \text{ N}$$

$$W_2 = 12 \times 9,8 = 117,6 \text{ N}$$

- ❖ Menghitung beban *radial* yang diterima *Linear Motion Guideways* (P)

$$\begin{aligned} P1 \sim P4 &= \frac{W_1 \times h_1}{2d} + \frac{W_2 \times h_2}{2d} \\ &= \frac{49 \times 12,50}{2 \times 121} + \frac{117,6 \times 29}{2 \times 121} \\ &= 17,02 \text{ N} \end{aligned}$$

- ❖ Menghitung nilai beban statis (C_0)

$$C_0 = F_{sl} \times P$$

$$F_{sl} = 5$$

$$P = 17,02 \text{ N}$$

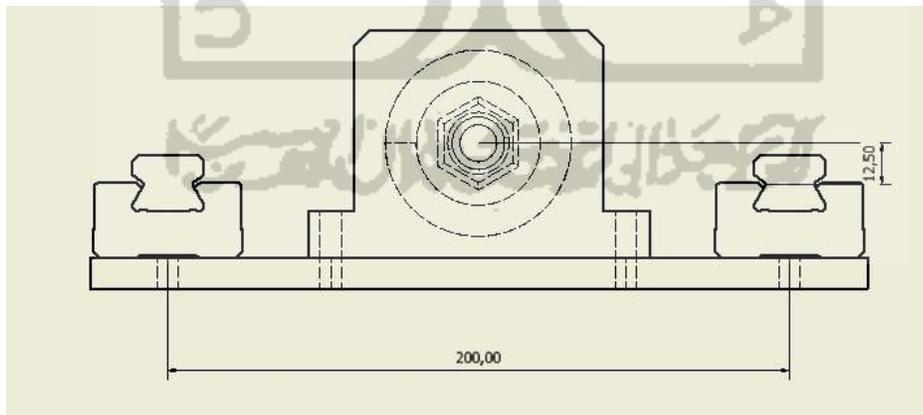
$$C_0 = 5 \times 17,02 = 85,1 \text{ N} = 0,0851 \text{ kN}$$

- ❖ Pemilihan Tipe *Linear Motion Guideways*

Berdasarkan katalog dari PT Yamaha Indonesia, tipe *Linear Motion Guideways* yang tersedia yaitu tipe Hiwin HGH 25 HA dengan nilai beban statis yang dapat diampu sebesar 69,07 kN. Nilai beban statis tersebut diatas nilai beban yang bekerja yaitu 0,0851 kN sehingga aman untuk digunakan.

- Linear *Linear Motion Guideways* Pergerakan Sumbu X

- ❖ Konstruksi pergerakan sumbu X



Gambar 4-9 Konstruksi Pergerakan Sumbu X

❖ Massa Benda Sumbu X

Tabel 4-4 Massa Benda Sumbu X

No	Jenis Benda	Massa (Kg)
1	Motor (m_1)	5
2	Plat Dudukan Motor(m_2)	12
Total		17

❖ Menghitung berat benda (W)

$$W = m \times g$$

$$m_1 = 5 \text{ kg}$$

$$m_2 = 12 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$W_1 = 5 \times 9,8 = 49 \text{ N}$$

$$W_2 = 12 \times 9,8 = 117,6 \text{ N}$$

❖ Menghitung beban radial yang diterima *Linear Motion Guideways* (P)

$$\begin{aligned}
 P1 \sim P4 &= \frac{W_1 \times h_1}{2c} + \frac{W_2 \times h_2}{2c} \\
 &= \frac{49 \times 12,50}{2 \times 200} + \frac{117,6 \times 29}{2 \times 200} \\
 &= 10,02 \text{ N}
 \end{aligned}$$

❖ Menghitung nilai beban statis (C_0)

$$C_0 = F_{sl} \times P$$

$$F_{sl} = 5$$

$$P = 10,02 \text{ N}$$

$$C_0 = 5 \times 10,02 = 50,1 \text{ N} = 0,0501 \text{ kN}$$

❖ Pemilihan tipe *Linear Motion Guideways*

Berdasarkan katalog dari PT Yamaha Indonesia, tipe *Linear Motion Guideways* yang tersedia yaitu tipe Hiwin HGH 25 HA dengan nilai beban statis yang dapat diampu sebesar 69,07 kN. Nilai beban statis tersebut diatas nilai beban yang bekerja yaitu 0,0501 kN sehingga aman untuk digunakan.

