PERANCANGAN MESIN PADA PENGERJAAN *EDGE TRIMMER* DAN *RADIUS FORMER* DI PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Sad Harimas Tri Sunaryo
No. Mahasiswa : 13525049
NIRM : 2013070077

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2018

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

"Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam penulisan naskah ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi sesuai hukum yang berlaku."

Yogyakarta, 16 Maret 2018



Sad Harimas Tri Sunaryo

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN MESIN PADA PENGERJAAN *EDGE TRIMMER* DAN *RADIUS FORMER* DI PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Sad Harimas Tri Sunaryo

No. Mahasiswa : 13525049

NIRM : 2013070077

Yogyakarta, 16 Maret 2018

Dosen Pembimbing 1,	Dosen Pembimbing 2,
Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng	Santo Ajie Dhewanto, S.T., M. M

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PERANCANGAN MESIN PADA PENGERJAAN *EDGE TRIMMER* DAN *RADIUS FORMER* DI PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Sad Harimas Tri Sunaryo

No. Mahasiswa : 13525049

NIRM : 2013070077

Tim Penguji

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M. M — Ketua — Tanggal : 27/03/2018

Arif Budi Wicaksono, S.T., M. Eng — Anggota I — Tanggal : 26/03/2018

Mohammad Syah Fatahillah — Anggota II — Tanggal :

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini akan saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT yang masih senantiasa memberikan petunjuk cahaya kepada hambaNya sehingga dapat menyelesaikan proyek akhir ini.
2. Ibu yang selalu memberikan kasih sayang dan perhatiannya, menguatkanku saat lemah serta telah mendidikku hingga tumbuh dewasa.
3. Bapak yang telah lebih dahulu pulang ke Rahmatullah, tanpa pengorbananmu yang terdahulu saya bukan apa-apa.
4. Saudaraku mas Antok, mas Wawan dan mas Adiawan atas support dan nasehat yang telah diberikan.
5. Teman seperjuanganku Benny Satria Herlambang, Ashyaruddin Wahyu Yudhanto dan Muhammad Wahyu Putra Berlian dalam menyelesaikan proyek akhir ini. Terimakasih atas kerja samanya.
6. Teman-teman seangkatan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia dimana susah senang telah dilalui bersama, memberikan warna hidup, semangat, dan motivasinya.
7. Teman-teman dekat Muhamad Nuh Febrian, Rizki Dwi Atmaja, Ulil Fawaaid, Aryo Satrio Nugroho, Moch Fadilla Sepriyansah, Ahmad Faza Farkhani, Pratama Udayana Prasetya, Mariza Rahmi, Nurhikmah, Fikrinisa, Lutfi Reza Dinata, Wisnu Cahyo Purnomo, Prasetyo Dwi Febriyanto, Risky Suparyanto dan teman lainnya yang telah memberikan canda tawanya sebagai penghibur.

HALAMAN MOTTO

"KALAU SUSAH MEMIKIRKAN JALAN KELUAR

DARI MASALAH

KEMBALILAH KE JALAN MASUK,

KARENA

MAU GAGAL MAU SUKSES

ITU TIDAK PENTING YANG PENTING

BERHASIL"

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamualaikum wa rahmatullahi wa barakatuhu.

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji hanya milik Allah SWT. Hanya dengan limpahan rahmat, nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir beserta Laporan Tugas Akhir dengan judul "Perancangan Mesin Pengerjaan *Edge Trimmer* dan *Radius Former*" di PT. YAMAHA INDONESIA. Laporan ini disusun guna memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia.

Pelaksanaan dan Penyusunan Laporan Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tak lepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan kesehatan dan rahmat-Nya selama penulis melaksanakan Tugas Akhir.
2. Nabi Muhammad SAW yang selalu memotivasi melalui peninggalan berupa Al-Hadist yang selalu penulis baca sehingga memicu semangat.
3. Alm. Bapak Teguh Sunaryo dan Ibu Tri Mugiarti tercinta atas semua nasihat, dukungan, pengorbanan dan doa yang diberikan.
4. Kakak saya Jostrianto Exposto Timor, Rachmat Dwi Setyawan, dan Ramlan Adiawan Widakdo yang telah memberikan dorongan semangat.
5. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M. Eng. SC selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M. Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberi banyak bantuan saran kepada penulis agar dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia.

8. Bapak Santo Ajie Dhewanto, S. T., M. M selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberi banyak bantuan saran kepada penulis agar dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia.
9. Bapak H. Samsuddin Selaku Wakil Presiden Direktur PT. Yamaha Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia.
10. Bapak Slamet selaku Manager Departement Production Engineering PT. Yamaha Indonesia.
11. Bapak Mohammad Syah Fatahillah, Yusuf, Syaiful, Panji Viktory dan Zainurip selaku Pembimbing Lapangan di PT. Yamaha Indonesia, yang telah membimbing, memberikan informasi, ilmu pengetahuan dan pengalaman yang sangat berguna bagi penulis dalam melaksanakan Tugas Akhir.
12. Taufik, Satria, Rahmat Nafi'an, Heksan dan Nita selaku karyawan Production Engineering PT. Yamaha Indonesia yang telah memberi pengetahuan dilapangan.
13. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Namun penulis menyadari ini bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang bersifat membangun masih sangat penulis harapkan untuk kemajuan di kemudian hari.

Billahitaufiq walhidayah,
Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuhu.

Yogyakarta, 16 Maret 2018

Penulis,

Sad Harimas Tri Sunaryo

ABSTRAK

Perancangan Mesin Pengerjaan *Edge Trimmer* dan *Radius Former* di PT. Yamaha Indonesia

Oleh

Sad Harimas Tri Sunaryo

13525049

Perancangan mesin pengerjaan edge trimmer dan radius former ini dilakukan di PT. Yamaha Indonesia, dimana perusahaan ini bergerak dibidang pembuatan produk piano dengan model Grand Piano dan Up right Piano. Tujuan perancangan mesin ini untuk mengubah pengerjaan yang masih manual menjadi sebuah alat yang menerapkan sistem pendukung didalamnya. Kedua proses pengerjaan (edge trimmer dan radius former) saat ini di PT. Yamaha Indonesia masih manual dengan mengandalkan kedua operator yang mempunyai fungsi membalikkan kabinet dan melakukan proses menggunakan hand tools. Dengan adanya kaizen di Perusahaan ini perlu perancangan suatu mesin untuk menjadikan proses manual menjadi semi otomatis dengan menerapkan sistem pneumatik didalamnya. Sistem pneumatik ini berfungsi mendorong head agar dapat bergerak maju maupun mundur dengan adanya air cylinder pneumatic, maka diperlukan perhitungan air cylinder pneumatic. Perhitungan air cylinder ini dengan mengetahui gaya berat pada satu head sebesar 2881,197 N, kemudian menentukan gaya gesek yang berada pada LM guide sebesar 4,322 N. Perusahaan umumnya menggunakan tekanan kompresor sebesar 6 bar atau 600.000 $^{N}/_{m^2}$. Maka, dengan menggunakan persamaan didapatkan diameter piston 3,028 mm. Penentuan air cylinder mengacu pada besar diameter piston agar dapat menghasilkan gaya dorong yang lebih besar dari gaya berat head. Didapatkan suatu diameter piston sebesar 100 mm dengan menggunakan suatu persamaan dan terdapat pada sebuah katalog SMC Pneumatic. Adanya penentuan air cylinder ini untuk mempertimbangkan keamanan dan keawetan sistem pendukung sehingga pengimplementasian sistem pneumatik didalam perancangan ini membantu pengerjaan kedua proses, menjaga keamanan dan keawetan sistem pendukung mesin ini.

***Kata kunci** : edge trimmer, radius former, kaizen, sistem pneumatik*

ABSTRACT

Machining Design of Edge Trimmer and Radius Former at PT. Yamaha Indonesia

By
Sad Harimas Tri Sunaryo
13525049

Machining design of edge trimmer and radius former is done in PT. Yamaha Indonesi. This company runs in manufacturing product of piano such as Grand piano and Up right piano. The purpose of designing this machine is to change the manual processing that becomes a tool that implementing the support system. Both machining processes (edge trimmer and radius former) currently at PT. Yamaha Indonesia still rely on manual with both carriers which have the function to reverse the cabinet and perform process using hand tools. Because of the use of kaizen in the company, it needs to design a machine to make a manual process into a semi-automatic pneumatic system by applying Pneumatic system. Pneumatic system could be functioned to push the head so it can move forward or backward with the air cylinder pneumatic, then it is needed to calculated air cylinder pneumatic. The air cylinder can be calculated from the gravity of 2881,197 N, and the friction of LM guide of 4,322 N. Companies generally use the compressor pressure of 6 bar or 600.000 $^{N}/_{m^2}$. Then use of the equation is based on piston diameter 3,028 mm. Determination of air cylinder refers to the diameter of the piston in order to produce thrust that is greater than head gravity. A piston of diameter 100 mm uses an equation and found at a SMC Pneumatic catalogue. This air cylinder parameter is to consider the safety and durability of a support system so that implementation of pneumatic system can help to support both work processes and maintain the engine support system.

Keywords: *edge trimmer, radius formers, kaizen, pneumatic systems*

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Pernyataan Bebas Plagiarisme ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji iv
Halaman Persembahan v
Halaman Motto vi
Kata Pengantar vii
Abstrak ix
Abstract x
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiii
Daftar Gambar xiv
Daftar Notasi xv
Bab 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Perancangan 2
1.5 Manfaat 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 Desain Produk 5
2.2.2 Software Solidworks 6
2.2.3 Sistem Pneumatik 6
2.2.4 Anthropometri 7
2.2.5 Ergonomi 7
2.2.6 Kaizen 8
2.2.7 Menentukan *Air Cylinder* 12

Bab 3 METODE PENELITIAN 14
3.1 Alur Perancangan *Mesin Edge Trimmer dan Radius Former* 14
3.2 Observasi Lapangan dan Pengumpulan Data 15
3.3 Alur Proses Kabinet *Top Board Rear* Diproses 17
3.3.1 Kabinet *Top Board Rear Grand Piano* Sebelum Diproses 17
3.3.2 Proses Coak Sisi Samping Lurus Kabinet *Top Board Rear* 18
3.3.3 Memasukkan Potongan Split Kayu Pinus 18
3.3.4 Proses NC *Machining* 19
3.3.5 Pengeleman dan Penge*press*an *Backer* Pada Sisi (Melengkung) ... 20
3.3.6 Proses Kerja *Edge Trimmer* Sisi *Radius* Kabinet 20
3.3.7 Pengeleman dan Penge*press*an *Backer* Pada Sisi Lurus 21
3.3.8 Proses *Edge Trimmer* Sisi Lurus 21
3.3.9 Proses *Mentory* / *Radius Former* Semua Sisi Kabinet 22
3.3.10 Proses Coak Sisi Lurus Kabinet Setelah Pemberian *Backer* 23
3.3.11 Proses *Radius Former* pada Coak Hasil Mesin NC 23
3.3.12 Perhitungan Waktu Proses *Edge Trimmer* dan *Radius Former* 24
3.4 Konsep Rancangan Mesin *Edge Trimmer* dan *Radius Former* 25
3.5 Sistem Mesin Proses *Edge Trimmer* dan *Radius Former* 26
Bab 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 27
4.1 Perancangan Mesin *Proses Edge Trimmer dan Radius Former* 27
4.1.1 Diskusi Pertama pada Perancangan Alat Bantu *Hand Tools* 27
4.1.2 Diskusi Kedua pada Perancangan Alat Bantu *Hand Tools* 28
4.1.3 Diskusi Ketiga pada Perancangan Alat Bantu *Hand Tools* 29
4.1.4 Diskusi Keempat pada Perancangan Mesin 30
4.1.5 Diskusi Kelima pada Perancangan Mesin 31
4.2 Menentukan *Air Cylinder* 32
Bab 5 PENUTUP 40
5.1 Kesimpulan 40
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya 40
DAFTAR PUSTAKA 41
LAMPIRAN 42

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Perhitungan Waktu Proses *Edge Trimmer* 24
Tabel 3-2 Perhitungan Waktu Proses *Radius Former / Mentory* 25
Tabel 4-1 Tabel Material Head Trimmer 33
Tabel 4-2 Koefisien Gesek 33
Tabel 4-3 Diameter piston dan batas maksimal pembebanan 36
Tabel 4-4 Perbandingan Waktu *Before* dan *After* Proses *Edge Trimmer* dan *Radius Former* 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Kabinet *Top Board Rear* 4
Gambar 2-2 Desain *Software Solidworks* 6
Gambar 2-3 Sistem Pneumatik 7
Gambar 2-4 Siklus PDCA 9
Gambar 2-5 Siklus SDCA 10
Gambar 2-6 Konsep 3M (*Muda, Mura, Muri*) 11
Gambar 2-7 Gaya-gaya yang bekerja pada *Head Trimmer* 12
Gambar 3-1 Alur Proses Rancangan 14
Gambar 3-2 Dimensi Kabinet *Top Board Rear Grand Piano* 15
Gambar 3-3 *Lay Out* Tempat Proses Kerja 16
Gambar 3-4 Dimensi Kabinet Top Board Rear Sebelum Diproses 17
Gambar 3-5 Mesin Coak Sisi Lurus *Top Board Rear* 18
Gambar 3-6 Proses Memasukkan Potongan Kayu Pinus 18
Gambar 3-7 Membentuk Kabinet *Top Board Rear* dengan *NC Machining* 19
Gambar 3-8 Pengeleman dan Penge*press*an *Backer* Sisi *Radius* Kabinet 20
Gambar 3-9 *Backer* Sebelum dan Sesudah Proses Tumbuk 21
Gambar 3-10 Mesin *Edge Trimmer* Sisi Lurus Kabinet Besar 22
Gambar 3-11 Proses *Mentory/Radius Former* 22
Gambar 3-12 Coak Mesin NC Setelah Pemberian *Backer* 23
Gambar 3-13 Hasil Proses *Radius Former* pada Coak Hasil Mesin NC 23
Gambar 4-1 Konsep Perancangan Pertama 27
Gambar 4-2 Konsep Perancangan Kedua 28
Gambar 4-3 Opsi-Opsi Konsep Perancangan Ketiga 29
Gambar 4-4 Opsi 1 Konsep Perancangan Mesin 30
Gambar 4-5 Opsi 2 Konsep Perancangan Mesin 30
Gambar 4-6 Perancangan Mesin *Edge Trimmer* dan *Radius Former* 31
Gambar 4-7 Letak dan Fungsi *Air Cylinder* 32
Gambar 4-8 Katalog SMC Pneumatik 35
Gambar 4-9 Dimensi Terluar *Air Cylinder* 37
Gambar 4-10 Komponen Sistem Pneumatik *Edge Trimmer* dan *Radius Former* 39

DAFTAR NOTASI

μ_s = Koefisien gesek

f_s = Gaya gesek (N)

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kayu merupakan material yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan alat musik seperti pada gitar, piano, biola dan lain-lain. Kegiatan seni musik sendiri di Indonesia terus berkembang dengan pesat diiringi berbagai inovasi pada alat musiknya. Industri musik terkenal dan industri musik rumah tangga di Indonesia yang menghasilkan jenis-jenis alat musik tersebut di atas masih menggunakan kayu seperti pinus, mahoni, nyahtoh, dan lain-lain sebagai bahan baku utama.

PT. Yamaha Indonesia merupakan Perusahaan yang mampu menghasilkan produk alat musik salah satunya piano. Aspek utama dalam menghasilkan piano yang berkualitas dan penampilan yang terbaik yakni dengan memiliki kemampuan tinggi terhadap teknologi dan material-material dasar pilihan. PT. Yamaha Indonesia memperoleh penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001 membuktikan perhatian yang besar terhadap kualitas sistem produksi terbaik yang sejalan dengan keamanan lingkungan.

Piano terdiri atas beberapa bagian penyusunnya (kabinet), salah satu bagian penyusunnya adalah kabinet *Top Board Rear*. Untuk proses produksi pada kabinet ini melalui beberapa langkah proses. Namun, perlu diperhatikan pada langkah proses *edge trimmer* dan *radius former* pada kabinet ini. Proses *edge trimmer* merupakan proses menghilangkan kelebihan *backer* yang tidak menempel pada kabinet sedangkan proses *radius former* merupakan proses kelanjutan setelah proses *edge trimmer* dengan membentuk *radius (fillet)* pada sisi kabinet yang berbentuk siku setelah proses *edge trimmer*. Namun, terdapat dua sisi permukaan (atas dan bawah) yang akan di proses pada kabinet ini sehingga pada saat ini operator perlu membalik kabinet agar sisi permukaan atas dan bawah dapat dilalui oleh langkah proses *edge trimmer* dan *radius former*.

Dengan memperhatikan proses *edge trimmer* dan *radius former*, perlu adanya perancangan sistem mekanis pada proses *edge trimmer* dan *radius former*. Dengan menggabungkan kedua proses tersebut dan merancang sistem mekanisnya,

sehingga kedua sisi permukaan kabinet dapat dikerjakan secara bersamaan, maka akan menghasilkan *output* dimana proses membolak-balik kabinet tidak perlu dilakukan, menyingkat proses pengerjaan *edge trimmer* dan *radius former* karena dari dua proses menjadi satu proses, dan mengurangi beban kerja operator.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang berkaitan dengan desain produk ini adalah :

1. Bagaimana meringkas pengerjaan dua proses (*edge trimmer* dan *radius former*) menjadi satu proses dengan satu mesin?
2. Bagaimana mengurangi jumlah operator pada kedua proses ini?
3. Bagaimana menghilangkan langkah membalik kabinet pada kedua proses?
4. Bagaimana menentukan silinder pneumatik agar *output* gaya dorong silinder pneumatik dapat mendorong *head edge trimmer* dan *radius former*?

