

**Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Kelompok Proses Produksi
Music Desk AS Dengan Cara Membuat Mesin *Welding Insert Nut*
Otomatis Studi Kasus di PT. YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Ferdi Arrahman
No. Mahasiswa : 14525004
NIRM : 2014020329

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, Tuhan semesta alam. Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini merupakan hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya sebagai referensi. Apabila dikemudian hari terbukti pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia mengikuti hukuman ataupun sanksi apapun sesuai hukum yang diberlakukan Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 18 Juli 2018

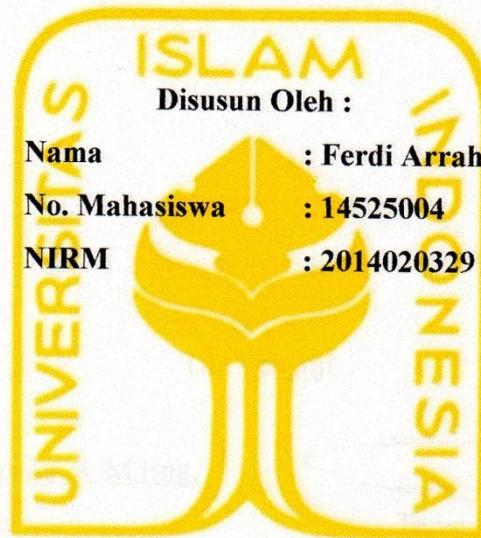


Ferdi Arrahman
14525004

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Kelompok Proses Produksi
Music Desk AS Dengan Cara Membuat Mesin Welding Insert Nut
Otomatis Studi Kasus di PT. YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Ferdi Arrahman

No. Mahasiswa : 14525004

NIRM : 2014020329

Yogyakarta, 18 Juli 2018

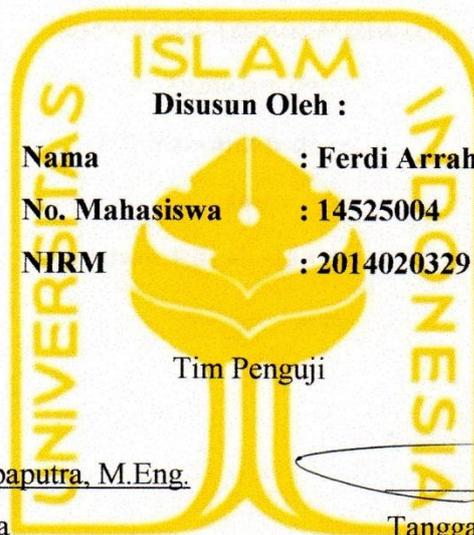
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Kelompok Proses Produksi *Music Desk* AS Dengan Cara Membuat Mesin Welding Insert Nut Otomatis Studi Kasus di PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Ferdi Arrahman

No. Mahasiswa : 14525004

NIRM : 2014020329

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng.

Ketua

Tanggal : 10/8/2018

Santo Ajie Dhewanto, ST., MM.

Anggota I

Tanggal : 10/8/2018

Arif Budi Wicaksono, ST., M.Eng

Anggota II

Tanggal : 10/8/2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Risdiono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah

Saya persembahkan tulisan ini untuk:

*Kedua orang tua, Bapak Dwí Saptoko dan Ibu Sri Widiati,
Kakak dan adik serta saudara-saudarku ,
Teman-teman Teknik Mesin U11 dan teman-teman PES '14,
Dosen-dosen Teknik Mesin U11,
Ruang 1.09,
PT. Yamaha Indonesia,
dan
Umat Rasulullah SAW.*

HALAMAN MOTO

BUKAN HEMAT PANGKAL KAYA

TAPI

SEDEKAH PANGKAL KAYA.