4.3.2 Perbandingan Waktu Proses

Estimasi waktu dilakukan untuk melihat perbedaan yang terjadi sebelum dan sesudah adanya *kaizen* perancangan mesin ini.

4.3.2.1 Rencana Waktu Mesin *Edge Trimmer*

Tujuan dari dihitungnya estimasi waktu sesudah dan sebelum ada mesin adalah agar dapat terlihat penggunaan mesin mampu atau tidak mempercepat proses *men-tori*. Estimasi waktu ini diambil dari kegiatan operator selama menggunakan mesin yang meliputi menempatkan kabinet pada meja, proses *men-tori* dan pengembalian kabinet kepada tempat. Pada gambar dibawah ini akan terlihat tahapan proses yang akan mengghilang apabila menggunakan mesin *edge trimmer*.

Tabel 4-5 Rencana Proses Mentory Menggunakan Mesin Edge Trimmer

No	Langkah Kerja	Waktu Proses (detik)
1	Pengambilan dan peletakan cabinet pada meja kerja	4
2	Pengetokan sisa baker	17
3	Pembuangan sisa baker (dipatahkan)	8
4	Pembuatan radius	15
5	Pembersihan sisa lem	14
6	Pengambilan cabinet dari meja kerja	17
	TOTAL	61,8

No	Langkah Kerja	Waktu Proses (detik)
1	Pengambilan dan peletakan cabinet pada meja kerja	4
2	Pemotongan baker dan pembuatan radius oleh mesin Edge Trimmer	10
3	Pembersihan sisa lem	14
4	Pengambilan cabinet dari meja kerja	3
5	Pembersihan sisa potongan baker	10
	TOTAL	41

Tahapan proses pengetokan, pembuangan sisa baker, pembuatan radius menggunakan mesin *hand trimmer* akan menghilang. Tahapan-tahapan tersebut

sudah digantikan dengan satu kali proses pada mesin *edge trimmer* yaitu proses *men-tori* satu tahap. Dengan tahapan yang dihilangkan tersebut, waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses akan berkurang menjadi 31 detik, yang mana sebelumnya membutuhkan waktu 61,8detik. Dengan penggunaan waktu kerja yang berkurang akan membuat pekerjaan operator menjadi lebih efisien dan efektif.



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penjelasan pada hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Dengan adanya mesin *edge trimmer* proses mentory semua kabinet bisa dilakukan di dalam satu mesin.
2. Dari simulasi yang dibuat, dapat dilihat bahwa estimasi waktu proses setelah adanya mesin *edge trimmer* akan menjadi lebih sedikit dari sebelum adanya mesin *edge trimmer* . Perbedaan waktu proses tersebut adalah 41 detik (estimasi setelah ada mesin) dan 61,8 detik (proses manual).
3. Dengan adanya mesin *edge trimmer* tingkat keamanan meningkat dikarenakan operator tidak bersentuhan langsung dengan mesin *edge trimmer*.

5.2 Saran

1. Perlu adanya pengembangan terhadap mesin *edge trimmer* agar proses mentory dapat dilakukan tanpa operator harus memegang kabinet (kabinet melengkung).
2. Perlu adanya perhitungan dahulu sebelum menentukan material yang akan dipakai. Hal ini akan memudahkan dalam penyusunan laporan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Corp, H. T. (2018). *Linear Guideway Technical Information*. Taiwan.
- Groover, M. P. (2008). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall.
- Imai, M. (1986). *Kaizen (Ky'zen): the key to Japan's competitive success*. New York: McGraw-Hill.
- Ladjamudin, A.-B. b. (2005). *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Graha Ilmu.
- Sachari, A., Sunarya, Y., & Listiyarini, I. (1999). *Modernisme: sebuah tinjauan historis desain modern*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2000). *Product design and development*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). *Product design and development*. New York: McGraw-Hill.