1.3 Batasan Masalah

Dalam merancang sebuah mesin diperlukan beberapa batasan, antara lain :

1. Perancangan mesin menggunakan *software Solidworks.*
2. Pembuatan sebuah alat hanya sebatas perancangan, tidak sampai pada proses produksi pembuatan alat.
3. Penelitian hanya difokuskan pada proses penghilangan *backer* dan membuat radius.
4. Hanya menghitung diameter piston pada silinder pneumatik.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan Tugas Akhir ini adalah :

1. Merancang mesin yang memiliki dua *head* agar dapat mengerjakan proses *edge trimmer* dan *radius former*.
2. Mengimplementasikan sistem pneumatik pada langkah proses *edge trimmer* dan *radius former*.

1.5 Manfaat Perancangan

Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat diantaranya :

1. Mampu menggabungkan dua proses *edge trimmer* dan *radius former* menjadi satu mesin.
2. Menghilangkan berpindah-pindahnya proses dari satu tempat ketempat lain.
3. Menghilangkan langkah membalikkan kabinet.

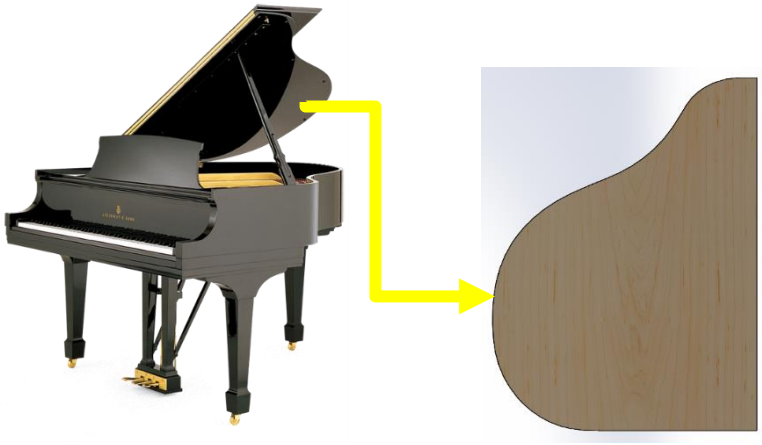
1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian, yang bertujuan memudahkan dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab yaitu :

1. Bab I berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat perancangan serta sistematika penulisan laporan.
2. Bab II berisi penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemecahan masalah melingkupi kajian pustaka dan landasan teori.
3. Bab III berisikan penjelasan tentang langkah-langkah dan metode yang digunakan meliputi alur perancangan yang dilengkapi dengan diagram alir, alat dan bahan yang digunakan, petunjuk kerja.
4. Bab IV berisikan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan meliputi penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam perancangan ini dan pembahasannya.
5. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan perancangan ini.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka



Gambar 2-1 Kabinet *Top Board Rear*

Dalam sebuah alat musik piano dengan tipe *Grand Piano* terdapat kabinet *top board rear*. Dimana dalam memproses kabinet *top board rear* terdapat dua proses produksi dalam pengerjaannya sesuai dengan pengamatan yakni proses *edge trimmer* dan *radius former*. Proses *edge trimmer* merupakan proses dimana dalam kabinet *top board rear* terdapat *backer* yang menempel pada sisi tepi dari kabinet dengan mematahkan *backer* yang berlebihan sehingga proses selanjutnya dapat dijalankan. Kemudian selanjutnya merupakan proses *radius former* dimana setelah penghilangan *backer* dilakukan terdapat sisi kabinet yang permukaan tajam dengan proses *radius former* pada sisi permukaan yang tajam tersebut akan dibentuk sudut *radius* dengan tujuan agar menghaluskan sisi tajam dan pada saat proses *painting* tidak ada cat yang masuk dalam sela-sela *backer* karena setelah proses *radius former* tidak ada celah dalam sisi *radius*nya.

Penghilangan *backer* pada saat proses *edge trimmer* dengan memukul *backer* yang menonjol pada kabinet dengan alat bantu pemukul yang terbuat dari bahan kayu sehingga ketika dipukul yang pecah adalah *backer*nya tanpa merusak sisi kabinetnya. Setelah dipukul patahan *backer* sisa tersebut dibuang dan dilakukan proses *nomi* (pahat) dimana fungsi pemahatan disini untuk

menghaluskan permukaan akibat pematahan *backer* dengan dipukul menyebabkan sisa *backer* yang masih terdapat pada sisi kabinet ketinggiannya berbeda – beda. Perataan dengan *nomi* tersebut dilakukan agar proses *radius former* lebih mudah dalam pembentukan *radius*nya dengan mengunakan sebuah alat *trimmer* dengan mata pahat yang dapat membuat bentuk *radius*. Pengerjaan proses *edge trimmer* dan *radius former* diperlukan 2 orang untuk dapat membantu proses membalikkan kabinet karena proses tersebut hanya untuk sisi permukaan bagian atas dan kemudian dibalik kabinetnya untuk di proses yang sama sehingga sisi permukaan kabinet *top board rear* atas dan bawah hasilnya sama.

Dengan pengamatan yang telah dilakukan dan terdapat *kaizen* pada kedua proses tersebut penulis merancang sebuah mesin yang dapat memproses kabinet *top board rear* pada piano tipe *grand piano* dengan proses *edge trimmer* dan *radius former* dengan menggabungkan kedua proses tersebut dan tanpa membalikkan kabinet pada kedua proses tersebut.

2.2 Dasar Teori

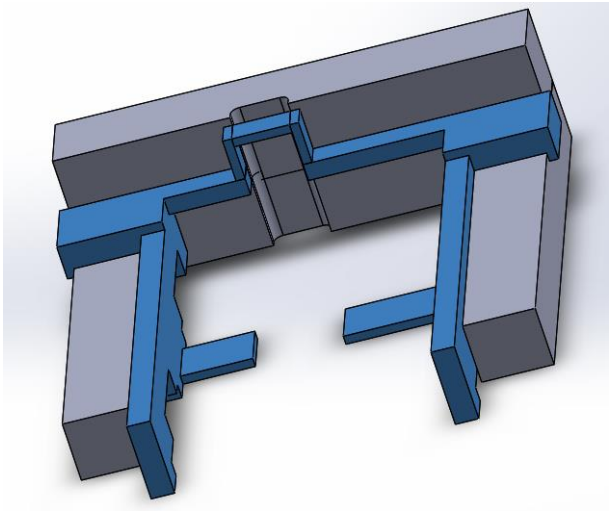
2.2.1 Desain Produk

Desain produk dapat diartikan sebagai salah satu aktivitas luas dari inovasi dan teknologi yang digagaskan, dibuat, dipertukarkan (melalui transaksi jual-beli) dan fungsional. Produk merupakan hasil kreativitas budi-daya (*man-made object*) manusia yang diwujudkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, yang memerlukan perencanaan, perancangan maupun pengembangan produk, yaitu mulai dari tahap menggali ide atau gagasan, dilanjutkan dengan tahapan pengembangan, konsep perancangan, sistem dan detail, pembuatan *prototype* dan proses produksi, evaluasi, dan berakhir dengan tahap pendistribusian. Jadi, dapat disimpulkan desain produk seslalu berkaitan dengan pengembangan ide dan gagasan, pengembangan teknik, proses produksi serta peningkatan pasar (Luthfianto & Siswiyanti, 2008).

2.2.2 Software Solidworks

Solidworks merupakan salah satu *Software* CAD yang dibuat oleh *Dassault Systemes* digunakan untuk merancang *part* permesinan atau susunan *part* permesinan yang berupa *assemblying* dengan tampilan 3D untuk mempresentasikan *part* sebelumnya *real part* nya dibuat atau tampilan 2D (*Drawing*) untuk gambar proses permesinan (Yusuf, 2011).

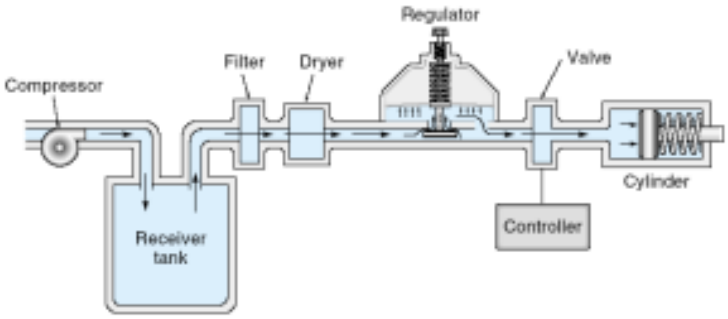
Dalam perancangan sebuah permesinan yang dilakukan oleh penulis dengan menggunakan *Solidworks* 2016. Dengan perkembangan yang pesat seseorang dituntut harus *update* terhadap teknologi dalam hal ini yakni *software* untuk desain. Disamping itu, di PT. Yamaha Indonesia telah menggunakan *Solidworks* 2016 sehingga agar interaksi untuk pendistribusian desain ke karyawan PT. Yamaha Indonesia lebih mudah maka penulis menggunakan *Solidworks* 2016 juga.



Gambar 2-2 Desain *Software Solidworks*

2.2.3 Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik adalah sebuah teknologi yang memanfaatkan udara terkompresi untuk menghasilkan efek gerakan mekanis. Karena menggunakan udara terkompresi, maka sistem pneumatik tidak dapat dipisahkan dengan kompresor, sebuah alat yang berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan tertentu (Al Antoni Akhmad ST, 2009).



Gambar 2-3 Sistem Pneumatik

Sumber : Sofian Riyaldi (2015)

2.2.4 Anthropometri

Istilah *anthropometri* berasal dari kata "*anthro*" yang berarti manusia dan "*metri*" yang berarti ukuran. Secara definisi *anthropometri* adalah studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. *Anthropometri* berperan penting dalam bidang perancangan industri, perancangan pakaian, ergonomi, dan arsitektur. *Anthropometri* dengan karakteristik fisik tubuh manusia, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain (Iwan A. Soenandi, 2013).

2.2.5 Ergonomi

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu "*Ergon*" dan "*Nomos*" dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, dirumah, dan tempat rekreasi. Di dalam ergonomi dibutuhkan studi tentang ergonomi dimana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Ergonomi disebut juga sebagai "*Human Factor*". Ergonomi juga digunakan oleh berbagai macam ahli atau profesional pada bidangnya masing-masing, misalnya seperti: ahli anatomi,

arsitektur, perancangan produk ergonomi, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi dan teknik ergonomi (Agung Kristanto, 2011).

2.2.6 Kaizen

Dalam Bahasa jepang, *kaizen* berarti perbaikan berkesinambungan. Istilah ini mencakup pengertian perbaikan yang melibatkan semua manajer dan karyawan dan melibatkan biaya dalam jumlah tak seberapa. filsafat *kaizen* berpandangan pada kehidupan dan lingkungan kerja dimana adanya upaya perbaikan terus – menerus. *Kaizen* merupakan sifat perbaikan yang kecil dan berangsur, namun akan membawa dampak besar dengan seiiringnya berjalannya waktu.

A. Konsep Utama *Kaizen*

Manajemen harus belajar untuk menerapkan konsep dan sistem yang mendasar tertentu dalam rangka mewujudkan strategi *kaizen* (Imai, 1999) :

1. *Kaizen* dan Manajemen

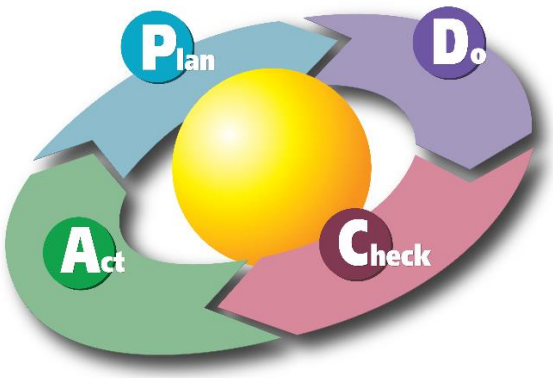
   Manajemen mempunyai dua fungsi utama yakni pemeliharaan dan perbaikan. Pemeliharaan merupakan suatu aktivitas dimana seseorang memeriksa dan memelihara teknologi, sistem manajerial, standar operasional, dan kedisiplinan dengan mematuhi prosedur pengoperasian standar (*standard operational procedure* - SOP). Sedangkan perbaikan, berkaitan dengan aktivitas yang diarahkan pada peningkatan standar dengan mengutamakan K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja).

2. Proses dan Hasil

   Kaizen menekan pola pikir berorientasi proses, karena proses harus disempurnakan agara hasil dapat meningkat. Kegagalan mencapai yang direncanakan merupakan cermin dari kegagalan proses. Manajemen harus menemukan dan mengenali serta memperbaiki kesalahan pada proses tersebut. *Kaizen* berfokus pada upaya manusia - suatu orientasi yang sangat berbeda dengan orientasi hasil yang diterapkan.

3. Siklus PDCA / SDCA

Langkah pertama dalam *kaizen* adalah menerapkan siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) untuk menjamin terlaksananya kesinambungan dari *kaizen* guna mewujudkan kebijakan untuk memelihara dan memperbaiki/meningkatkan standar. Pada dapat dilihat bahwa, siklus ini merupakan konsep yang terpenting dari proses *kaizen*.

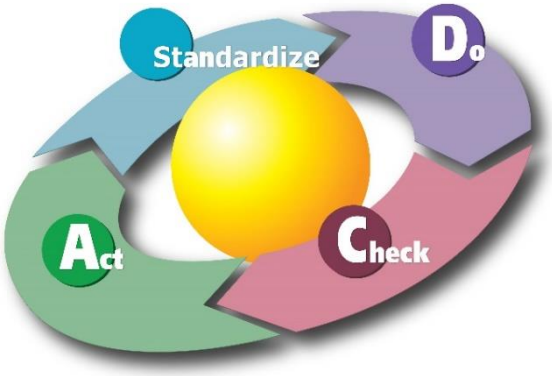


Gambar 2-4 Siklus PDCA

Sumber : *Kaizen The key to Japan's Competitive Success*, Masaaki Imai

Siklus PDCA berputar secara berkesinambungan, segera setelah suatu perbaikan dicapai keadaan perbaikan tersebut dapat memberikan inspirasi untuk perbaikan selanjutnya. Karena karyawan umumnya lebih suka dengan kemampuan dan mereka jarang memiliki prakarsa sendiri untuk meningkatkan keadaan, manajemen harus secara terus – menerus merumuskan sasaran dan target perbaikan yang memberikan tantangan.

Pada awalnya , setiap proses kerja baru belum cukup stabil. Sebelum kita mngerjakan siklus PDCA berikutnya, proses tersebut harus distabilkan melalui siklus SDCA (*Standardiza-Do-Check-Act*) seperti pada gambar



Gambar 2-5 Siklus SDCA

Sumber : *Kaizen The key to Japan's Competitive Success*, Masaaki Imai

4. Mengutamakan kualitas

   Tujuan utama dari kualitas, biaya, dan penyerahan (QCD) adalah menempatkan kualitas pada prioritas tertinggi. Tidak jadi soal bagaimana menariknya harga dan penyerahan yang ditawarkan pada konsumen, perusahaan tidak akan mampu bersaing jika kualitas produk dan pelayanannya tidak memadai.

5. Berbicara dengan data

   Kaizen adalah proses pemecahan masalah. Agar suatu masalah dapat dipahami secara benar dan dipecahkan, masalah itu harus ditemukan dan dikenali untuk kemudian data yang relevan dikumpulkan serta ditelaah. Mencoba menyelesaikan masalah tanpa data adalah pemecahan masalah berdasarkan selera dan perasaan suatu pendekatan yang tidak ilmiah dan tidak objektif.

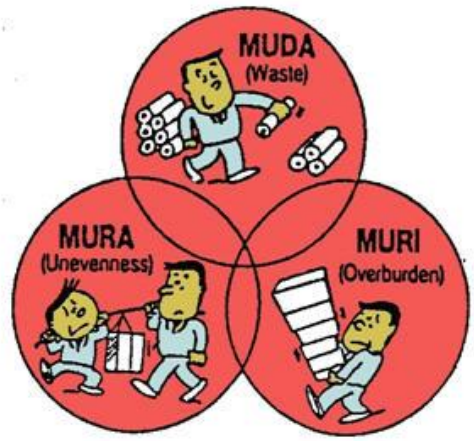
6. Konsumen

   Kebanyakan orang dalam bekerja selelu berhubungan dengan konsumen internal. Kenyataan ini hendaknya dipakai sebagai dasar komitmen untuk tidak pernah meneruskan produk cacat ataupun butiran informasi yang salah kepada proses berikutnya. Bila semua orang didalam perusahaan, mempraktekkan aksioma ini, konsumen yang sesungguhnya konsumen eksternal di pasar dapat dipastikan akan

menerima produk atau jasa layanan berkualitas tinggi sebagai akibatnya.

B. Mengurangi Muri dan Menghilangkan Muda

Muri merupakan arti dari beban yang berlebihan / beban yang tidak masuk akal. Dalam mencapai target suatu produksi diperlukan adanya pembagian tugas yang merata antar orang/bagian kerja. Apabila pembagian beban kerja tiap orang berbeda / beban kerja antara bagian satu dengan bagian lain berbeda akan menyebabkan berkurangnya produktifitas dan akan menciptakan kondisi kerja yang tidak kondusif. Sedangkan *Muda* merupakan arti dari pemborosan, seberapa banyak material sisa proses produksi yang menjadi sampah yang tidak dapat didaur ulang dan akan dibuang maka akan menjadi sebuah pemborosan material sisa yang dibuang. Dengan demikian maka perlunya mengurangi *Muri* dengan menggunakan atau menciptakan sebuah mesin agar dapat mengurangi beban kerja tiap orang ataupun bagian kerjanya dan menghilangkan *Muda* untuk menekan *cost* yang berlebihan dengan mengurangi bahan yang akan dipakai untuk diproses agar ketika sebuah benda kerja diproses tidak menimbulkan sisa material yang akan dibuang serta jika pemborosan dikurangi maka *cost* yang dikeluarkan semakin kecil.