(Kajian ilmu ISLAM)

*KALAU KAMU TIDAK MAU SEKALI-KALI TERLIHAT BODDH
MAKA TIDAK AKAN ADA HAL BESAR YANG AKAN TERJADI
PADAMU*

(Dr. Gregory House)

DUNIA DI TANGANMU

AKHIRAT DI HATIMU

KEMATIAN DI TANGANMU

(Nasihat dari Imam Syafi'i)

ALLAH TIDAK HENDAK MENYULITKAN KAMU

(Q.S Al-Maidah, Ayat 6)

*KALAU KAMU TIDAK MAU SEKALI-KALI TERLIHAT BODDH
MAKA TIDAK AKAN ADA HAL BESAR YANG AKAN TERJADI
PADAMU*

(Dr. Gregory House)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Assalamu'alaikum warahmatullahi wa barakatuhuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin. Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Meningkatkan Efisiensi Kerja Pada Kelompok Proses *Produksi Music Desk AS* Dengan Cara Membuat Mesin *Welding Insert Nut* Otomatis Studi Kasus di PT. YAMAHA INDONESIA”. Laporan Tugas Akhir ini ditulis berdasarkan apa yang telah dilakukan di PT. YAMAHA INDONESIA selama waktu yang telah ditentukan, yaitu dimulai sejak 4 September 2017 hingga 28 Februari 2018. Laporan ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Pelaksanaan dan Penyusunan laporan ini bisa berjalan dengan lancar tak lepas karena bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya, Dwi Saptoko dan Sri Widiati serta saudara saya yang selalu memberikan dukungan dan doa.
2. Bapak H. Syamsuddin D.S Selaku Wakil Presiden Direktur PT. Yamaha Indonesia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia.
3. Bapak Faizin selaku Manager Departement Production Engineering PT. Yamaha Indonesia.
4. Bapak Muhammad Syafatahillah, Bapak Yusuf dan rekan kerjanya lainnya dalam satu kantor yang sudah membantu dan membimbing serta berbagi pengalaman hidupnya selama penulis menjadi siswa latihan di PT. Yamaha Indonesia,
5. Taufik, Satria, Rahmat Nafi'an, Heksan, Alex dan Memei selaku karyawan Production Engineering PT. Yamaha Indonesia yang telah memberi pengetahuan dilapangan.

6. Bapak Dr. Eng. Risdiyono ST., M.Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng selaku Dosen Pembimbing yang telah memberi banyak bantuan saran kepada penulis agar dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia.
8. Teman-teman PES'14 dan Tembesu yang merupakan teman satu angkatan selama masa SMA dimana selalu menemani saya sejak awal kuliah.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini bisa bermanfaat untuk semua pihak. Namun penulis menyadari banyak kekurangan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, baik konten ataupun tata cara penulisannya. Maka dari itu kritik ataupun saran yang bersifat membangun sangatlah penulis harapkan untuk kemudian hari.

Billahitaufiq walhidayah,

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuhu.

Yogyakarta, 18 Juli 2018

Penulis,

Ferdi Arrahman

ABSTRAK

Hal-hal yang melatarbelakangi penulisan ini diawali dengan adanya pembengkokan pada solder mesin *insert nut* dan aktivitas kaizen untuk efektivitas maupun efisiensi kerja. Dengan menggunakan metode pengamatan dan diskusi kelompok maka hasil observasi menunjukkan adanya perlakuan kerja operator terhadap mesin yang kurang sesuai dengan petunjuk kerja. Memang perilaku tersebut dapat membuat kerja operator menjadi lebih cepat, tetapi juga membuat operator terus mengulangnya sehingga berdampak buruk pada solder. Selain itu, daya tahan solder pun kurang baik karena pada dasarnya solder tersebut bukan alat pemanas yang berfungsi untuk menerima gaya tekan. Maka dari itu dibuatlah sebuah mesin *insert nut* dengan mekanisme pergerakan otomatis sehingga mampu mengatasi dan mencegah terjadinya pembengkokkan pada solder sekaligus mempercepat proses kerja lebih dari 10 detik dan mampu mengefisienkan waktu kerja operator hingga 90 detik atau 72.5% dari total waktu kerja terhadap mesin serta mampu

Kata kunci: CNC, desain produk, efektivitas, efisiensi, *insert nut*, otomasi, waktu standar kerja.