LAMPIRAN

Bill Of Material

BOM Edge Trimmer Fall Board				
No.	Part Name	Amount	Material / Maker	Spec.
Electical part				
1	MCCB 15 A	1 pcs	Fuji	BW32 series 3phase 15 Ampere 380 volt
2	Fuse 2A	2 pcs	Hanyoung	2 Ampere with indicator holder
3	MCB 2A	2 pcs	Schneider	single phase 2 Ampere 220 volt
4	Pilot lamp	3 pcs	Hanyoung	380 volt 5watt LED lamp (merah, kuning hijau)
5	Sign Tower 3 lamp	1 pcs	Hanyoung	three colour 220 volt LED lamp
6	Push Button 20mm (hijau)	2 pcs	Fuji	AR22 FOR
7	Push button 20mm (merah)	2 pcs	Fuji	AR22 FOR
8	emergency button 25mm	1 pcs	Fuji	AR 22V2R11R
9	magnetic contactor	2 pcs	Mitsubishi	ST-12
10	Relay plus soket	4 pcs	OMRON	MY4N 220volt DC
12	Terminal block	15 pcs	general	TR10
13	Panel box control	1 pcs	general	500x600x250 t:2mm
15	Area Sensor	1 pcs	Autonics	BWP32
16	Cable wiring motor	30 meter	supreme	diameter 4x1,5mm NYHY
17	cable wiring control	3 roll	supreme	diameter 0,75mm (merah, biru, kuning)
18	skun power dan motor	5 pcs	general	5-2,5Y
19	skun control	2 pcs	general	3-1,25Y
20	Fan	3 pcs	Sankomec	4 inch
21	Buzzer plus lamp	2 pcs	EWIG	22mm EWIG
Mechanical part				
1	Linear Motion Guide up down	8 pcs	Hiwin	HGH25CAZ0C
2	Linear Motion Rail up down	4 pcs	Hiwin	HGH25HAZ0C (1000 mm)
3	Power Feeder 3 Roda	1 unit	Comatic	AF308
7	Motor plus inverter	2 pcs	GDZ	GDZ80 High speed spindle
Machining part				
1	Main Frame	1 unit	-	Base on Design
3	Base Plate Motor	2 pcs	SS400	327x240x10mm

Datasheet Linear Motion Guideways

Model No.	Dimensions of Assembly (mm)				Dimensions of Block (mm)										Dimensions of Rail (mm)						Mounting Bolt for Rail	Basic Dynamic Load Rating	Basic Static Load Rating	Static Rated Moment			Weight							
	H	H ₁	N	W	B ₁	B	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	Mx1	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h				d	P	E	(mm)	C1(kN)	C ₀ (kN)	M _k	M _l	M _r	Block	Rail
	kgf	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	kg
HGH19CA	28	4.3	9.5	34	24	4	26	39.4	61.4	10	4.85	5.3	M4x5	6	7.95	7.7	15	15	7.5	5.3	4.5	40	20	M4x16	14.7	23.47	0.12	0.10	0.10	0.18	1.45			
HGH20CA	30	4.6	12	44	32	6	36	50.5	77.5	12.25	6	12	M5x6	8	6	6	20	17.5	9.5	8.5	6	60	20	M5x16	27.1	36.68	0.27	0.20	0.20	0.30	2.21			
HGH20HA							50	65.2	92.2	12.6																								
HGH23CA	40	5.5	12.5	48	35	6.5	35	58	84	15.7	6	12	M6x8	8	10	9	23	22	11	9	7	60	20	M6x20	34.9	52.82	0.42	0.33	0.33	0.51	3.21			
HGH23HA							50	78.6	104.6	18.5																								
HGH28CA	45	6	16	60	40	10	40	70	97.4	20.25	6	12	M8x10	8.5	9.5	13.8	28	26	14	12	9	80	20	M8x25	48.5	71.87	0.66	0.53	0.53	0.88	4.47			
HGH28HA							60	93	120.4	21.75																								
HGH33CA	55	7.5	18	70	50	10	50	80	112.4	20.6	7	12	M8x12	10.2	16	19.6	34	29	14	12	9	80	20	M8x25	64.6	93.88	1.16	0.81	0.81	1.45	6.30			
HGH33HA							72	105.8	138.2	22.5																								
HGH43CA	70	9.5	20.5	86	60	13	60	97	139.4	23	10	12.9	M10x17	16	18.5	30.5	45	38	20	17	14	105	22.5	M12x35	103.8	146.71	1.98	1.55	1.55	2.73	10.41			
HGH43HA							80	128.8	171.2	28.9																								
HGH53CA	80	13	23.5	100	75	12.5	75	117.7	166.7	27.35	11	12.9	M12x18	17.5	22	29	53	44	23	20	16	120	30	M16x45	153.2	211.23	3.69	2.64	2.64	4.17	15.08			
HGH53HA							95	155.8	204.8	36.4																								
HGH63CA	90	15	31.5	124	74	25	74	144.2	200.2	43.1	14	12.9	M16x20	25	15	63	53	26	22	18	150	38	M16x50	213.2	287.48	6.45	4.27	4.27	7.00	21.18				
HGH63HA							120	203.6	259.6	47.8																								