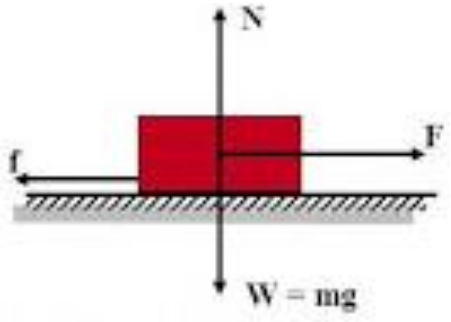
Gambar 2-6 Konsep 3M (*Muda, Mura, Muri*)

Sumber : Darmawan Aji (2012)

2.2.7 Menentukan *Air Cylinder*

Terdapat tahapan-tahapan untuk menentukan *air cylinder* yang akan digunakan untuk mendorong *head trimmer*, Berikut tahapannya :

1. Adapun awal yang harus dilakukan ialah mengetahui arah gaya-gaya yang bekerja pada *head trimmer* dengan persamaan sebagai berikut :



Gambar 2-7 Gaya-gaya yang bekerja pada *Head Trimmer*

Dimana :

F = Gaya Dorong (N)
f = Gaya gesekan (N)
N = Gaya normal (N)
W = m.g = Gaya berat (N)

Setelah mengetahui arah gaya-gaya yang bekerja, hitung gaya normal *head trimmer* dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$N = W \quad (2.1)$$
$$N = m \times g$$

Dimana :

m = Massa (kg)
g = Gaya gravitasi ($^{m}/_{s^2}$)

2. Selanjutnya, dari gaya normal dikali dengan koefisien gesek untuk mencari gaya gesek pada *LM Guide*,berikut persamaannya :

$$f_s = N \; x \; \mu_s \quad (2.2)$$

Dimana :

f_s = Gaya gesek (N)

N = Gaya normal (N)

μ_s = Koefisien gesek

3. Apabila telah diketahui gaya geseknya, mencari diameter piston silinder pneumatik dengan persamaan sebagai berikut :

$$F = P_{kompressor} \times A_{silinder} \quad (2.3)$$

$$A_{silinder} = \frac{F}{P_{kompressor}}$$

$$\frac{1}{4}\pi D^2 = \frac{F}{P_{kompressor}}$$

$$D^2 = \frac{F}{P_{kompressor}\ x\ \frac{1}{4}\ \pi}$$

Dimana :

D = Diameter piston (m^2)

$P_{kompressor}$ = Tekanan dari kompressor pusat perusahaan (N/m^2)

4. Dengan diketahuinya diameter piston pada *air cylinder*, sehingga gaya dorong maju dan mundur *air cylinder* dapat diketahui melalui pemilihan diameter piston yang akan digunakan untuk dapat menggerakkan *head trimmer* dengan persamaan sebagai berikut:

   a. Gaya dorong maju *air cylinder double acting*

$$F = \frac{(D^2)\ x\ \pi\ x\ P_{kompressor}}{4} \quad (2.4)$$

   b. Gaya dorong mundur *air cylinder double acting*

$$F = \frac{(D^2 - d^2)\ x\ \pi\ x\ P_{kompressor}}{4} \quad (2.5)$$

Dimana :

F = Gaya dorong *air cylinder* (N)

D = Diameter piston *air cylinder* (m)

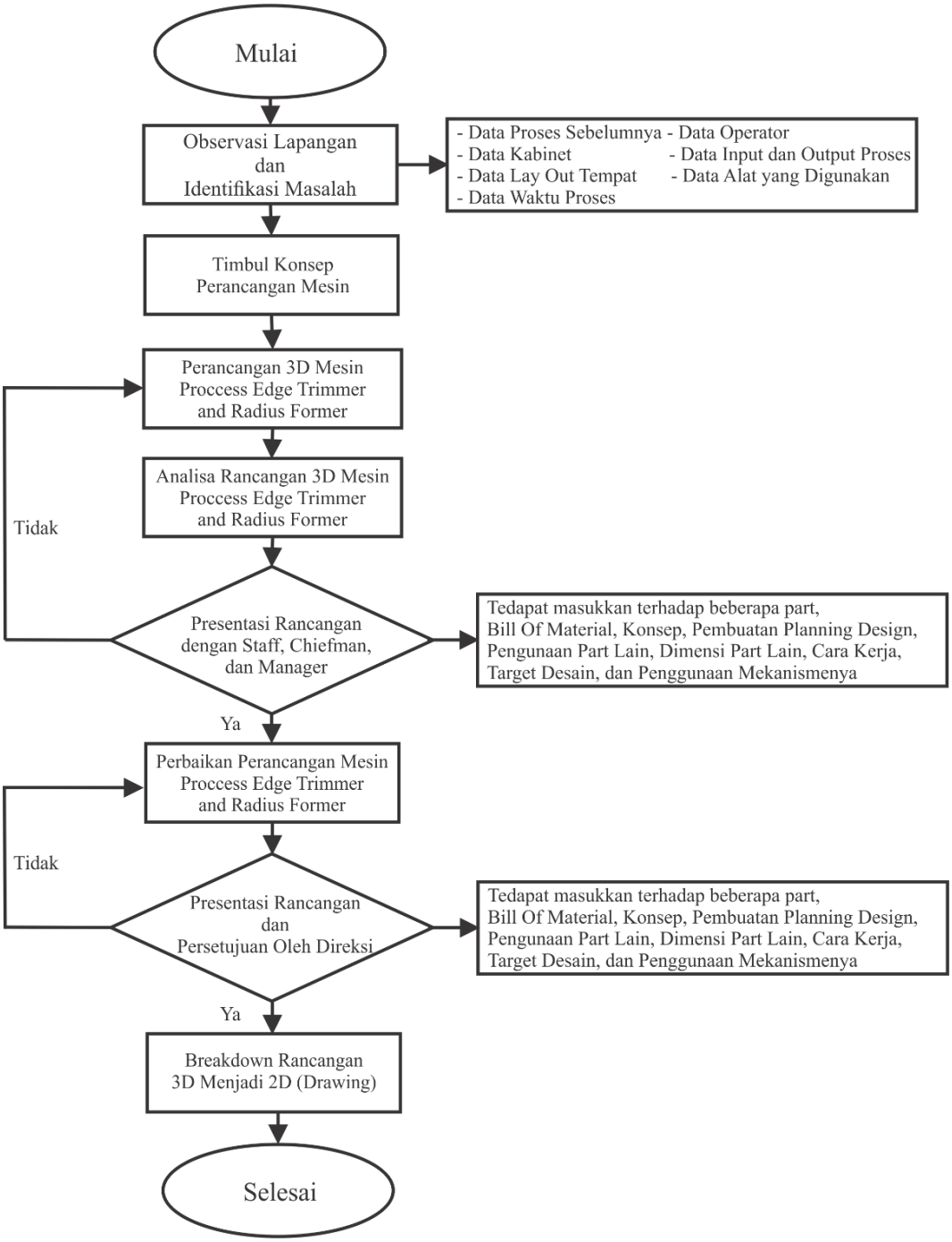
d = Diameter batang piston (*piston rod*) (m)

$P_{kompressor}$ = Tekanan dari kompressor pusat perusahaan (N/m^2)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Perancangan *Mesin Edge Trimmer dan Radius Former*



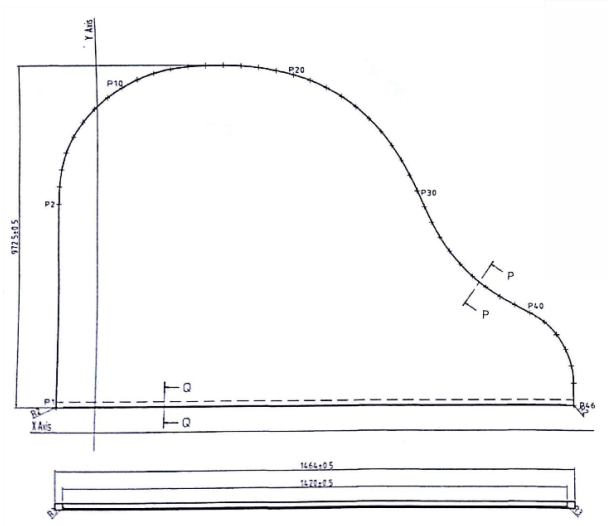
Gambar 3-1 Alur Proses Rancangan

3.2 Observasi Lapangan dan Pengumpulan Data

1. Data Kabinet

   Dimensi Kabinet Top Board Rear :

   a. Panjang : 1464 ± 0,5 mm
   b. Lebar : 972,5 ± 0,5 mm
   c. Tebal : 20,4 mm



Gambar 3-2 Dimensi Kabinet *Top Board Rear Grand Piano*

2. Data Proses Sebelumnya

   Proses sebelumnya yang diamati oleh Penulis yang menjadi topik Tugas Akhir meliputi proses *Edge Trimmer dan Radius Former*. Proses *Edge Trimmer* merupakan proses dimana oprator melakukan kegiatan untuk menghilangkan backer dengan cara memukul dengan papan tebal sehingga *backer* patah kemudian mengambil patahan dan membuangnya serta memahat sisa *backer* yang masih menempel dan tidak bisa diambil menggunakan tangan dengan alat *Nomi* (pahat) maka dapat merapikan sisa *backer* yang menempel pada kabinet. Setelah proses menghilangkan *backer* sisi atas kemudian operator membalikkan kabinet sehingga sisi kabinet bawah dapat diproses juga, proses diatas berlaku untuk sisi samping yang berbetuk melengkung.

   Setelah *backer* sisi samping lurus ditempeli oleh *backer* kemudian kabinet-kabinet dibawa oleh operator menuju mesin yang dapat

menghilangkan *backer* ditempat yang berbeda dengan proses penghilangan *backer* sisi samping yang melengkung. Proses untuk menghilangkan *backer* sisi samping kabinet yang berbentuk lurus atau kabinet yang berdimensi besar namun sisi lurus tidak ada sisi yang melengkung memang sudah ada dan beroperasi sampai sekarang namun mesin tersebut mempunyai keterbatasan. Sisi kabinet-kabinet yang telah diproses dengan mesin *Edge Trimmer* akan masuk ke tahap proses *mentory / Radius Former*. Proses ini merupakan proses dimana sisi samping kabinet yang berbetuk siku akan diproses sehingga membentuk radius sebesar 2 mm. Proses ini sama seperti proses *Edge Trimmer* sebelumnya dengan membalikkan kabinet agar kedua sisi atas dan bawah kabinet dapat terproses namun proses *radius former* ini memerlukan dua operator dengan satu operator me*mentory* dan satunya membalikkan kabinet.

3. Data *Lay Out* Tempat



Gambar 3-3 *Lay Out* Tempat Proses Kerja

4. Data Karyawan Bagian *Top Board* di *Wood Working*

Data Karyawan pada bagian *Top Board* di *Wood Working* terdapat 4 orang operator yang terdiri 1 KK/WKK dan 3 Operator. Masing-masing Operator bertanggungjawab atas mesin yang operator gunakan. Sedangkan KK/WKK bertugas memimpin satu bagian mengenai target produksi, waktu produksi, alur produksi, dan mengontrol semua mesin yang digunakan. Terkadang jabatan KK/WKK dapat juga langsung mengoperasikan mesin sendiri apabila dalam satu bagian keseimbangan antara target produksi dengan operator tidak seimbang sehingga untuk

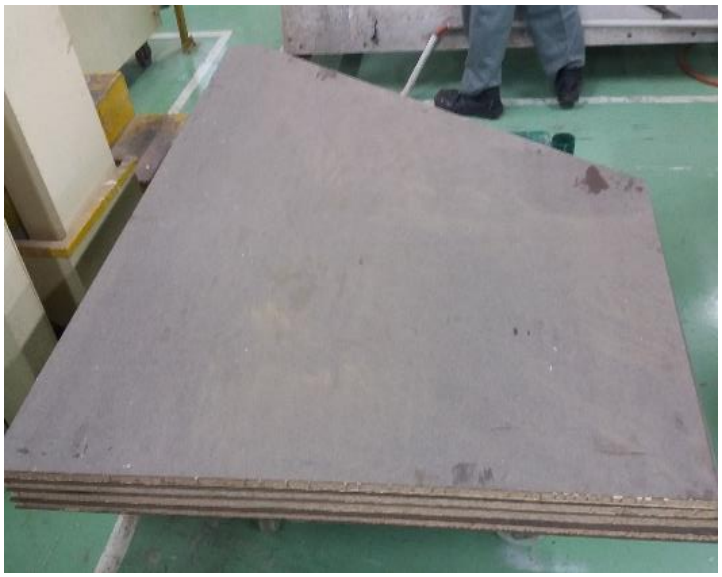
mencapai target produksi KK/WKK terjun dalam mengoperasikan mesin yang ada dibagiannya

5. Data Target Perhari

   Dalam memproses satu buah cabinet untuk satu proses terdapat waktu yang dihasilkan dalam memprosesnya. Dalam hal ini menyangkut dengan target yang diharapkan dalam sehari. Apabila satu hari target dapat mengerjakan 28 kabinet untuk satu proses maka akan membutuhkan seberapa lama waktu yang diperlukan.

3.3 Alur Proses Kabinet *Top Board Rear* Diproses

3.3.1 Kabinet *Top Board Rear Grand Piano* Sebelum Diproses



Gambar 3-4 Dimensi Kabinet Top Board Rear Sebelum Diproses

Seperti Gambar 3-4 diatas diperlihatkan bahwa dimensi kabinet *Top Board Rear* masih dalam kondisi awal yang diambil dari *Warehouse* PT. Yamaha Indonesia dan sebelum dilakukan proses di Bagian *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia.

3.3.2 Proses Coak Sisi Samping Lurus Kabinet *Top Board Rear*

Pada proses ini Kabinet *Top Board Rear* di bentuk coak dengan mesin yang dapat dilihat pada Gambar 3-5 di bawah ini, fungsi di coak pada proses ini agar dapat di sisipkan material kayu pine kedalam hasil coakan tersebut.



Gambar 3-5 Mesin Coak Sisi Lurus *Top Board Rear*

3.3.3 Memasukkan Potongan Split Kayu Pinus



Gambar 3-6 Proses Memasukkan Potongan Kayu Pinus

Memasukkan potongan *split* kayu pinus dilakukan dengan memberikan potongan kayu pinus tersebut dengan lem kayu *Koyobond* kemudian memasukkan

potongan kayu pinus tersebut kedalam beberapa kabinet *Top Board Rear* yang telah disusun pada sebuah tempat tatakan kabinet kemudian dengan cara ditumbuk dengan papan kayu yang tebal potongan kayu pinus tersebut masuk dalam coakan yang telah di buat dengan mesin yang ada pada Gambar 3-6 diatas. Fungsi memasukkan potongan kayu pinus tersebut untuk memudahkan proses pengeboran pada sisi lurus top board rear karena jika tidak memakai kayu pinus maka pada saat proses *boring* hasilnya akan tidak bagus dikarena material kabinet *top board rear* sendiri berbentuk serbuk-serbuk kayu yang di *press* sehingga menjadi padat dengan demikian apabila dibor maka akan timbul serabut dan dengan cara memasukkan potongan kayu pinus tersebut agar pada saat proses *boring* didapatkan hasil yang bagus.

3.3.4 Proses NC *Machining*



Gambar 3-7 Membentuk Kabinet *Top Board Rear* dengan *NC Machining*

Pada proses ini merupakan proses dimana membentuk papan kabinet yang awalnya semua sisi berbentuk lurus dengan menggunakan mesin NC yang tertera pada Gambar 3-7 maka akan didapatkan hasil berbentuk cabinet yang terdapat sisi melengkung membentuk *radius* dengan program yang sedemikian rupa pada mesin ini.

3.3.5 Pengeleman dan Peng*press*an *Backer* Pada Sisi (Melengkung)

Pengeleman *backer* pada sisi radius ini di fungsikan untuk meningkatkan estetika dari kabinet tersebut dan agar pada saat proses *mentory* antara permukaan atas dan sisi samping *radius* dapat menyatu sehingga untuk proses *painting* cat tersebut tidak meresap masuk kedalam kabinet. Proses pengeleman dan peng*press*an *backer* tersebut dilakukan pada mesin press yang dapat dilihat pada Gambar 3-8 dibawah ini.

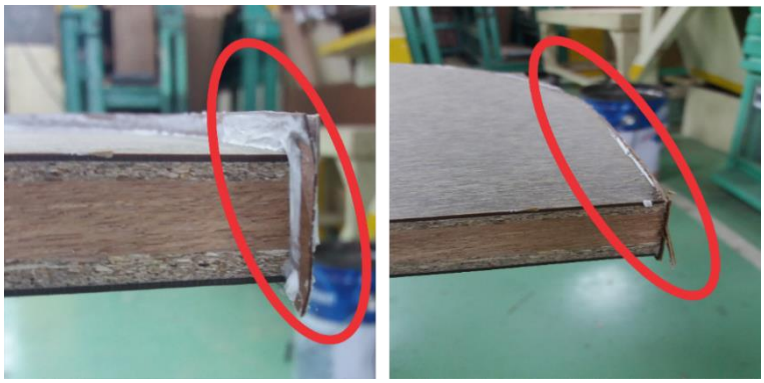


Gambar 3-8 Pengeleman dan Peng*press*an *Backer* Sisi *Radius* Kabinet

3.3.6 Proses Kerja *Edge Trimmer* Sisi *Radius* Kabinet

Proses kerja *Edge Trimmer* dalam pengerjaan kabinet *Top Board Rear* ini pada awalnya hanya menggunakan papan kayu yang tebal untuk mematahkan *backer* yang menempel berlebihan pada sisi *radius* dan pahat (*Nomi*) untuk merapikan *backer* yang telah ditumbuk agak tidak ada sisi tajam pada sisa *backer* tersebut. Proses kerja dari *Edge Trimmer* ini berawal dari menumbuk *backer* berlebihan pada cabinet agar dapat hilang dari kabinet kemudian proses pahat (*Nomi*) untuk merapikan patahan *backer* tersebut. Proses ini dilakukan hanya dengan satu operator yang bertugas untuk proses tumbuk dengan papan tebal

kemudian memahat *backer* sisa hasil tumbukan pada sisi atas kabinet kemudian membalikkan kabinet agar proses pada sisi bawah cabinet dapat diproses sama dengan proses atas permukaan kabinet dengan ditumbuk dan dipahat pada sisa hasil tumbukkannya.