ABSTRACT

The background of this thesis began with the solder's bending that exist on insert nut machine, and kaizen activity that supports of efektiviness and work efficiency. With observation and group discussion, the results showed that there was a small discrepancy work by operator to machine against the work instruction. Indeed, the discrepancy work was toward the working process faster, but also kept the operator did it repeatly, then it caused the solder defect. Furthermore, resistance power of solder was not proper because the solder as heater was not made to receive the high force. Sumarry, the insert nut machine was made by automatically in its mechanism so that machine was being able to solve and prevent the solder's bendings from returning and at the same, shorten time of working process over 10 secconds and operator's working time efficiently up to 90 second or 72.5 % from working time of the machine

Keyword: *CNC, product design, effectiveness efficiency, insert nut, automation, work standard time.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Moto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian dan Perancangan	3
1.5 Manfaat Penelitian dan Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	4
2.2.1 Deformasi	4
2.2.2 <i>Standard Time</i>	5
2.2.3 Sistem Otomasi	5
2.2.4 KAIZEN	8
2.2.5 PLC (<i>Progamable Logic Control</i>)	9
2.2.6 Mengenal <i>CNC Router</i>	10
Bab 3 Metode Penelitian	11

3.1	Alur Penelitian	11
3.2	Data Observasi	12
3.2.1	<i>Layout</i> dan Tahapan Produksi	12
3.2.2	Kabinet <i>Music desk</i>	15
3.2.3	Mesin <i>Insert Nut</i>	16
3.2.4	Desain Mesin <i>Welding Insert nut (before)</i>	17
3.2.5	Petunjuk Kerja	19
3.2.6	Skema dan Perilaku Terhadap Mesin	22
3.2.7	Lama Waktu Proses Kerja <i>Insert Nut (before)</i>	24
3.2.8	Solder Sebagai Komponen Utama Mesin.....	27
3.3	Otomatisasi Sebagai Solusi Alternatif Penanganan Masalah	28
3.4	Pertimbangan Dalam Mendesain	30
3.4.1	Mekanisme pergerakan.....	30
3.4.2	Konstruksi.....	31
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	34
4.1	Hasil Perancangan.....	34
4.2	Proses Kerja Mesin	35
4.3	Pengujian	37
4.4	Lama Waktu Proses Kerja <i>insert nut (after)</i>	38
Bab 5	Penutup.....	40
5.1	Kesimpulan	40
5.2	Kelebihan dan Kekurangan daripada Mesin <i>Insert Nut (after)</i>	40
5.3	Saran untuk Penelitian Selanjutnya	40
Daftar Pustaka	42
Lampiran	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1 petunjuk kerja mesin <i>insert nut music desk (before)</i>	19
Tabel 2 perbandingan waktu proses kerja antara operator dan mesin <i>insert nut (before)</i>	25
Tabel 3 Lama waktu suhu solder normal kembali.....	26
Tabel 4 perbandingan waktu proses kerja antara operator dan mesin <i>insert nut (after)</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 permasalahan pada mesin insert nut.....	2
Gambar 2-1 elemen sistem otomasi.....	6
Gambar 2-2 tingkatan otomasi	7
Gambar 2-3 bagian-bagian CNC Router	10
Gambar 3-1 alur proses penelitian.....	11
Gambar 3-2 denah kelompok proses produksi <i>music desk</i>	12
Gambar 3-3 gambar teknik music desk B1	13
Gambar 3-4 UP Right Piano Model B1	15
Gambar 3-5 desain <i>music desk</i> tampak samping (B1 kiri, B2/ B3 kanan)	16
Gambar 3-6 penampakan <i>nut music desk</i>	17
Gambar 3-7 tuas pendorong (atas), Solder 32 watt (bawah)	18
Gambar 3-8 foto mesin <i>insert nut (before)</i>	19
Gambar 3-9 skema kerja mesin <i>insert nut</i>	22
Gambar 3-10 langkah kerja proses merekatkan <i>nut (before)</i>	23
Gambar 3-11 beban kerja karyawan, kelompok proses produksi <i>music desk</i>	27
Gambar 3-12 cara kerja kontrol suhu solder mesin <i>insert nut</i>	27
Gambar 3-13 langkah kerja proses merekatkan <i>nut (before)</i>	29
Gambar 3-14 aktuator (<i>cylinder pneumatic</i> , kiri dan motor <i>stepper</i> , kanan)	30
Gambar 3-15 pergerakan sumbu Z (Horizontal)	31
Gambar 3-16 pergerakan sumbu Y (vertical)	32
Gambar 4-1 desain mesin yang siap diwujudkan	34
Gambar 4-2 mesin <i>insert nut</i> yang telah difabrikasi.....	35
Gambar 4-3 PLC yang sedang mengatur jarak dan frekuensi	36
Gambar 4-4 diagram flow chart program PLC.....	36
Gambar 4-5 proses uji coba mesin terhadap kabinet B1	37
Gambar 4-6 hasil uji coba mesin <i>insert nut (after)</i>	37