Note : 1 kgf = 9.81 N

Size	Resistance N (kgf)	Size	Resistance N (kgf)
HG15	1.18 [0.12]	HG35	3.04 [0.31]
HG20	1.57 [0.16]	HG45	3.83 [0.39]
HG25	1.96 [0.2]	HG55	4.61 [0.47]
HG30	2.65 [0.27]	HG65	5.79 [0.59]

Note:1kgf=9.81N

Model No.	Dimensions of Assembly (mm)				Dimensions of Block (mm)										Dimensions of Rail (mm)						Mounting Bolt for Rail	Basic Dynamic Load Rating	Basic Static Load Rating	Static Rated Moment			Weight							
	H	H ₁	N	W	B ₁	B	C	L ₁	L	K ₁	K ₂	G	Mx1	T	H ₂	H ₃	W _R	H _R	D	h				d	P	E	(mm)	C1(kN)	C ₀ (kN)	M _k	M _l	M _r	Block	Rail
	kgf	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				mm	mm	mm	mm	mm	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m	kg
WEH17CA	17	2.5	8.5	50	29	10.5	15	35	50.6	-	3.1	4.9	M4x5	6	4	3	33	18	9.3	7.5	5.3	4.5	40	15	M4x12	5.23	9.64	0.15	0.062	0.062	0.12	2.2		
WEH21CA	21	3	8.5	54	31	11.5	19	41.7	59	14.68	3.65	12	M5x6	8	4.5	4.2	37	22	11	7.5	5.3	4.5	50	15	M4x12	7.21	13.7	0.23	0.10	0.10	0.20	3.0		
WEH27CA	27	4	10	62	46	8	32	51.8	72.8	14.15	3.5	12	M6x6	10	6	5	42	24	15	7.5	5.3	4.5	60	20	M4x16	12.4	21.6	0.42	0.17	0.17	0.35	4.7		
WEH35CA	35	4	15.5	100	76	12	50	77.6	102.6	18.35	5.25	12	M8x8	13	8	6.5	69	40	19	11	9	7	80	20	M6x20	29.8	49.4	1.48	0.67	0.67	1.1	9.7		
WEH50CA	50	7.5	20	130	100	15	65	112	140	28.05	6	12.9	M10x15	19.5	12	10.5	90	60	24	14	12	9	80	20	M8x25	61.52	97.1	4.03	1.96	1.96	3.16	14.6		

Note : 1 kgf = 9.81 N

Size	Resistance N (kgf)	Size	Resistance N (kgf)	Size
WE 17	1.18 [0.12]	WE 35	3.92 [0.4]	WE 17
WE 21	1.96 [0.2]	WE 50	3.92 [0.4]	WE 21
WE 27	2.94 [0.3]			WE 27

Note:1kgf=9.81N

Note:1kgf=