Gambar 3-9 *Backer* Sebelum dan Sesudah Proses Tumbuk

3.3.7 Pengeleman dan Penge*press*an *Backer* Pada Sisi Lurus

Sama dengan proses pengeleman dan penge*press*an *backer* pada sisi *radius*, proses ini dilakukan pada mesin *press* yang dilihat pada Gambar 3-8 diatas. Namun, dalam pengerjaan pengeleman dan penge*press*an ini hanya dilakukan pada sisi lurus kabinet *top board rear* saja. Fungsi dari pengeleman dan penge*press backer* ini juga sama dengan sisi radiusnya untuk meningkatkan estetika dari kabinet tersebut dan agar pada saat proses *mentory* antara permukaan atas dan sisi samping radius dapat menyatu sehingga untuk proses *painting* cat tersebut tidak meresap masuk kedalam kabinet.

3.3.8 Proses *Edge Trimmer* Sisi Lurus

Proses ini sama dengan proses *Edge Trimmer* pada sisi *Radius* (Lengkung) fungsinya untuk menghilangkan sisa *backer* berlebihan yang menempel pada kabinet. Namun, dalam pengerjaannya berbeda untuk kasus proses *Edge Trimmer* pada sisi lurus ini menggunakan sebuah mesin yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini. Mesin ini berperan untuk menghilangkan *backer* berlebihan pada semua kabinet yang berdimensi besar pada sisi lurusnya saja.



Gambar 3-10 Mesin *Edge Trimmer* Sisi Lurus Kabinet Besar

3.3.9 Proses *Mentory / Radius Former* Semua Sisi Kabinet

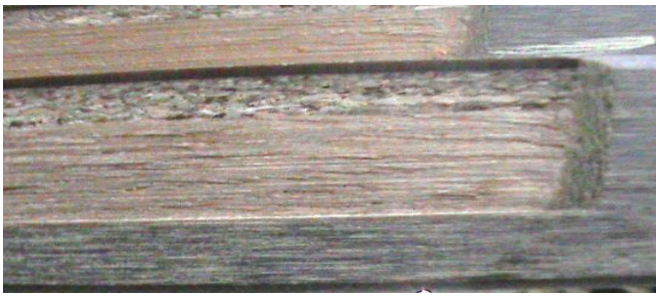
Proses *Mentory / Radius Former* merupakan proses dimana pembuatan sudut radius sebesar 2 mm dengan sebuah alat *Hand Trimmer* dengan pahat berbentuk melengkung sehingga akan didapat hasil *radius* yang pada awalnya setelah proses pahat (*Nomi*) berbentuk sudut siku atau 90. Dengan adanya dua sisi permukaan atas dan bawah kabinet *Top Board Rear* maka dilakukan oleh dua operator dengan pembagian tugas operator pertama bertugas untuk me*mentory* kabinet dan operator satunya bertugas untuk membalikkan kabinet agar sisi lainnya dapat diproses *mentory* juga.



Gambar 3-11 Proses *Mentory/Radius Former*

3.3.10 Proses Coak Sisi Lurus Kabinet Setelah Pemberian *Backer*

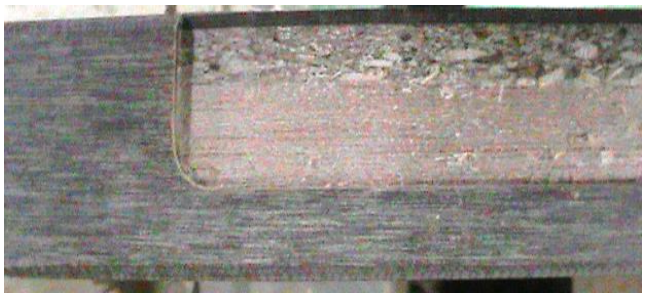
Proses coak ini berbeda dengan proses coak yang dijelaskan sebelumnya. Proses coak sebelumnya difungsikan sebagai tempat dimana potongan kayu pinus dapat dimasukkan dalam coakan tersebut dan coakan mempunya kedalaman tertentu. Dalam proses ini dicoak untuk membedakan sisi mana yang pada saat di *painting* yang terkena spray sehingga pada coakan ini tidak terkena *spray* karena sebelumnya telah ditutupi dengan sebuah lembaran dan proses *boring* dilakukan pada sisi coak ini ynag tidak terkena *spray* proses *painting* tersebut. Proses Coak ini kembali pada mesin NC yang dapat dilihat pada Gambar 3-5 diatas dengan program yang telah di setting sehingga menghasilkan bentuk coak seperti pada Gambar 3-12 yang tertera dibawah ini



Gambar 3-12 Coak Mesin NC Setelah Pemberian *Backer*

3.3.11 Proses *Radius Former* pada Coak Hasil Mesin NC

Proses ini dilakukan setelah kabinet di coak pada mesin NC. Dengan menggunakan *hand trimmer* dengan pahat yang berbentuk *radius* dan bantuan dengan alat bantu *jig* proses ini dilakukan. *Jig* merupakan sebuah alat bantu bisa berupa alat kepresisian, *stopper,* tatakan dll yang berfungsi untuk membantu mendapatkan hasil yang berupa ukuran dimensi dari proses tersebut. Hasil Proses *radius former* ini dapat dilihat pada Gambar 3-13 dibawah ini.



Gambar 3-13 Hasil Proses *Radius Former* pada Coak Hasil Mesin NC

3.3.12 Perhitungan Waktu Proses *Edge Trimmer* dan *Radius Former*

Pengamatan waktu proses pada tabel 2-2 dibawah ini merupakan proses *sampling* dimana setiap kegiatan yang dilakukan oleh operator akan diamati dan dicatat waktunya. Pengamatan sampling ini mencari data pada proses dimana yang sekarang dilakukan oleh operator dalam proses *edge trimmer* dan *radius former*. Data-data yang dihasilkan meliputi proses *edge trimmer* dan *radius former* belum tersedia mesin untuk proses *edge trimmer* dan *radius former* sehingga mesin yang akan dirancang ini merupakan mesin pertama yang akan digunakan dalam proes *edge trimmer* dan *radius former*, aktivitas yang dilakukan oleh operator, waktu setiap aktivitas yang dilakukan oleh operator.

Tabel 3-1 Perhitungan Waktu Proses *Edge Trimmer*

Elemen Kerja	**Pengamatan**							**Rata-Rata**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	
Mengambil Kabinet	10''	9''	12''	10''	11''	9''	10''	**10,14''**
Menumbuk *Backer*	12''	21''	15''	14''	17''	15''	15''	**15,57''**
Mengambil *Backer*	36''	20''	22''	26''	25''	23''	26''	**25,43''**
Memahat (*Nomi*)	29''	30''	27''	26''	30''	27''	27''	**28''**
Membalikkan Kabinet	7''	6''	6''	6''	7''	6''	7''	**6,43''**
Menumbuk *Backer*	16''	17''	19''	17''	16''	16''	19''	**17,14''**
Mengambil *Backer*	21''	14"	12''	12''	13''	12''	13''	**13,86''**
Memahat (*Nomi*)	24''	18''	16''	18''	17''	17''	18''	**18,29''**
Jumlah Waktu	**2,35'**	**2,15'**	**2,09'**	**2,09'**	**2,16'**	**2,05'**	**2,15'**	**2,15'**

Dari tabel 3-1 dapat dilihat pada proses *edge trimmer* untuk kabinet *top board rear*, rata-rata mengambil kabinet dari rak 10.14 detik, menumbuk *backer* 15.57 detik, mengambil *backer* sisa tumbukan 25.43 detik, memahat *backer* 28 detik, membalikkan kabinet 6.43 detik, menumbuk *backer* 17.14 detik, mengambil *backer* 13.86 detik, memahat *backer* 18.29 detik sehingga rata-rata proses *edge trimmer* kabinet *top board rear* 2 menit 15 detik. Sedangkan untuk waktu proses *radius former* dapat dilihat pada tabel 3-2 dibawah ini.

Tabel 3-2 Perhitungan Waktu Proses *Radius Former / Mentory*

Elemen Kerja	Pengamatan							Rata-Rata
	1	2	3	4	5	6	7	
Mentory	7''	10''	9''	10''	10''	10''	8''	9,14''
Membalikkan Kabinet	6''	5''	5''	6''	5''	6''	5''	5,43''
Mentory	9''	8''	8''	8''	9''	8''	8''	8,29''
Meletakkan di rak	8''	9"	9''	9''	9''	8''	9''	8,71''
Jumlah Waktu	30''	32''	31''	33''	33''	32''	30''	**31,57''**

Dapat dilihat dari tabel 3-2 proses *radius former / mentory* untuk kabinet *top board rear*, rata-rata *mentory* kabinet 9.14 detik, membalikkan kabinet 5.43 detik, *mentory* kabinet 8.29 detik, meletakkan kabinet ke rak 8.71 detik sehingga rata-rata proses *radius former / mentory* kabinet *top board rear* 31.57 detik. Perhitungan waktu proses yang telah dilakukan dan didapatkan data pada tabel 4-1 dan tabel 4-2 maka jika proses ini digabungkan dalam satu proses dengan catatan waktu proses *edge trimmer* 2 menit 15 detik/kabinet ditambah dengan proses *radius former* 31.57 detik/kabinet sehingga total pengerjaan 2 menit 47 detik/kabinet.

3.4 Konsep Rancangan Mesin *Edge Trimmer* dan *Radius Former*

Langkah awal penelitian mengenai mesin *edge trimmer* dan *radius former* adalah menentukan konsep, dalam menentukan konsep terdapat 2 langkah yaitu sebagai berikut:

1. Observasi lapangan dan identifikasi masalah

   Langkah observasi lapangan akan membantu dalam merumuskan masalah sebagai acuan dalam merancang mesin. Observasi lapangan dilakukan pada proses *edge trimmer* dan *radius former/mentory* bagian *Wood Working* PT. Yamaha Indonesia.

2. Deskripsi

Setelah mendapatkan hasil indentifikasi masalah dari observasi lapangan, selanjutnya membuat deskripsi terkait perancangan mesin dengan memperhatikan kaidah-kaidah dalam perancangan mesin. Terkait dengan mesin yang akan dibuat ada beberapa kriteria, yaitu:

a. Alat dapat mengurangi setting mesin pada awal pengerjaan.
b. Alat dapat mengurangi beban kerja operator.
c. Alat dapat beroperasi dengan sistem pneumatik.
d. Alat dapat meminimalkan hasil sampah dari penghilangan *backer*.
e. Memperhatikan keamanan dan keselamatan kerja

3.5 Sistem Mesin Proses *Edge Trimmer* dan *Radius Former*

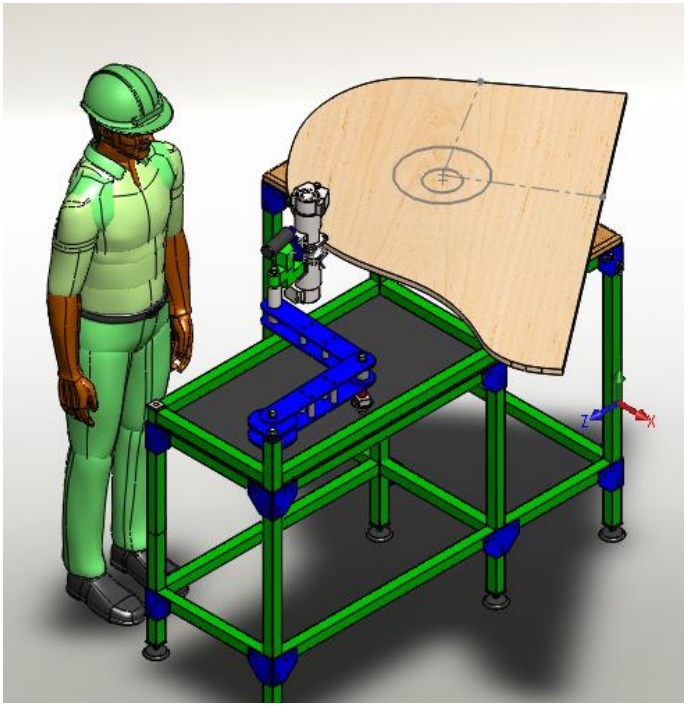
Untuk memproses kabinet *top board rear* sebelumnya tidak ada mesin yang berfungsi untuk proses *edge trimmer* dan *radius former* dalam satu mesin. Perancangan mesin *edge trimmer* dan *radius former* dilakukan dengan menggunakan *software solidworks* yang melewati beberapa tahapan-tahapan persetujuan dari direksi. Sistem rancangan mesin ini mengimplementasikan sistem pneumatik didalamnya untuk menggerakkan *head trimmer* dan *head radius former*. Dengan adanya sistem pneumatik ini dapat menggerakkan *head* yang akan digunakan sesuai alur prosesnya terlebih dahulu. Diluar dari sistem pneumatik yang dapat mendorong *head* maju atau mundur ada komponen yang memudahkan pergerakkan maju dan mundur tersebut yakni dengan menggunakan *Linear Motion Guide* (LM *Guide*). LM *Guide* ini merupakan bantalan yang membantu gerak translasi pada *head edge trimmer* ataupun *head radius former*. Pemanfaatan sistem pneumatik untuk menggerakkan *head* maka diperlukan analisis perhitungan dimana analisis tersebut difungsikan untuk mengetahui besar diameter piston silinder pneumatik agar mampu mendorong beban dari masing-masing *head edge trimmer* dan *radius former*

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Mesin *Proses Edge Trimmer dan Radius Former*

Perancangan mesin proses pengerjaan *edge trimmer* dan *radius former* pada kabinet *top board rear* di departemen *wood working* PT. Yamaha Indonesia sebelumnya telah melalui beberapa tahap diskusi dengan beberapa pihak dari perusahaan. Pihak perusahaan yang terlibat diantaranya yaitu kepala kelompok, *foreman*, *manager* departemen *wood working*, manajer *Production Engineering* dan *senior manager* departemen produksi hingga wakil direktur PT.Yamaha Indonesia. Dalam perancangan mesin proses pengerjaan *edge trimmer* dan *radius former* ini memiliki analisis yang dilakukan pada masing-masing diskusi dan akan dijelaskan pada sub bab berikut

4.1.1 Diskusi Pertama pada Perancangan Alat Bantu *Hand Tools*

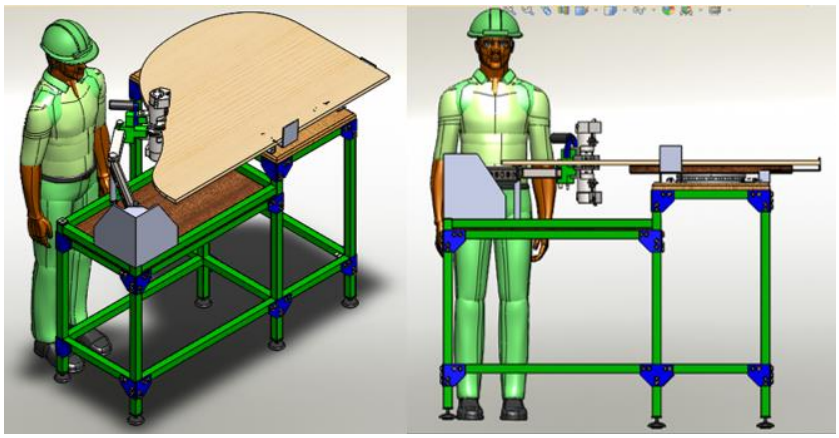


Gambar 4-1 Konsep Perancangan Pertama

Diskusi pertama penulis menunjukkan rancangan alat bantu *hand tools.* Dimana, perancangan tersebut dilakukan dengan berdasarkan permintaan manajer *Production Engineering* yang memberikan arahan untuk membuat suatu alat bantu dimana alat tersebut dapat dipasangkan sebuah *hand tools trimmer*. Pada diskusi yang dihadiri oleh Wakil Pimpinan Perusahaan, Kepala Departemen, Manajer dan *Foreman* didapat sebuah hasil dan masukkan sebagai berikut :

A. Pemegang *hand tools* bentuknya diubah karena jika berbentuk siku maka akan mudah patah apabila terkena beban.
B. Dudukan lengan diubah bentuknya karena apabila dudukan lengan tidak kokoh maka tidak dapat menahan lengannya.
C. Merubah struktur lengan karena jika dilihat dari strukturnya tidak kuat menahan beban dari *hand tools*nya.
D. Memberikan sistem pendukung untuk memposisikan kabinet tepat berada pada pusatnya.

4.1.2 Diskusi Kedua pada Perancangan Alat Bantu *Hand Tools*

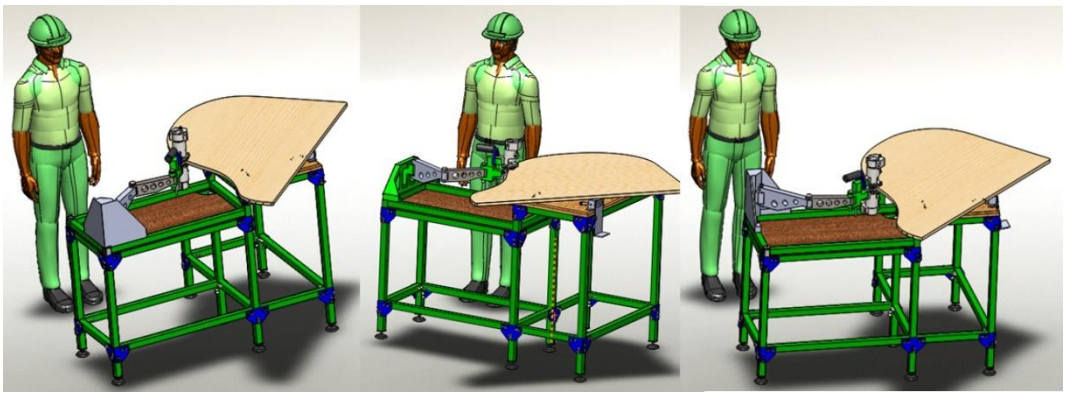


Gambar 4-2 Konsep Perancangan Kedua

Setelah mendapatkan masukkan pada diskusi pertama, penulis melakukan perbaikan rancangan sesuai dengan masukkan yang diinginkan direksi PT. Yamaha Indonesia. Pada diskusi kedua ini, masih terdapat masukkan dari pihak direksi antara lain sebagai berikut :

A. Memperlebar gerak dari *ball transfer* agar mampu menjangkau sisi kabinet terjauh sehingga mampu memproses pengerjaan *edge trimmer* dan *radius former* dengan aman.
B. Memberikan opsi-opsi peletakkan dudukan lengan agar mampu menjangkau kabinet terjauh sehingga dimensi meja tidak perlu terlalu panjang.
C. Memberikan celah pada meja gerak *ball transfer* agar dapat menjadi jalan keluarnya sisa *backer* setelah pengerjaan.