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Yamaha Indonesia merupakan bagian dari perusahaan Yamaha Corporation, Jepang. Berdiri pada 27 Juni 1974 dan mulai memproduksi berbagai macam alat musik seperti piano, electone, dan pianika. Sejak oktober 1998, perusahaan ini hanya berfokus pada pembuatan piano saja, baik *grand* piano ataupun *upright* piano. Perusahaan ini berlokasi di Jalan Rawagelam I, No. 5 Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur dengan luas area sebesar 17.305 m² dan sudah mengeksport sebagian hasil produksinya ke Asia, Eropa, dan Amerika.

Dalam proses produksi sebagian besar menggunakan kayu sebagai bahan utamanya. Tetapi tetap saja ada suatu kabinet atau suatu bagian dari piano yang berbahan selain kayu, yaitu plastik. Salah satu contoh produk yang berbahan plastik adalah kabinet *music desk* UP Right Piano. Untuk memproduksi kabinet tersebut menggunakan mesin *insert nut*. Sebagai bagian dari perusahaan Jepang yang sudah lama menerapkan filosofi kaizen maka perusahaan selalu mendukung segala aktivitas yang berhubungan dengan eksistensi perusahaan. Menjaga eksistensi perusahaan tidak cukup dengan menangani masalah saja, tetapi kualitas kerja perlu ditingkatkan.

Adapun masalah yang dialami pada mesin *insert nut* ialah setiap 7 hari dan 30 hari ujung (*tip*) solder dan batang solder harus diganti (*maintenance*) agar proses produksi tetap berjalan. Hal ini terjadi dikarenakan bentuk soldernya yang membengkok. Disamping itu kualitas kerja pasti berhubungan dengan efektifitas ataupun efisiensi kerja mesin. Oleh sebab itu solusi terhadap masalah seperti diatas tidak hanya sebatas mengobati kerusakan melainkan mencegah kerusakan sekaligus meningkatkan kualitas kerja mesin.



Gambar 1-1 permasalahan pada mesin insert nut

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana permasalahan seperti pada Gambar 1-1 bisa terjadi?
2. Bagaimana desain mesin yang baik agar mampu terhindar dari kerusakan seperti gambar 1-1 ?
3. Bagaimana desain mesin yang mampu memaksimalkan efisiensi ataupun efektifitas kerjanya?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyelesaian tugas akhir agar lebih terfokus dan terarah adalah sebagai berikut:

1. Pengamatan dilakukan hanya pada kelompok proses produksi *music desk AS* di PT. Yamaha Indonesia.
2. Mendesain sebuah alat menggunakan *software solidwork 2016*.
3. Rangka mesin mengacu pada mesin sebelumnya.
4. Material konstruksi mesin mengacu pada katalog.
5. Tidak membahas rangkaian kawat maupun *ladder diagram* PLC.
6. Tidak menghitung gaya yang diberikan operator
7. Desain, fabrikasi, dan uji layak pakai mesin.

1.4 Tujuan Penelitian dan Perancangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengatasi pembengkokan solder yang terjadi pada mesin *insert nut*.
2. Meningkatkan efektifitas dan/ atau efisiensi kerja.

1.5 Manfaat Penelitian dan Perancangan

Adapun manfaat dengan adanya penelitian dan perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Bisa terhindar dari permasalahan mesin yang terjadi seperti pada gambar 1-1.
2. Peningkatan efisiensi dan/atau efektivitas waktu proses pengerjaan pemasangan *nut*.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini diuraikan dalam 5 bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya:

1. Bab I merupakan bab pembuka 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 alur dan metode observasi serta dilengkapi dengan solusi atas pemecahan masalah.
4. Bab IV berisikan hasil penelitian yang telah dicapai disertai pengujian pembahasannya.
5. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya terkait kekurangan maupun kelebihan pada mesin

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Mesin adalah peralatan yang digerakan oleh suatu kekuatan atau tenaga yang dipergunakan untuk membantu manusia dalam mengerjakan produk atau bagian-bagian produk tertentu [9]. Bisa juga diartikan bahwa mesin adalah sebuah alat yang mampu mengirim ataupun mengubah energy sehingga alat tersebut bisa membantu pekerjaan manusia dalam menjalankan tugasnya.

Mesin *insert nut music desk* ialah alat yang dimiliki yang oleh PT. Yamaha Indonesia dan digunakan untuk memproduksi *music desk upright piano*. Mesin ini beroperasi dengan baik. Akan tetapi mesin ini sedikit bermasalah karena setiap 7 hari dan 30 hari harus mengganti komponen tertentu pada mesin *welding insert nut*. Permasalahan tersebut mendorong aktivitas kaizen untuk mengembangkan alat tersebut. Seperti mesin bor yang membantu pekerjaan manusia dalam membuat suatu lubang. Mesin bor yang banyak ditemui di PT. Yamaha Indonesia yang dioperasikan secara manual cenderung sering mematahkan pahatnya jika berhadapan dengan benda kerja yang keras. Dan memungkinkan dapat operator melukai dirinya sendiri. Maka dari itu mesin bor dikembangkan dan diotomasi sehingga kegagalan-kegagalan mesin bor manual bisa dihindari.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Deformasi

Dalam ilmu sains material, deformasi merujuk pada segala perubahan dalam bentuk atau ukuran suatu objek dikarenakan adanya sebuah pemberian gaya dan/ atau adanya perubahan temperatur. Adanya sebuah gaya yang bekerja menyebabkan adanya transfer energi melalui pekerja. Gaya yang diberikan bisa berupa gaya tekan, gaya tarik, gaya geser, dan momen (torsi). Begitu juga dengan adanya perubahan temperatur maka transfer energi melalui panas.

Seperti yang dijelaskan pada hukum kekekalan energi bahwa energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan. Maka ini berarti dalam sebuah sistem tertutup pun mengandung sejumlah energi. Jika dikaitkan dengan penjelasan paragraf diatas maka deformasi terjadi karena adanya penambahan energi dalam suatu sistem. Energi tersebut berasal dari lingkungan sistem yang masuk/ berpindah melalui gaya atau panas. Seperti halnya tubuh kita, energi pada tubuh kita berasal dari energi alam yang berpindah melauai makanan. Makan dalam porsi berlebih maka tubuh kita akan membesar (obesitas). Begitu juga pada besi, pemberian sebuah energi berlebih maka bentuk dan ukuran besi berubah. Inilah yang disebut dengan deformasi plastis [5].

2.2.2 Standard Time

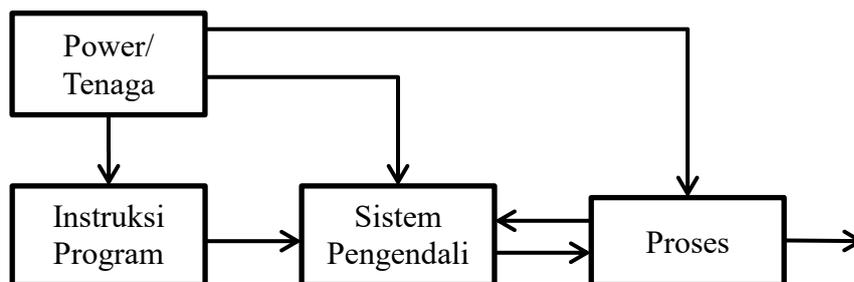
Time study adalah analisis suatu pekerjaan yang spesifik, dilakukan oleh pekerja yang telah memenuhi syarat dalam rangka menentukan metode terbaik dalam hal waktu dan usaha. Akumulasi *time study* dibuat untuk menentukan *standar time* (ST) atau waktu standar. Selain itu banyak kegunaan lainnya yang dapat dimanfaatkan seperti peningkatan target produktivitas pekerja, mengeliminasi pemborosan, meningkatkan kualitas produk ataupun menjadikan proses kerja lebih efisien [1].

Salah satu cara mengukur waktu kerja ialah dengan pengukuran waktu secara langsung dimana pengukuran dilakukan ditempat pekerjaan yang sedang berlangsung. Adapun salah satu metode pengukuran dengan cara ini ialah menggunakan *stopwatch* atau jam henti. Pengukuran waktu menggunakan metode ini pertama kali diperkenalkan oleh Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini cocok untuk dilakukan pada pekerjaan yang berulang dan hasil pengukuran akan dijadikan waktu baku (*standard time*) bagi semua pekerja yang mengerjakan pekerjaan yang sama [8].