4.1.3 Diskusi Ketiga pada Perancangan Alat Bantu *Hand Tools*



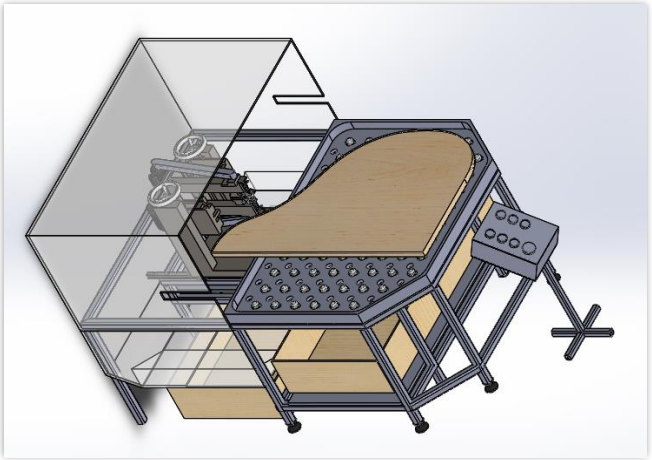
(a) **(b)** **(c)**

Gambar 4-3 Opsi-Opsi Konsep Perancangan Ketiga

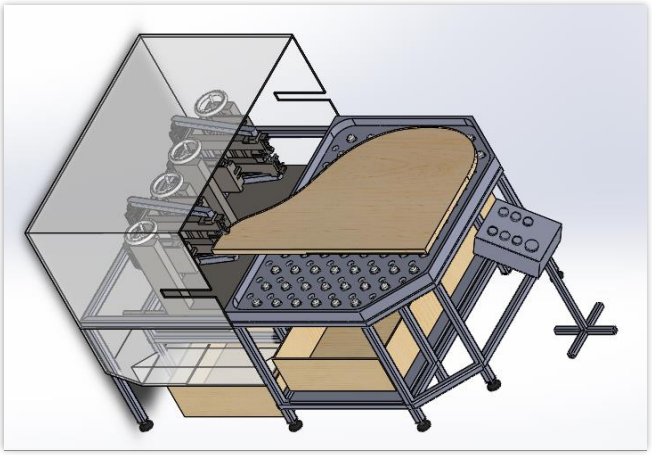
Pada pertemuan diskusi ketiga, penulis memberikan 3 opsi letak-letak dudukan lengan untuk dapat menjadikan pertimbangan direksi dalam pemilihan rancangan. Hasil dari pertimbangan direksi dipilihlah opsi yang kedua (b) yang diajukan sebagai acuan pengadaan alat bantu *hand tools* untuk proses *edge trimmer* dan *radius former*. Namun, sebelum pengadaan suatu alat diperlukannya pengujian suatu alat apabila diletakan dalam satu sumbu Y. Hasil yang didapat, jika *hand tools* ini diletakkan didalam satu sumbu Y maka, putaran motor akan berbeda arah. Dengan pengujian ini perubahan konsep rancangan yang menggunakan dua *hand tools* atas dan bawah diubah menjadi satu *hand tools* dengan pahat dua pemakanan atas dan bawah sehingga putarannya searah. Pencarian pahat yang memiliki dua pemakanan dilakukan oleh pihak *purchasing*. Namun, terkendalanya pencarian

pahat tersebut sehingga rancangan untuk proses *edge trimmer* dan *radius former* diubah ulang sehingga konsepnya pun ikut berubah.

4.1.4 Diskusi Keempat pada Perancangan Mesin



Gambar 4-4 Opsi 1 Konsep Perancangan Mesin



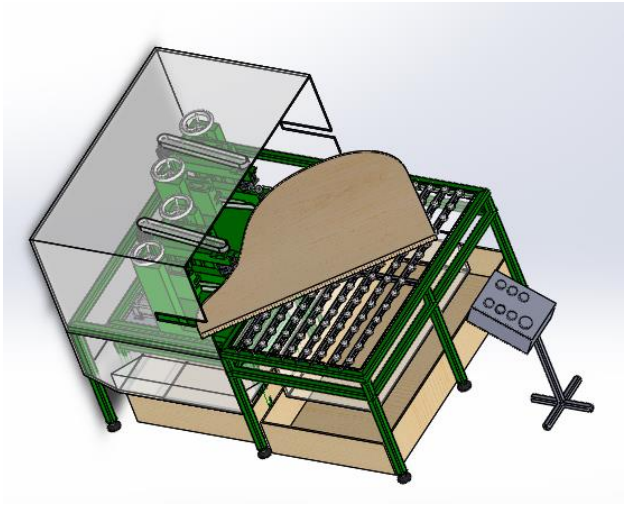
Gambar 4-5 Opsi 2 Konsep Perancangan Mesin

Pada diskusi keempat ini penulis mencoba memberikan dua opsi rancangan mesin. Penulis memberikan dua opsi dimana agar lebih mudah dalam menindaklanjuti rancangan dan memberikan gambaran kepada pihak perusahaan PT. Yamaha Indonesia terkait proyek mesin yang akan direalisasikan tersebut. Diskusi ini memutuskan bahwa akan menggunakan opsi kedua karena opsi pertama masih terdapat proses yang tidak meningkatkan produktivitas dan efisiensi

waktunya kurang serta waktu penggantian *cutter* untuk proses *edge trimmer* dan *radius former* cukup lama sehingga kurangnya waktu yang tepat dalam mengerjakan 28 kabinet dalam satu hari. Namun, dalam pemilihan opsi kedua sendiri masih terdapat beberapa masukan dari pihak perusahaan PT. Yamaha Indonesia yang diantaranya sebagai berikut :

A. Dimensi Meja terlalu besar sehingga operator kurang dapat leluasa untuk menggerakkan kabinet karena terbenturnya badan kabinet dengan ujung meja.
B. Siklus untuk penggantian *cutter* 2-3 hari sehari dilihat dari catatan pemakaian sehingga terdapat waktu untuk mengganti *cutter* pada satu hari.
C. *Kaizen* mengenai *stopper* kabinet yang terletak dibawah *cutter* karena letak baut dibawah *stopper* sehingga apabila operator akan mengganti *cutter* operator harus jongkok untuk dapat melihat baut.
D. Mekanisme pergerakan *head* diperhatikan karena menyangkut dengan dimensi dari kabinet yang besar.
E. Dudukan pada *ball transfer* pada meja dirancang ulang dengan menggunakan rangka dikarenakan debu akan langsung turun kedalam bak penampungan sisa proses jika menggunakan rangka.

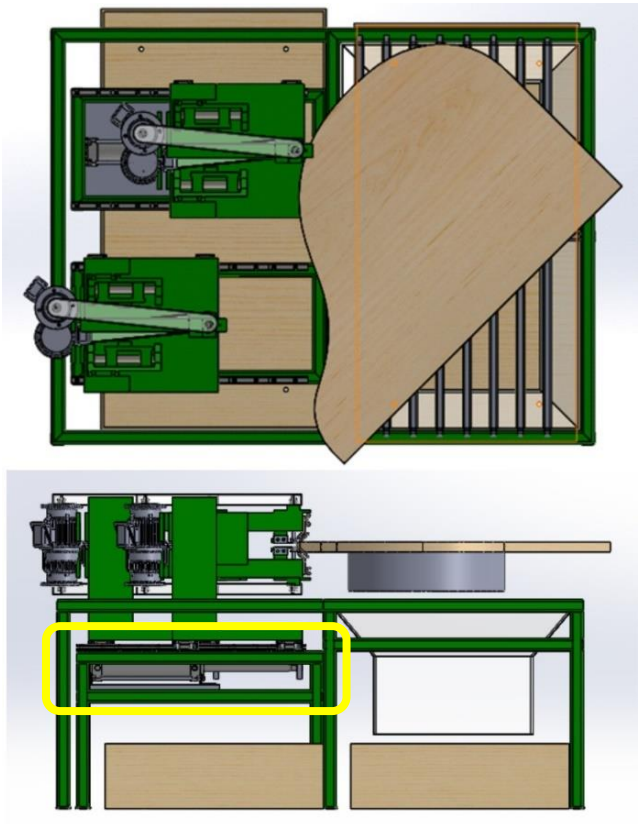
4.1.5 Diskusi Kelima pada Perancangan Mesin



Gambar 4-6 Perancangan Mesin *Edge Trimmer* dan *Radius Former*

Pada diskusi kedua ini penulis memaparkan konsep perancangan setelah saran perbaikan pada rancangan pertama. Hasil dari diskusi tersebut konsep kedua sudah disetujui oleh pihak perusahaan PT. Yamaha Indonesia namun masih terdapat masukkan untuk melengkapi syarat K3 mengenai *cover*, aliran debu, lampu indikator mesin, *cover* pada *timming belt*.

4.2 Menentukan *Air Cylinder*



Gambar 4-7 Letak dan Fungsi *Air Cylinder*

Fungsi *air cylinder* pada mesin ini untuk menggerakkan *head trimmer* yang nantinya akan bergerak maju dan mundur dengan perantara *LM guide* sebagai relnya. Posisi *air cylinder* berada dibawah *head* dan *LM guide* serta yang menahan *air cylinder* yakni ada *axial foot*, *base air cylinder*, dan rangka. Setelah mengetahui letak dan posisi *air cylinder* pada mesin *edge trimmer* dan *radius former*, maka pada Gambar 4-8 menjelaskan cara menganalisis arah-arah gaya yang bekerja untuk mengetahui seberapa besar diameter piston *air cylinder* agar dapat menggerakkan *head*.

Gaya normal (N) didapat dari jumlah beban yang akan dipindahkan oleh silinder pneumatik dengan gravitasi seperti yang terlihat pada persamaan (2.1).

Tabel 4-1 Tabel Material Head Trimmer

No	Nama *Part*	Berat (kg)	Banyak (unit)	Total (kg)
1	*Base*	186,5	1	186,5
2	*Vertical Sliding*	10,2	2	20,4
3	Silinder	1,3	2	2,6
4	*Horizontal Sliding*	9,4	2	18,8
5	Tuas Pengungkit	20,1	2	40,2
6	Motor Eletrik	7,5	2	15
7	*Cover Belt*	0,5	2	1
8	*Timing Belt Pulley*	1,8	4	7,2
9	*Wheel*	1	2	2
Jumlah Beban				293,7

Dengan demikian, berat beban yang didorong sebesar 293,7*kilogram*. Untuk menghitung beban yang harus didorong, digunakan rumus gaya sebagai berikut :

$$N = W$$

$$N = m \times g$$

$$= 293{,}7 \text{ kg} \times 9{,}81 \text{ m/s}^2$$

$$= 2881{,}197 \text{ Newton}$$

Tabel 4-2 Koefisien Gesek

Tipe Bantalan	Koefisien Gesekan *[-]*
Slide bearing, hydrodynamic	0.003...0.04
Slide bearing, sinter bronze, oil lubricated	0.04...0.07
Slide bearings, solid bronze, grease lub	0.07...0.12
Polymer slide bearing, polyamide, dry	0.2...0.3
Polymer bearing, composite, dry	0.05...0.15
Ball bearings	0.001...0.0015
Roller bearings	0.0018
Needle bearings	0.0045
Air bearings, pressurized	0
Hydrostatic bearings	0.001...0.002, *ref viscous shearing*

Dilihat pada Tabel 4-4 diatas bahwa nilai koefisien gesek suatu tipe bantalan berpengaruh dalam gaya gesek pada gerak mendorong sebagai berikut :

$$F_s = N \; x \; \mu_s$$

= 2881,197 N x 0,0015

= 4,322 N

Selain itu, tekanan piston yang digunakan di perusahaan rata-rata sebesar 6 bar atau setara 600.000 N/m^2. Maka, diameter silinder pneumatik yang digunakan adalah :

$$d^2 = \frac{F_s}{P \; x \; \frac{\pi}{4}}$$

$$d^2 = \frac{4{,}322 \text{ N}}{600.000 \; {}^{N}/_{m^2} \; x \; \frac{\pi}{4}}$$

d^2 = 0,0000091716 m^2

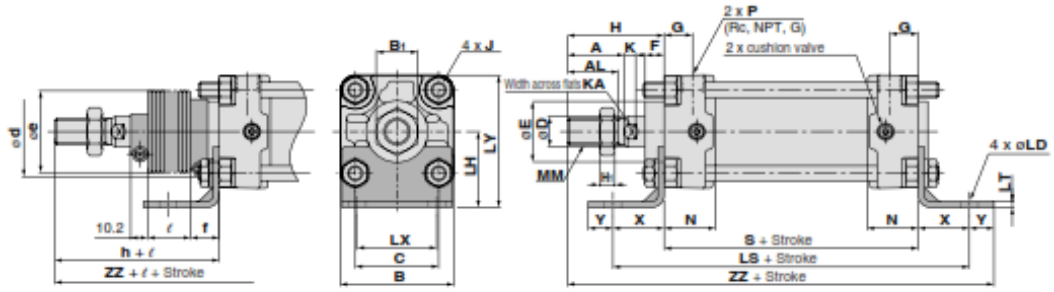
d = $\sqrt{0{,}0000091716}$ m

d = 0,003028 m

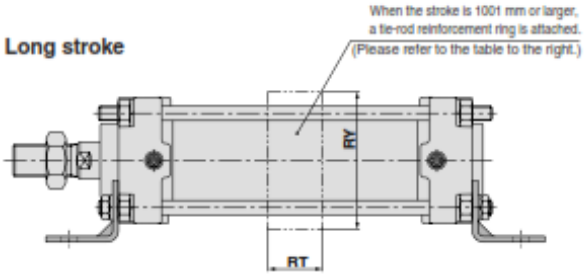
d = 3,028 mm

Axial Foot Style: CA2L

With rod boot



Long stroke



Bore size (mm)	Stroke range (mm)		A	AL	B	B1	C	D	E	F	G	H1	J	K	KA	LD	LH	LS	LT
	Without rod boot	With rod boot																	
40	Up to 800	20 to 800	30	27	60	22	44	16	32	10	15	8	M8 x 1.25	6	14	9.0	40	138	3.2
50	Up to 1200	20 to 1200	35	32	70	27	52	20	40	10	17	11	M8 x 1.25	7	18	9.0	45	144	3.2
63	Up to 1200	20 to 1200	35	32	85	27	64	20	40	10	17	11	M10 x 1.25	7	18	11.5	50	166	3.2
80	Up to 1400	20 to 1400	40	37	102	32	78	25	52	14	21	13	M12 x 1.75	10	22	13.5	65	204	4.5
100	Up to 1500	20 to 1500	40	37	116	41	92	30	52	14	21	16	M12 x 1.75	10	26	13.5	75	212	6.0

Bore size (mm)	LX	LY	MM	N	P	S	X	Y	RT	RY	Without rod boot		With rod boot					
											H	ZZ	d	e	f	h	ℓ	ZZ
40	42	70	M14 x 1.5	27	1/4	84	27	13	—	—	51	175	56	43	11.2	59	1/4 stroke	183
50	50	80	M18 x 1.5	30	3/8	90	27	13	30	76	58	188	64	52	11.2	66	1/4 stroke	196
63	59	93	M18 x 1.5	31	3/8	98	34	16	40	92	58	206	64	52	11.2	66	1/4 stroke	214
80	76	116	M22 x 1.5	37	1/2	116	44	16	45	112	71	247	76	65	12.5	80	1/4 stroke	256
100	92	133	M26 x 1.5	40	1/2	126	43	17	50	136	72	258	76	65	14.0	81	1/4 stroke	267