2.2.3 Sistem Otomasi

Pada 1765, sistem otomasi digunakan dikembangkan dan digunakan pada mesin uap James Watt. Dengan memanfaatkan gaya sentrifugal yang dihasilkan dari putaran poros maka bola-bola yang menggantung akan mengayun seolah-olah

akan terlempar jauh dari lintasannya. Saat bola-bola tersebut terayun ke atas maka katup akan terbuka dan sebaliknya. Mekanisme ini dinamakan *flying-ball governor*. Contoh yang lain adalah mesin tenun Joseph Jacquard. Pada 1800-an Dia membuat instruksi program berupa piringan berlubang sehingga benang akan diarahkan sesuai lubang agar membentuk gambar pola. Dari kedua contoh tersebut maka sistem otomasi terdiri dari beberapa elemen, yakni sumber tenaga, instruksi, sistem kontrol.



Gambar 2-1 elemen sistem otomasi

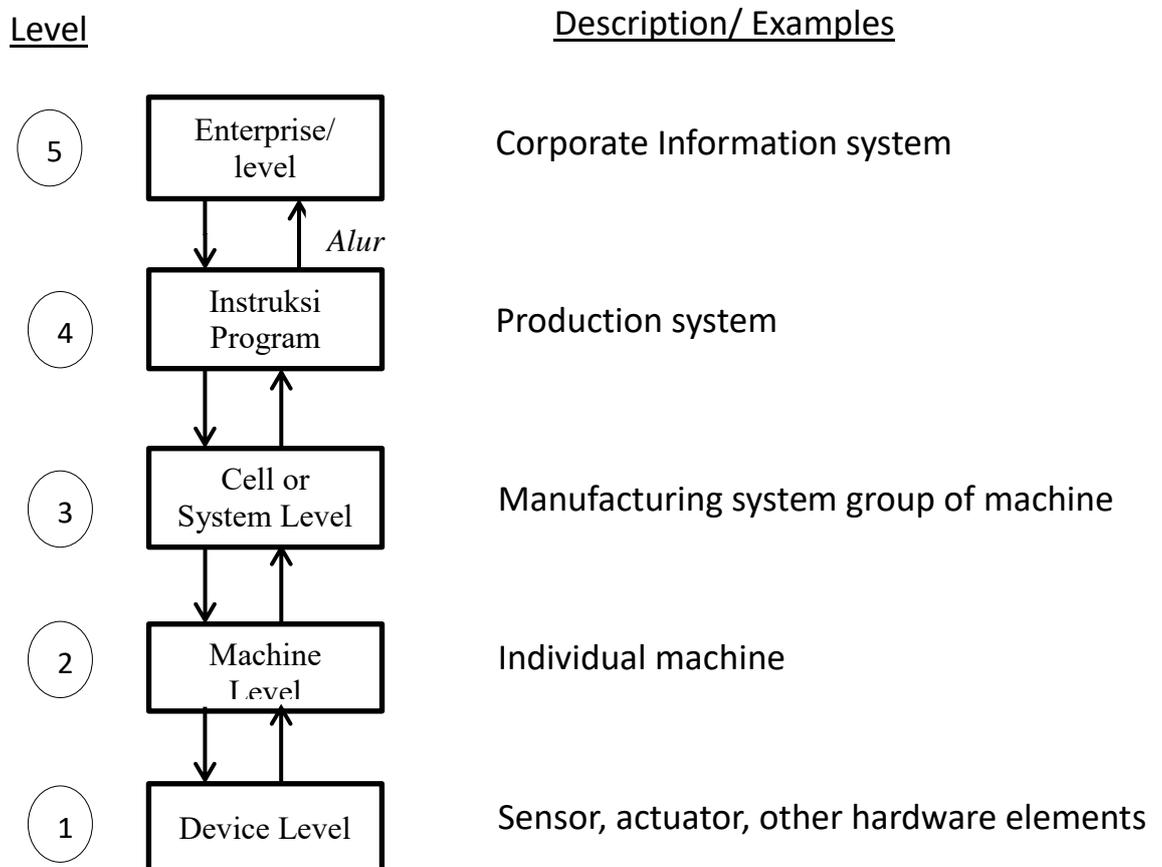
Salah satu hal yang mendasari banyak orang yang awalnya bekerja dengan sistem mekanisasi lalu berpindah ke sistem otomasi ialah dikarenakan sistem otomasi tidak membutuhkan operator sebagai pekerja. Mekanisasi adalah mesin (biasanya ditenagai manusia) untuk menggantikan tugas manusia (biasanya berupa tugas yang berhubungan dengan fisik), tetapi manusia tetap dibutuhkan karena manusia memiliki indra (*sensor*). Sedangkan otomasi merujuk pada sistem yang menggunakan sejumlah perlengkapan untuk menggantikan tugas manusia yang sama tanpa pengawasan manusia langsung.

Dalam pengertiannya sistem otomasi sangatlah luas. Mudahnya ialah mengurangi keterlibatan manusia dalam proses produksi. Dengan begitu sistem otomasi dikelompokkan menjadi beberapa tingkatan [4], yakni :

1. *Device level* merupakan tingkatan terendah yang meliputi sensor, actuator, dan komponen lain yang membangun suatu mesin.
2. *Machine level* merupakan gabungan daripada *device level* menjadi mesin individu, misal CNC, mesin *conveyor*, dan sebagainya. Pada tingkat ini fungsi

pengendalian meliputi pelaksanaan langkah-langkah dalam program dengan benar.

3. *Cell or system level* merupakan sistem manufaktur yang beroperasi dibawah instruksi skala pabrik. Tingkatan ini adalah sebuah grup yang terdiri dari mesin-mesin pada stasiun kerjanya dan telah didukung dengan sistem pengiriman materialnya.
4. *Plant level* merupakan tingkatan yang bekerja dengan mendapatkan instruksi dari sistem informasi perusahaan berupa rencana proses produksi meliputi pemrosesan order, pengendalian persediaan, perencanaan kebutuhan material, proses produksi dan juga pengendalian kualitas.
5. *Enterprise level* merupakan tingkatan tertinggi dimana bekerja untuk mengatur perusahaan itu sendiri meliputi pemasaran dan penjualan, akuntansi, desain, riset dan segala yang berhubungan dengan perusahaan.



Gambar 2-2 tingkatan otomasi

2.2.4 KAIZEN

Konsep kaizen sudah seperti mendarah daging pada orang-orang Jepang sehingga seringkali mereka tidak menyadari apa yang mereka lakukan terhadap perbaikan. Dengan melibatkan semua golongan yang ada pada suatu perusahaan, dari jabatan paling tinggi hingga jabatan terendah. Kaizen adalah filosofi Jepang yang mengartikan perbaikan terus-menerus dengan menggunakan semacam teknik yang efektif. Sebuah filosofi yang mengajarkan agar tidak pernah puas pada apa yang sudah kita lakukan, minggu lalu atau bulan lalu.

Institut Kaizen mendefinisikan Kaizen sebagai istilah Jepang untuk perbaikan yang terus menerus. Dengan menggunakan akal sehat serta ketelitian, metode ilmiah data kontrol kualitas dan adaptasi norma-norma organisasi serta menjaga pekerja dan pihak manajemen agar fokus tanpa kesalahan. Sebuah

Perbaikan mulai dilakukan setelah munculnya suatu masalah kecil dalam sebuah organisasi. Masalah itu berkembang disekitar perubahan-perubahan yang melibatkan semua orang dan sangat tergantung pada tim lintas fungsi yang bisa diberdayakan untuk menyingkirkan status quo.

Menurut M. Imai, seorang praktisi ada tiga pilar dalam Kaizen, yakni *housekeeping*, *waste elimination*, dan standarisasi [6].

1. *Housekeeping* dikenal dengan istilah Jepang “*Gemba*” yang berarti tempat kerja. Artinya sebelum seseorang melangkah lebih jauh dalam proses perbaikan berkelanjutan maka seseorang tersebut harus merasakan bagaimana kerja nyata di tempat tersebut.

Didalam pelaksanaannya, 5S adalah metode yang digunakan sebagai alat penilaian. 5S itu sendiri sudah sering kita kenal, yaitu *seiri* (ringkas), *seiton* (rapi), *seiso* (resik), *seiketsu* (rawat), dan *shitsuke* (rajin).