Gambar 4-8 Katalog SMC Pneumatik

Setelah menganalisis ukuran diameter silinder piston berdasarkan persamaan diatas sebesar 3,028 mm, dapat dilihat pada Gambar 4-5 katalog SMC Pneumatik CA2L sebagai pembanding antara teori dengan kebutuhan sebenarnya. Pada mesin *edge trimmer* dan *radius former* membutuhkan klasifikasi tertentu untuk diberikan sistem pneumatik. Pertimbangan dalam penentuan silinder pneumatik yakni menentukkan diameter pistonnya dimana semakin besar diameter pistonnya semakin mampu untuk mendorong beban yang besar. Maka, disini

pemilihan diameter 100 mm dipilih karena mampu mendorong beban yang besar. berikut perhitungan diameter piston 100 mm seperti dibawah ini :

a. Gaya Dorong Maju

$$F = \frac{(D^2)\ x\ \pi\ x\ P}{4}$$

$$= \frac{(0{,}1^{\,2})\ x\ \pi\ x\ 600.000\ {}^{N}/_{m^2}}{4}$$

$$= 4712{,}4\ N$$

b. Gaya Dorong Mundur

$$F = \frac{(D^2 - d^2)\ x\ \pi\ x\ P}{4}$$

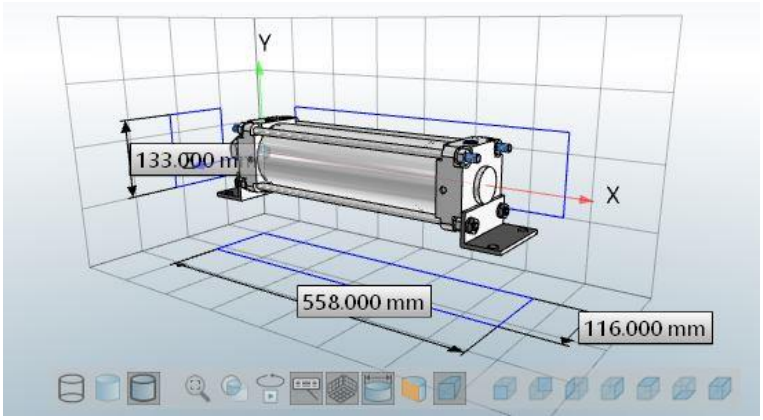
$$= \frac{(0{,}1^2 - 0{,}03^2)\ x\ \pi\ x\ P}{4}$$

$$= 4288{,}3\ N$$

Tabel 4-3 Diameter piston dan batas maksimal pembebanan

Bore Size	Rod Diameter	Effective Area	Pressure Differential Across Cylinder Ports (Bar)									
mm	mm		2	3	4	5	6	7	8	9	10	Force Kgf
8	**None**	**0.50**	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**	**3.5**	-	-	-	
	4	*0.38*	*0.8*	*1.1*	*1.5*	*1.9*	*2.3*	*2.6*	-	-	-	
10	**None**	**0.79**	**1.6**	**2.4**	**3.1**	**3.9**	**4.7**	**5.5**	-	-		
	4	*0.66*	*1.3*	*2*	*2.6*	*3.3*	*4*	*4.6*	-	-	-	
12	**None**	**1.13**	**2.3**	**3.4**	**4.5**	**5.7**	**6.8**	**7.9**	-	-	-	
	6	*0.85*	*1.7*	*2.5*	*3.4*	*4.2*	*5.1*	*5.9*	-	-	-	
16	**None**	**2.01**	**4**	**6**	**8**	**10.1**	**12.1**	**14.1**	-	-	-	
	6	*1.73*	*3.5*	*5.2*	*6.9*	*8.6*	*10.4*	*12.1*	-	-	-	
20	**None**	**3.14**	**6.3**	**9.4**	**12.6**	**15.7**	**18.8**	**22**	**25.1**	**28.3**	**31.4**	
	8	*2.64*	*5.3*	*7.9*	*10.6*	*13.2*	*15.8*	*18.5*	*21.1*	*23.8*	*26.4*	
25	**None**	**4.91**	**9.8**	**14.7**	**19.6**	**24.5**	**29.5**	**34.4**	**39.3**	**44.2**	**49.1**	
	10	*4.12*	*8.2*	*12.4*	*16.5*	*20.6*	*24.7*	*28.9*	*33*	*37.1*	*41.2*	
32	**None**	**8.04**	**16.1**	**24.1**	**32.2**	**40.2**	**48.3**	**56.3**	**64.3**	**72.4**	**80.4**	
	12	*6.91*	*13.8*	*20.7*	*27.6*	*34.6*	*41.5*	*48.4*	*55.3*	*62.2*	*69.1*	
40	**None**	**12.57**	**25.1**	**37.7**	**50.3**	**62.8**	**75.4**	**88**	**100.5**	**113.1**	**125.7**	
	16	*10.56*	*21.1*	*31.7*	*42.2*	*52.8*	*63.3*	*73.9*	*84.4*	*95*	*105.6*	
50	**None**	**19.63**	**39.3**	**58.9**	**78.5**	**98.2**	**117.8**	**137.4**	**157.1**	**176.7**	**196.3**	
	20	*16.46*	*33*	*49.5*	*66*	*82.5*	*99*	*115.5*	*131.9*	*148.4*	*164.9*	
63	**None**	**31.17**	**62.3**	**93.5**	**124.7**	**155.9**	**187**	**218.2**	**249.4**	**280.6**	**311.7**	
	20	*28.03*	*56.1*	*84.1*	*112.1*	*140.2*	*168.2*	*196.2*	*224.2*	*252.3*	*280.3*	
80	**None**	**50.27**	**100.5**	**150.8**	**201.1**	**251.3**	**301.6**	**351.9**	**402.1**	**452.4**	**502.7**	
	25	*45.36*	*90.7*	*136.1*	*181.4*	*226.8*	*272.1*	*317.5*	*362.9*	*408.2*	*453.6*	
100	**None**	**78.54**	**157.1**	**235.6**	**314.2**	**392.7**	**471.2**	**549.8**	**628.3**	**706.9**	**785.4**	
	30	*71.47*	*142.9*	*214.4*	*285.9*	*357.4*	*428.8*	*500.3*	*571.8*	*643.2*	*714.7*	

Perhitungan diatas kembali dibuktikan dengan adanya Tabel 4-3 yang merupakan tabel pembanding antara teori dengan produk yang ada sehingga dalam penentuan silinder pneumatik sesuai dengan kebutuhan mesin *edge trimmer* dan *radius former*. Pertimbangan selanjutnya dari dimensi panjang silinder pneumatiknya karena panjang lintasan *LM guide* sepanjang 850 mm dengan dimensi panjang silinder pneumatik dan *axial foot* sebesar 558 mm ditambah dengan panjang *piston rod* sebesar 278 mm maka total panjang yang dihasilkan 836 mm. Jika dikurangkan dengan panjang *LM guide* yang terpasang pada rangka penyangga sebesar 850 mm maka selisihnya didapatkan 14 mm, sehingga jika batas maksimal pendorongan *head* pada lintasan *LM guide* sepanjang 850 mm maka masih aman dengan jarak dari batas maksimalnya.



Gambar 4-9 Dimensi Terluar *Air Cylinder*

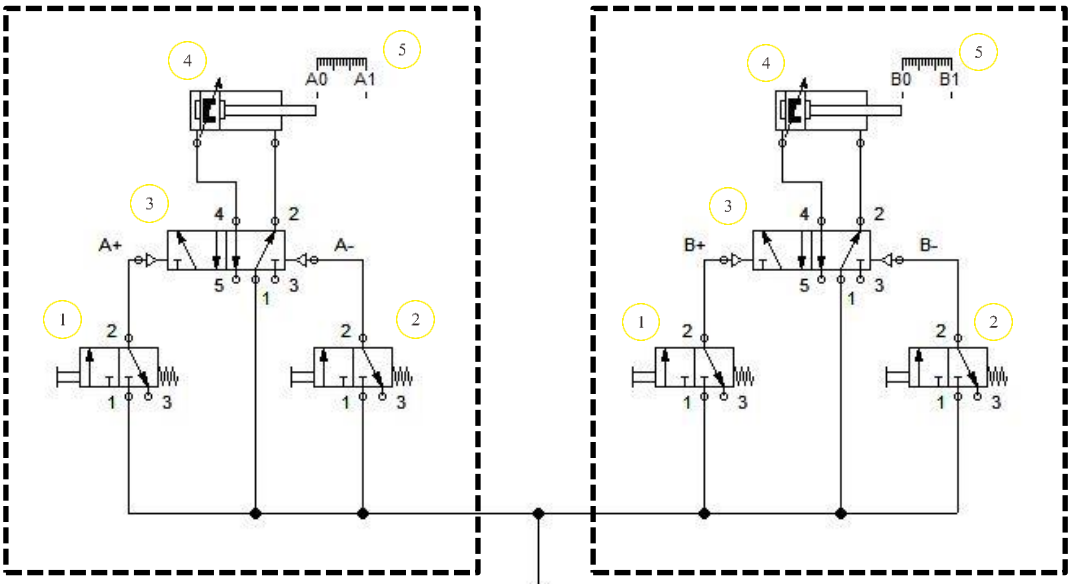
Dengan adanya pengimplementasian dan analisis mengenai silinder pneumatik pada perancangan mesin *edge trimmer* dan *radius former* mampu memiliki keuntungan sebagai berikut :

1. Meringkas proses *edge trimmer* dan *radius former* yang berulang-ulang dan berkelanjutan.
2. Menghilangkan langkah membalikkan kabinet.
3. Menghilangkan proses berpindah tempat pada masing-masing proses.
4. Menyingkat waktu proses *edge trimmer* dan *radius former*.

Tabel 4-4 Perbandingan Waktu *Before* dan *After* Proses *Edge Trimmer* dan *Radius Former*

Elemen Kerja *(Before)*	**Waktu per Kabinet (detik)**	**Elemen Kerja *(After)***	**Waktu per Kabinet (detik)**
Mengambil Kabinet di rak	10	Mengambil Kabinet di rak	10
-	-	Pemasangan Kabinet pada meja *vacuum*	10
-	-	Pergerakan maju *Head Edge Trimmer*	7
Menumbuk *Backer*	12	Proses *Edge Trimmer*	29
Mengambil *Backer*	36		
Memahat (*Nomi*)	29		
-	-	Pergerakan mundur *Head Edge Trimmer*	7
Membalikkan Kabinet	7	-	-
Menumbuk *Backer*	16	-	-
Mengambil *Backer*	21	-	-
Memahat (*Nomi*)	24	-	-
Transportasi	60	-	-
-	-	Pergerakan maju *Head Radius Former*	7
Mentory	10	Proses *Radius Former*	14
Membalikkan Kabinet	6		
Mentory	9		
-	-	Pergerakan mundur *Head Radius Former*	7
-	-	Pelepasan Kabinet pada meja *vacuum*	10
Meletakkan kabinet di rak	9	Meletakkan kabinet di rak	9
Jumlah Waktu	**4 menit 9 detik**		**1 menit 50 detik**

Dapat dilihat pada Tabel 4-4 untuk proses *edge trimmer* dan *radius former* dengan mesin baru maka mampu menyingkat waktu proses sebesar 1 menit 50 detik, jika dibandingkan dengan proses sebelumnya apabila dijumlahkan dengan waktu berpindahnya tempat proses edge trimmer dan radius former sekitar 1 menit sehingga waktu proses edge trimmer dan radius former sebelumnya sebesar 4 menit 9 detik. Maka, terdapat selisih antara proses sebelumnya dengan proses sesudah penggunaan mesin sebesar 2 menit 19 detik.



Kerja silinder pneumatik proses *edge trimmer*

Kerja silinder pneumatik proses *radius former*

No	Keterangan
1	*Push Button* 3/2 (Maju)
2	*Push Button* 3/2 (Mundur)
3	*Valve Way* 5/2
4	*Double Acting Cylinder*
5	*Distance Rule*
6	*Compressor*

No	Keterangan
1	*Push Button* 3/2 (Maju)
2	*Push Button* 3/2 (Mundur)
3	*Valve Way* 5/2
4	*Double Acting Cylinder*
5	*Distance Rule*
6	*Compressor*

Gambar 4-10 Komponen Sistem Pneumatik *Edge Trimmer* dan *Radius Former*

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan pada sub-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Proses *edge trimmer* dan *radius former* terpisah pada tempat masing-masing sedangkan proses kedua ini proses berkelanjutan dan berulang-ulang dilakukan, dengan adanya perancangan mesin yang mampu mengerjakan proses *edge trimmer* dan *radius former* maka dapat memudahkan operator dalam pengerjaan kabinet *Top Board Rear Grand Piano* pada bagian *Top Board UP* dan *GP* di *wood working* PT. Yamaha Indonesia.
2. Penambahan sistem pneumatik pada pergerakan *head edge trimmer* dan *radius former* membantu memudahkan operator dalam penggunaan masing-masing *head* untuk setiap proses kerjanya sesuai dengan keperluan pemrosesan.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Berikut saran yang dapat penulis sampaikan berdasarkan penelitian yang dilakukan :

1. Untuk perancangan berikutnya, diharapkan pihak-pihak yang terkait dalam diskusi lebih memperhatikan desain secara lebih detail.
2. Dapat menganalisa struktur kekuatan rangka yang digunakan dengan beban-beban yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Kristanto, D. A. (2011). Perancangan Meja dan Kursi Kerja yang Ergonomi Pada Stasiun Kerja Pemotongan Sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 10, No.2, Desember 2011*, 2.

Al Antoni Akhmad ST, M. (2009). Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan dengan Pengontrolan Pneumatik Untuk Mesin Pengamplasan Kayu Otomasi. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya No. 3, Vol. 18 November 2009*, 22.

Anton. (2012, September 6). *Teknik Mesin Manufaktur*. Retrieved from Computer Aided Design: http://teknik-manufaktur.blogspot.co.id/2012/09/cad-computer-aided-design.html

Dwipw. (2010, Oktober 13). *Sistem Pengendalian Internal SIA*. Retrieved from Computer Aided Design: https://dwipw.wordpress.com/2010/10/13/computer-aided-design-cad/

Imai, M. (1999). *Gemba Kaizen : Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah Pada Manajemen.* Jakarta: Penerbit PPM.

Iwan A. Soenandi, M. G. (2013). Perancangan Ergonomis Tempat Tidur Rumah Sakit. *Jurnal Ilmiah Teknik Indusri, Vol. 1, No. 2*, 2.

Luthfianto, S., & Siswiyanti. (2008). Pengujian Ergonomi dalam Perancangan Desain Produk. *ISBN : 978-979-3980-15-7*, C-159.

Yusuf. (2011, Desember 2). *Engineer and Science for Future*. Retrieved from Solidworks 2012: https://youzoef.wordpress.com/2011/12/02/solidworks-2012/

LAMPIRAN

Lampiran 1

1. *Bill Of Material Mechanical*

No	Nama	Jumlah	*Material / Maker*	Spesifikasi
1	*Linear motion guide*	8	HIWIN	
2	*Linear motion rail*	4	HIWIN	
3	*Spring*	8	ABB	
4	*Bearing*	16	NTN	
5	Motor Elektrik	4	TECO	
6	*Timming belt*	4	SKF	
7	Tuas pengangkat	4		
8	*Ball transfer*	26	RWM	
9	*Swivel caster*	8	RWM	
10	*Pulley timming belt*	4	SKF	
11	*Air cylinder*	2	SMC	CA2L100-350

2. *Bill Of Material Machining*

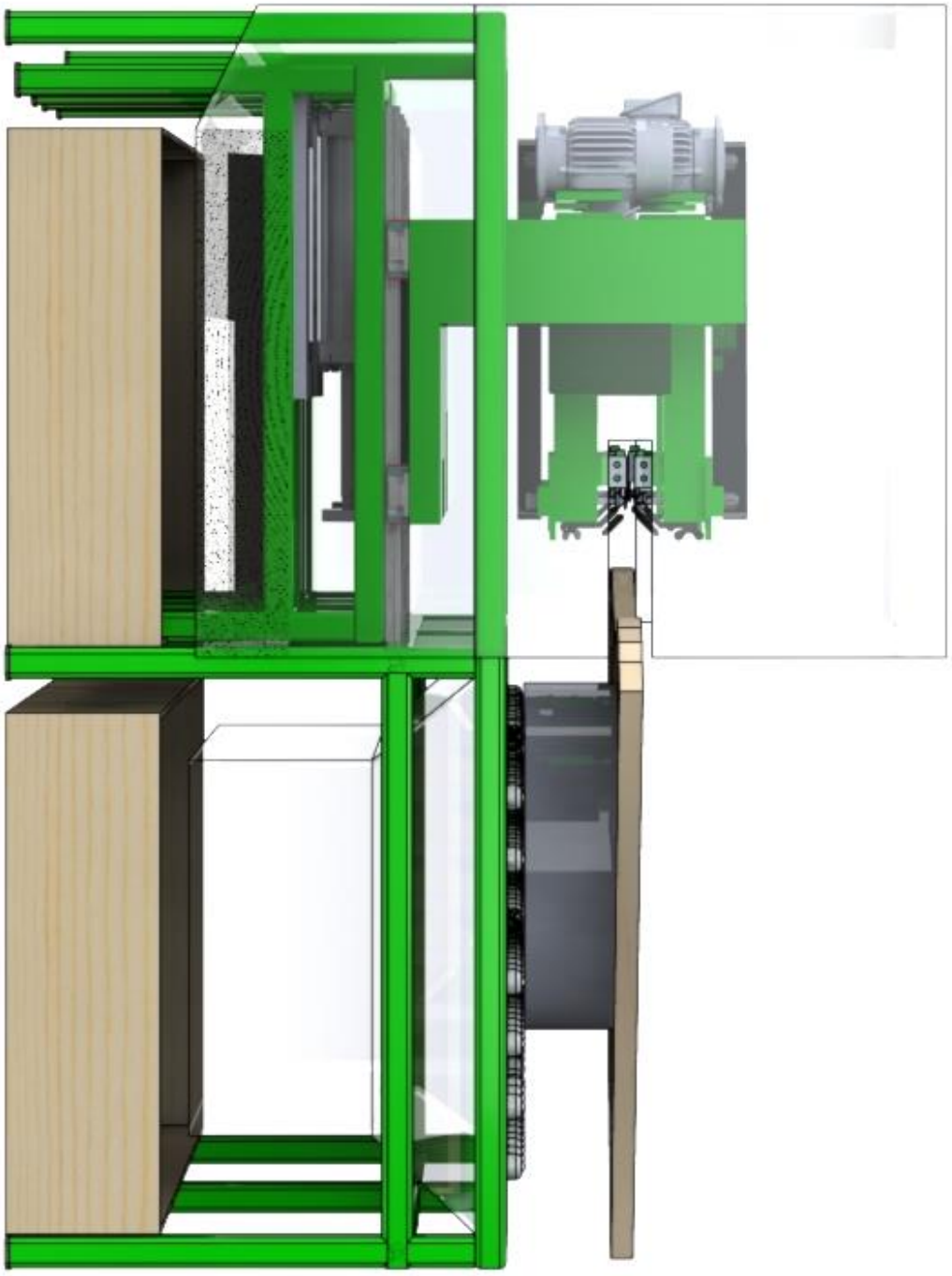
No	Nama	Jumlah	Material / Maker	Spesifikasi
1	*Cover belt*	4	Alumunium Plate	
2	*Stopper cabinet*	4	SS400	
3	*Cover Dust*	1	Acrylic	
4	*Table frame kabinet*	1	SS400	
5	*Shaft*	2	SS400	
6	*Frame vertical head*	2	SS400	

7	*Frame horizontal head*	4	SS400	
8	*Vacuum*	1		
9	*Hand valve*	2	SMC	
10	*Adjustable foot*	16		
11	*Table frame head*	2	SS400	
12	*Frame edge trimmer*	12	SS400	
13	*Frame radius former*	12	SS400	
14	Selang vakum	3		
15	*Regulator*	1		
16	*Pneumatic valve*	2	SMC	
17	*Kopler fitting*	1		

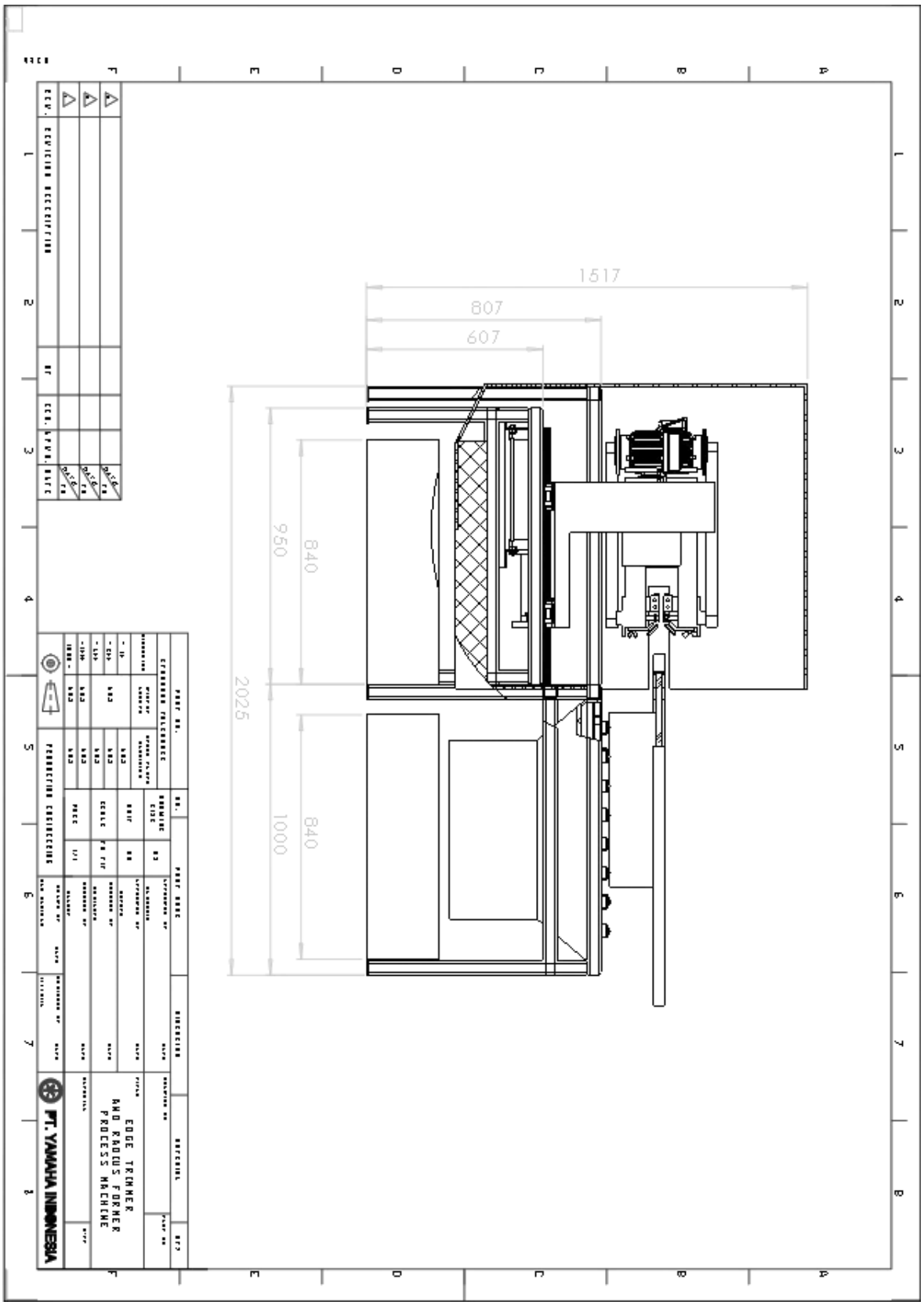
3. *Bill Of Material Electrical*

No	**Nama**	**Jumlah**	***Material / Maker***	**Spesifikasi**
1	*Trafo*	1		220 V 50 W
2	MCCB	1		10 A
3	*Magnetic Contactor*	1		SC-5-1
4	*Over Load Relay*	1		TR-5-1N/3
5	*Fuse*	1		250 V 15 A
6	*Socket Terminal*	10		

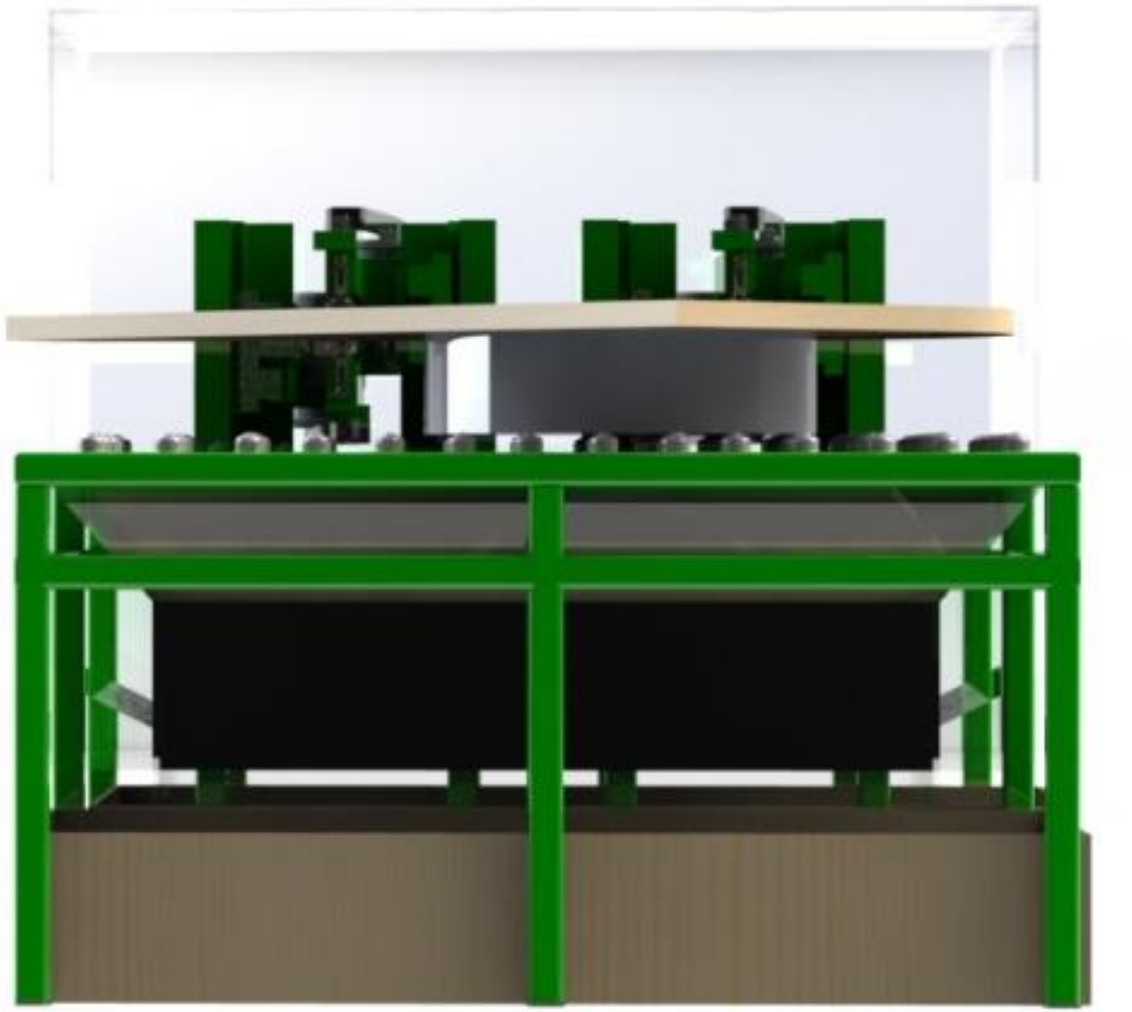
Lampiran 2



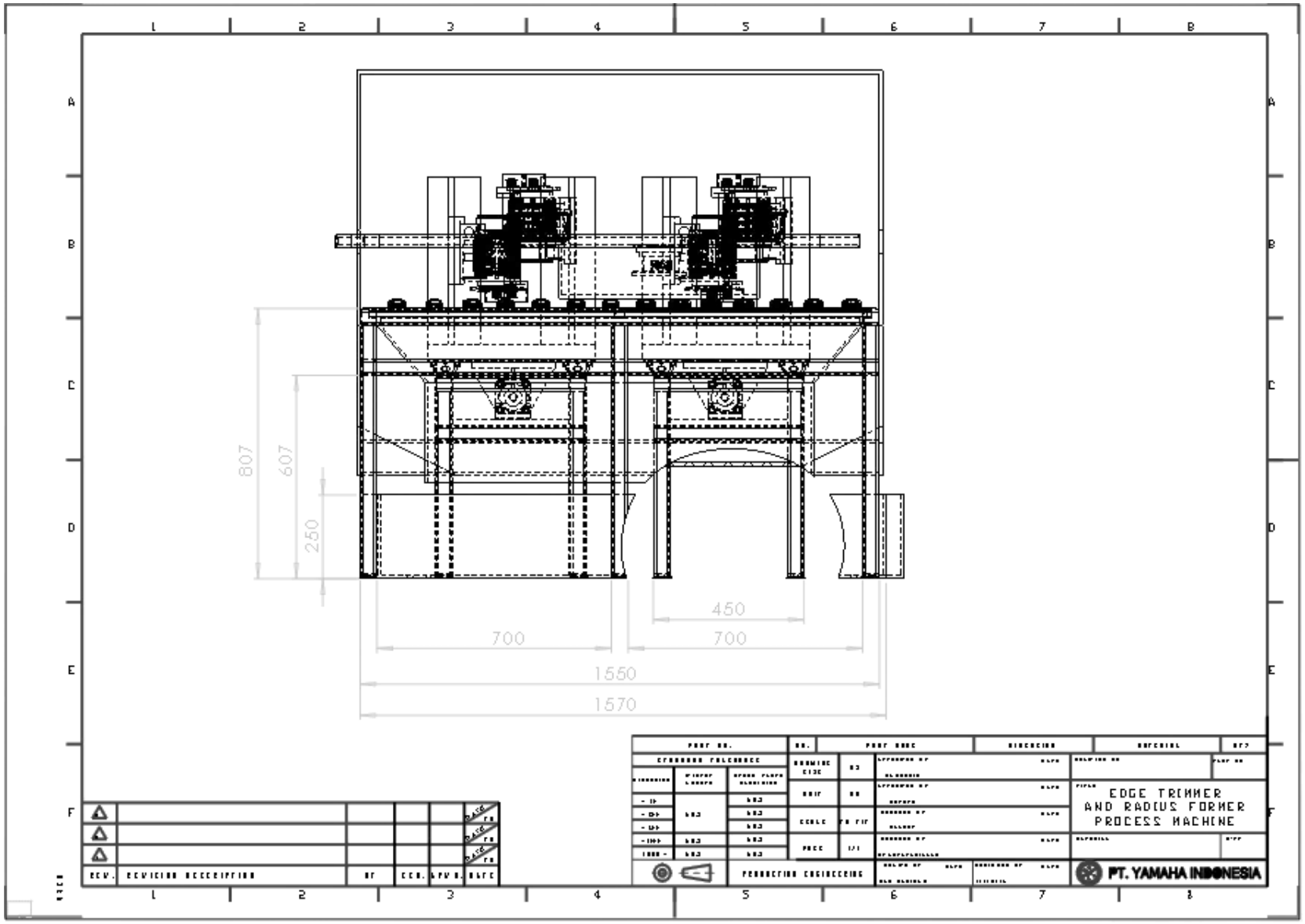
Rancangan Mesin Pengerjaan *Edge Trimmer* dan *Radius Former* (Tampak Samping)



Rancangan Mesin Pengerjaan *Edge Trimmer* dan *Radius Former* (Tampak Samping)



Rancangan Mesin Pengerjaan *Edge Trimmer* dan *Radius Former* (Tampak Depan)



Rancangan Mesin Pengerjaan *Edge Trimmer* dan *Radius Former* (Tampak Depan)

Lampiran 3

1. Informasi Kekuatan *Air Cylinder* Berdasarkan Diameter

SMC

AIR CYLINDER FORCE GUIDE

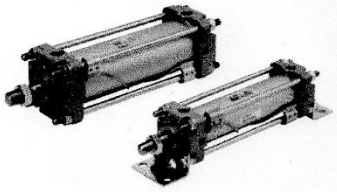
Cylinder Forces shown in the tables below are for both Extension and Retraction types. Lines in **bold** type show Extension Forces, using the full piston area. Lines in *Italic* type show Retraction forces with various S Size Piston Rods.

Bore Size	Rod Diameter	Effective Area	Pressure Differential Across Cylinder Ports (PSI)						
Inches	Inches	Inch²	25	50	75	100	125	150	lbsf
0.75	**None**	**0.44**	**11**	**22.1**	**33.1**	**44.2**	**55.2**	**66.3**	
	0.250	*0.39*	*9.8*	*19.6*	*29.5*	*39.3*	*49.1*	*58.9*	
	0.315	*0.36*	*9.1*	*18.2*	*27.3*	*36.4*	*45.5*	*54.6*	
0.88	**None**	**0.60**	**15**	**30.1**	**45.1**	**60.1**	**75.2**	**90.2**	
	0.250	*0.55*	*13.8*	*27.6*	*41.4*	*55.2*	*69*	*82.8*	
1.00	**None**	**0.79**	**19.6**	**39.3**	**58.9**	**78.5**	**98.2**	**117.8**	
	0.39	*0.67*	*16.6*	*33.3*	*49.9*	*66.6*	*83.2*	*99.9*	
1.06	**None**	**0.89**	**22.2**	**44.3**	**66.5**	**88.7**	**110.8**	**133**	
	0.312	*0.81*	*20.3*	*40.5*	*60.8*	*81*	*101.3*	*121.5*	
1.25	**None**	**1.23**	**30.7**	**61.4**	**92**	**122.7**	**153.4**	**184.1**	
	0.47	*1.05*	*26.3*	*52.7*	*79*	*105.4*	*131.7*	*158.1*	
	0.437	*1.08*	*26.9*	*53.9*	*80.8*	*107.7*	*134.6*	*161.6*	
1.50	**None**	**1.77**	**44.2**	**88.4**	**132.5**	**176.7**	**220.9**	**265.1**	
	0.437	*1.62*	*40.4*	*80.9*	*121.3*	*161.7*	*202.1*	*242.6*	
	0.625	*1.46*	*36.5*	*73*	*109.5*	*146*	*182.5*	*219.1*	
	0.63	*1.46*	*36.4*	*72.8*	*109.2*	*145.5*	*181.9*	*218.3*	
2.00	**None**	**3.14**	**78.5**	**157.1**	**235.6**	**314.2**	**392.7**	**471.2**	
	0.625	*2.83*	*70.9*	*141.7*	*212.6*	*283.5*	*354.3*	*425.2*	
	0.79	*2.65*	*66.3*	*132.6*	*198.9*	*265.1*	*331.4*	*397.7*	
2.50	**None**	**4.91**	**122.7**	**245.4**	**368.2**	**490.9**	**613.6**	**736.3**	
	0.625	*4.60*	*115*	*230.1*	*345.1*	*460.2*	*575.2*	*690.3*	
	0.79	*4.42*	*110.5*	*220.9*	*331.4*	*441.9*	*552.3*	*662.8*	
3.25	**None**	**8.30**	**207.4**	**414.8**	**622.2**	**829.6**	**1037**	**1244.4**	
	1.00	*7.51*	*187.8*	*375.5*	*563.3*	*751*	*938.8*	*1126.6*	
4.00	**None**	**12.57**	**314.2**	**628.3**	**942.5**	**1256.6**	**1570.8**	**1885**	
	1.00	*11.78*	*294.5*	*589*	*883*	*1178.1*	*1472.6*	*1767.1*	

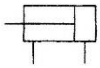
Pressures along the top of the tables do not represent air supply pressure; they are differential pressures across the two cylinder parts; in practice, the air supply line must supply another 5% of pressure to make up for cylinder loss and must supply another 25% ~ 50% additional pressure to make up for flow losses in lines and valving so the cylinder will have sufficient travel speed. For pressures not shown, use the effective areas in the third column as power factors, multiply effective area times differential pressure to obtain theoretical cylinder force.

Bore Size	Rod Diameter	Effective Area	Pressure Differential Across Cylinder Ports (Bar)									
mm	mm		2	3	4	5	6	7	8	9	10	Force Kgf
8	**None**	**0.50**	**1**	**1.5**	**2**	**2.5**	**3**	**3.5**	-	-	-	
	4	*0.38*	*0.8*	*1.1*	*1.5*	*1.9*	*2.3*	*2.6*	-	-	-	
10	**None**	**0.79**	**1.6**	**2.4**	**3.1**	**3.9**	**4.7**	**5.5**	-	-		
	4	*0.66*	*1.3*	*2*	*2.6*	*3.3*	*4*	*4.6*	-	-	-	
12	**None**	**1.13**	**2.3**	**3.4**	**4.5**	**5.7**	**6.8**	**7.9**	-	-	-	
	6	*0.85*	*1.7*	*2.5*	*3.4*	*4.2*	*5.1*	*5.9*	-	-	-	
16	**None**	**2.01**	**4**	**6**	**8**	**10.1**	**12.1**	**14.1**	-	-	-	
	6	*1.73*	*3.5*	*5.2*	*6.9*	*8.6*	*10.4*	*12.1*	-	-	-	
20	**None**	**3.14**	**6.3**	**9.4**	**12.6**	**15.7**	**18.8**	**22**	**25.1**	**28.3**	**31.4**	
	8	*2.64*	*5.3*	*7.9*	*10.6*	*13.2*	*15.8*	*18.5*	*21.1*	*23.8*	*26.4*	
25	**None**	**4.91**	**9.8**	**14.7**	**19.6**	**24.5**	**29.5**	**34.4**	**39.3**	**44.2**	**49.1**	
	10	*4.12*	*8.2*	*12.4*	*16.5*	*20.6*	*24.7*	*28.9*	*33*	*37.1*	*41.2*	
32	**None**	**8.04**	**16.1**	**24.1**	**32.2**	**40.2**	**48.3**	**56.3**	**64.3**	**72.4**	**80.4**	
	12	*6.91*	*13.8*	*20.7*	*27.6*	*34.6*	*41.5*	*48.4*	*55.3*	*62.2*	*69.1*	
40	**None**	**12.57**	**25.1**	**37.7**	**50.3**	**62.8**	**75.4**	**88**	**100.5**	**113.1**	**125.7**	
	16	*10.56*	*21.1*	*31.7*	*42.2*	*52.8*	*63.3*	*73.9*	*84.4*	*95*	*105.6*	
50	**None**	**19.63**	**39.3**	**58.9**	**78.5**	**98.2**	**117.8**	**137.4**	**157.1**	**176.7**	**196.3**	
	20	*16.46*	*33*	*49.5*	*66*	*82.5*	*99*	*115.5*	*131.9*	*148.4*	*164.9*	
63	**None**	**31.17**	**62.3**	**93.5**	**124.7**	**155.9**	**187**	**218.2**	**249.4**	**280.6**	**311.7**	
	20	*28.03*	*56.1*	*84.1*	*112.1*	*140.2*	*168.2*	*196.2*	*224.2*	*252.3*	*280.3*	
80	**None**	**50.27**	**100.5**	**150.8**	**201.1**	**251.3**	**301.6**	**351.9**	**402.1**	**452.4**	**502.7**	
	25	*45.36*	*90.7*	*136.1*	*181.4*	*226.8*	*272.1*	*317.5*	*362.9*	*408.2*	*453.6*	
100	**None**	**78.54**	**157.1**	**235.6**	**314.2**	**392.7**	**471.2**	**549.8**	**628.3**	**706.9**	**785.4**	
	30	*71.47*	*142.9*	*214.4*	*285.9*	*357.4*	*428.8*	*500.3*	*571.8*	*643.2*	*714.7*	

2. Spesifikasi Air Cylinder CA2



JIS symbol
Double acting type



Specifications

Bore size (mm)	40	50	63	80	100
Fluid	Air				
Action	Double acting				
Proof pressure	1.5 MPa				
Maximum operating pressure	1.0 MPa				
Ambient and fluid temperature	Without auto switch: –10 to 70°C* With auto switch: –10 to 60°C*				
Minimum operating pressure	0.05 MPa				
Piston speed	50 to 500 mm/s				
Cushion	Air cushion				
Stroke length tolerance	To 250: $^{+1.0}_{0}$, 251 to 1000: $^{+1.4}_{0}$, 1001 to 1500: $^{+1.8}_{0}$				
Lubrication	Not required (Non-lube)				
Mounting	Basic style, Foot style, Rod side flange style, Head side flange style Single clevis style, Double clevis style, Center trunnion style				

* With no freezing.

Standard Stroke

In case of a type with auto switch, please also refer to the table of minimum auto switch mounting strokes on pages 403 and 404.

(mm)

Bore size	Standard stroke*	Long stroke (L and F only)
40	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500	800
50, 63	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600	1200
80, 100	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700	ø80: 1400 ø100: 1500

* Intermediate strokes not listed above are produced upon receipt of order.

Rod Boot Material

Symbol	Rod boot material	Max. ambient temperature
J	Nylon tarpaulin	70°C
K	Heat resistant tarpaulin	110°C*

* Maximum ambient temperature for the rod boot itself.

Accessory

Mounting		Basic style	Axial foot style	Rod side flange style	Head side flange style	Single clevis style	Double clevis style	Center trunnion style
Standard equipment	Rod end nut	●	●	●	●	●	●	●
	Clevis pin	—	—	—	—	—	●	—
Options	Single knuckle joint	●	●	●	●	●	●	●
	Double knuckle joint (With pin)	●	●	●	●	●	●	●
	With rod boot	●	●	●	●	●	●	●

Made to Order Specifications

For details, please refer to pages 1373 to 1565.

Symbol	Specifications
-XA□	Change of rod end shape
-XB5	Oversized rod
-XB6	Heat resistant (150°C)
-XC3	Special port positions
-XC4	With heavy duty scraper
-XC5	Heat resistant (110°C)
-XC6	Piston rod and rod end nut made of stainless steel
-XC7	Tie-rod, cushion valve, tie rod nut, etc. made of stainless steel
-XC8	Adjustable stroke/Extension
-XC9	Adjustable stroke/Retraction
-XC10	Dual stroke/Double rod
-XC11	Dual stroke/Single rod
-XC12	Tandem type
-XC14	Change of trunnion bracket mounting position
-XC15	Change of tie-rod length
-XC22	Fluororubber seal
-XC27	Double clevis pin and double knuckle pin made of stainless steel
-XC28	Compact flange made of SS400
-XC29	Double knuckle joint with spring pin
-XC30	Rod side trunnion
-XC35	With coil scraper
-XC58	Water resistant/Built-in hard plastic magnet
-XC59	Fluororubber seal/Built-in hard plastic magnet
-XC65	-XC6 + -XC7
-X1184	Cylinder with heat-resistant reed auto switch

Refer to pages 401 to 406 for cylinders with auto switches.

- Minimum auto switch mounting stroke
- Proper auto switch mounting position (detection at stroke end) and mounting height
- Operating range
- Auto switch mounting bracket: Part no.

Minimum Stroke for Auto Switch Mounting

⚠ Caution

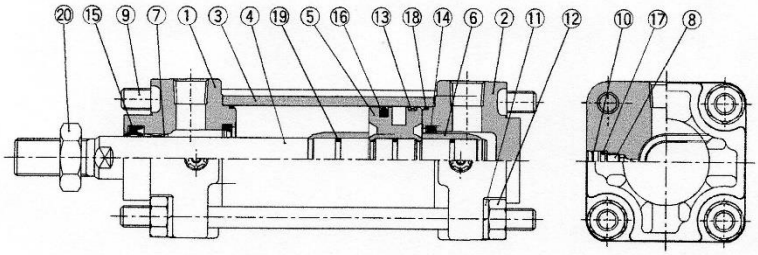
1. The minimum stroke for mounting varies with the auto switch type and mounting style of the cylinder. In particular, the center trunnion style needs careful attention. (For more information, refer to pages 403 to 404.)

Courtesy of Steven Engineering, Inc.-230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370-Main Office: (650) 588-9200-Outside Local Area: (800) 258-9200-www.stevenengineering.com

3. *Bill Of Material Air Cylinder* CA2

Series CA2

Construction



Component Parts

No.	Description	Material	Note
1	**Rod cover**	Aluminum die-casted	Metallic painted
2	**Head cover**	Aluminum die-casted	Metallic painted
3	**Cylinder tube**	Aluminum alloy	Hard anodized
4	**Piston rod**	Carbon steel	Hard chromium electroplated
5	**Piston**	Aluminum alloy	Chromated
6	**Cushion ring**	Aluminum alloy	Anodized
7	**Bushing**	Lead-bronze casted	
8	**Cushion valve**	Steel wire	Nickel plated
9	**Tie-rod**	Carbon steel	Zinc chromated
10	**Retaining ring**	Spring steel	
11	**Spring washer**	Steel wire	Chromated
12	**Tie-rod nut**	Rolled steel	Nickel plated
13	**Wear ring**	Resin	
14	**Cushion seal**	Urethane	
15	**Rod seal**	NBR	
16	**Piston seal**	NBR	
17	**Cushion valve seal**	NBR	
18	**Cylinder tube gasket**	NBR	
19	**Piston gasket**	NBR	O-ring
20	**Rod end nut**	Rolled steel	Nickel plated

Replacement Parts: Seal Kit

Bore size (mm)	Seal kit no. Air cylinder	Content
40	MB40-PS	Set of nos. above ⑭, ⑮, ⑯, ⑱.
50	MB50-PS	
63	MB63-PS	
80	MB80-PS	
100	MB100-PS	

* Seal kit includes ⑭, ⑮, ⑯ and ⑱. Order the seal kit based on each bore size.
* Do not disassemble the trunnion style. Refer to page 407.
* Seal kit includes a grease pack (ø40, 50: 10 g, ø63, 80: 20 g, ø100: 30 g). Order with the following part number when only the grease pack is needed.
Grease park part number: GR-S-010 (10 g), **GR-S-020** (20 g)

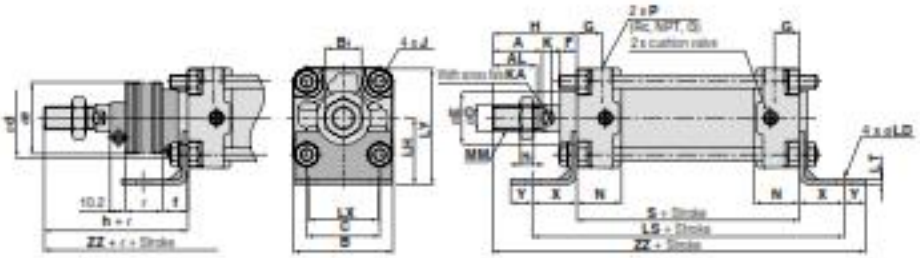
Courtesy of Steven Engineering, Inc.-230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370-Main Office: (650) 588-9200-Outside Local Area: (800) 258-9200-www.stevenengineering.com

4. Dimensi *Air Cylinder* CA2L

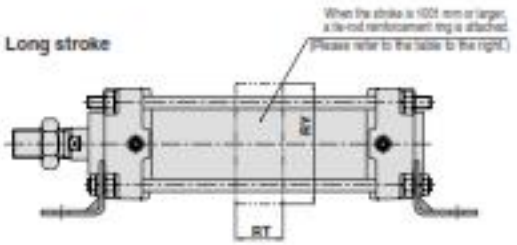
Series CA2

Axial Foot Style: CA2L

With rod boot



Long stroke



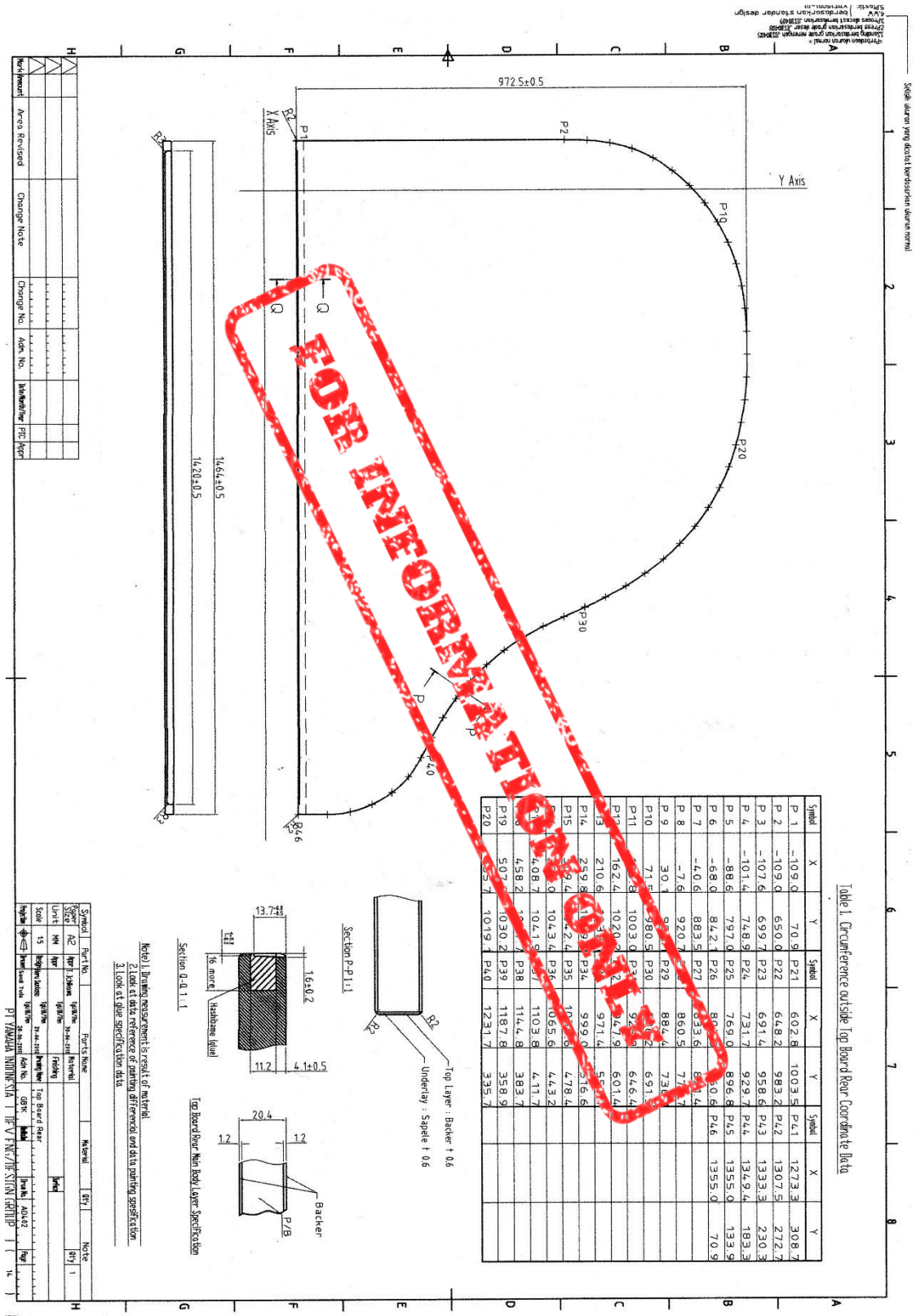
[mm]

Bore size (mm)	Stroke range (mm) Without rod boot	With rod boot	A	AL	B	B1	C	D	E	F	G	H1	J	K	KA	LD	LH	LS	LT
40	Up to 500	20 to 800	30	27	60	22	44	16	32	10	15	8	M8 x 1.25	6	14	9.0	40	138	3.2
50	Up to 1200	20 to 1200	35	32	70	27	52	20	40	10	17	11	M8 x 1.25	7	16	9.0	45	144	3.2
63	Up to 1200	20 to 1200	35	32	85	27	64	20	40	10	17	11	M10 x 1.25	7	16	11.5	50	160	3.2
80	Up to 1400	20 to 1400	40	37	102	32	76	25	52	14	21	13	M12 x 1.75	10	22	13.5	65	204	4.5
100	Up to 1500	20 to 1500	40	37	116	41	92	30	52	14	21	16	M12 x 1.75	10	26	13.5	75	212	6.0

Bore size (mm)	LX	LY	MM	N	P	S	X	Y	RT	RY	Without rod boot H	Without rod boot ZZ	With rod boot d	With rod boot e	With rod boot f	With rod boot h	With rod boot i	With rod boot ZZ
40	42	70	M14 x 1.5	27	1/4	84	27	13	—	—	51	175	56	43	11.2	59	1/4 stroke	183
50	50	80	M18 x 1.5	30	3/8	90	27	13	30	76	58	188	64	52	11.2	66	1/4 stroke	196
63	59	93	M18 x 1.5	31	3/8	98	34	16	40	92	58	206	64	52	11.2	66	1/4 stroke	214
80	76	116	M22 x 1.5	37	1/2	116	44	16	45	112	71	247	76	65	12.5	80	1/4 stroke	256
100	92	133	M26 x 1.5	40	1/2	126	43	17	50	136	72	256	76	65	14.0	81	1/4 stroke	267

SMC
Courtesy of Steven Engineering, Inc.-230 Ryan Way, South San Francisco, CA 94080-6370-Main Office: (650) 588-9200-Outside Local Area: (800) 258-6200-www.stevenengineering.com

Lampiran 4



Dimensi Kabinet *Top Board Rear Series Grand Piano*

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

SURAT KETERANGAN

No. : 054 /YI/ PKL /III/2017

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

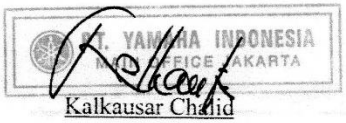
Nama	: SAD HARIMAS TRI SUNARYO
Nomor Induk Mahasiswa	: 13525049
Jurusan	: TEHNIK MESIN
Fakultas	: TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah selesai melaksanakan kegiatan magang dilingkungan / area divisi Production Engineering dengan topik " *Perancangan Mesin Edge Trimeer dan Radius Former pada pengerjaan Kabinet Top Board Rear Grand Piano di Bagian Wood Working PT. Yamaha Indonesia* ".
Penelitian dilaksanakan mulai Tanggal 05 September 2016 sampai dengan Tanggal 03 Maret 2017. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 03 Maret 2017

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chalid
Manager

CC: - Arsip

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

No. : 353 /YI / X / 16

Jakarta, 19 Oktober 2016

Kepada Yth.:
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang Km 14.5
Saleman
Yogyakarta

Hal. : Jawaban Permohonan PKL

Dengan hormat,

Sebagai jawaban berkenaan dengan Surat tentang Permohonan PKL, maka kam mengundang mahasiswa/i Bapak/ Ibu yaitu :

Nama / NIS : *1. Sad Harimas Tri Sunaryo / 13525049*
2. Muhammad Wahyu Putra Berlian / 13525026
3. Benny Satria Herlambang / 12525043
4. Asyharudin Wahyu Yudanto / 12525079

Untuk hadir dan memulai praktek kerja lapangan pada :
Tanggal. : 5 September 2016 – 28 February 2017
Waktu : - Pukul 07.00 s/d 16.00 [Senin ~ Kamis]
- Pukul 07.00 s/d 16.30 [Jum'at]
Tempat : PT. Yamaha Indonesia
Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta Timur.

Demikian hal ini kami sampaikan dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,
PT. YAMAHA INDONESIA

PT. YAMAHA INDONESIA MAIN OFFICE JAKARTA

Kalkausar Chalid
HRD Manager

C.C. : File
KC/s