2. *Waste elimination* bisa diartikan mengeliminasi/ menyingkirkan pemborosan. Di Jepang dikenal dengan kata “*Muda*” yang berarti pemborosan. Pemborosan yang sering terjadi dikemas dalam istilah “7 Waste”, yaitu produksi yang berlebihan, terlalu banyak menyimpan material, kecacatan produksi, gerakan yang tidak diperlukan, proses kerja yang tidak diperlukan, beban kerja tidak merata, dan transportasi material.

3. Standarisasi. Standarisasi diatur oleh pihak manajemen dimana mereka juga harus mengetahui kondisi dilapangan kerja. Perusahaan harus mengulas dan memperbaiki standar kerja secara periodik, mengumpulkan dan analisis data kecacatan, dan selalu mendorong tim untuk ikut berpartisipasi dalam aktivitas mengatasi masalah. Suatu ketika sebuah standar kerja sudah diikuti tetapi ada kemunculan tanda-tanda deviasi. Para pekerja tahu bahwa ada suatu masalah disana, lalu karyawan-karyawan akan mengulas standar juga memperbaikinya atau menyarankan pihak manajemen untuk mengubah dan meningkatkan standar kerja. Itu adalah sebuah proses yang tiada akhir sehingga dalam menjelaskannya akan lebih baik dengan menampilkannya sebagai siklus PDCA (*plan-do-check-action*).

2.2.5 PLC (*Progammable Logic Control*)

PLC merupakan suatu piranti elektronik yang beroperasi secara digital untuk menjalankan fungsi-fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses, fungsi pewaktu, fungsi aritmatika, dan fungsi lainnya. Fungsi-fungsi ini diprogram sebagai instruksi dan disimpan kedalam sebuah memori didalam PLC. Program tersebut bisa dibuat melalui komputer atau secara langsung melalui monitor PLC. Pembuatan program di komputer akan lebih cepat dan saat beroperasi PLC dapat mengawasi jalannya proses pengendalian sehingga dapat dengan mudah mengenali urutan kerja (*work sequence*).

Sama seperti sebuah computer dimana PLC juga memiliki sebuah CPU yang merupakan otak dari PLC. CPU terdiri dari 3 bagian, yaitu mikroprosesor, memori dan catu daya. Mikroprosesor berfungsi untuk operasi matematika maupun logika. Memori untuk proses penyimpanan dan pengiriman instruksi. Catu daya berfungsi untuk mengubah tegangan listrik bolak-balik menjadi tegangan listrik searah.

Saat itu terjadi pada tahun 1960-an dimana saat itu panel relay kontrol sangat besar dan banyak hingga tinggi panelnya melebihi tinggi seorang manusia rata-rata. Awalnya PLC digunakan untuk menggantikan peralatan konvensional tersebut karena selain bisa menghemat tempat yaitu jika ada kerusakan pada panel maka proses perbaikan jauh lebih singkat dan biayanya bisa lebih murah. Akan

tetapi penggunaan PLC tidak bisa disembarang tempat. Hal ini terjadi karena rangkaian elektronik didalam PLC akan sangat sensitif bahkan akan rusak jika digunakan pada lingkungan yang panas atau vibrasi yang tinggi.

Pada tahun 1980-an harga sebuah PLC sangat mahal, namun saat ini harganya relatif lebih murah. Mengingat penggunaan PLC yang semakin luas, terutama dibidang industri membuat para pebisnis mengembangkan PLC sedemikian rupa sehingga penggunaannya tidak membutuhkan adaptasi yang begitu lama [7].

2.2.6 Mengenal *CNC Router*

CNC Router umumnya merupakan mesin yang sama seperti mesin perkakas lainnya, yaitu mesin bubut (*turning*) dan/ atau mesin penggiling (*milling/ frais*). Mesin *CNC router* menggunakan kontrol elektronik untuk mengarahkan sistem mekaniknya [3]. Dengan cara ini maka sangat memungkinkan akurasi dan presisi lebih baik dibandingkan kontrol manusia. *CNC router* bisa bergerak dalam 3 arah yang mana biasanya bersumbu X, Y, dan Z. Ketiga sumbu tersebut biasa kita kenal dengan arah atas-bawah, kiri-kanan, dan maju-mundur. Setiap sumbu pada mesin *CNC* menggunakan sistem penggerak seperti motor, *lead/ ball screw* dan rel lurus. Tapi pada dasarnya semua mesin yang proses kerjanya dikendalikan oleh komputer disebut mesin *CNC* [2].

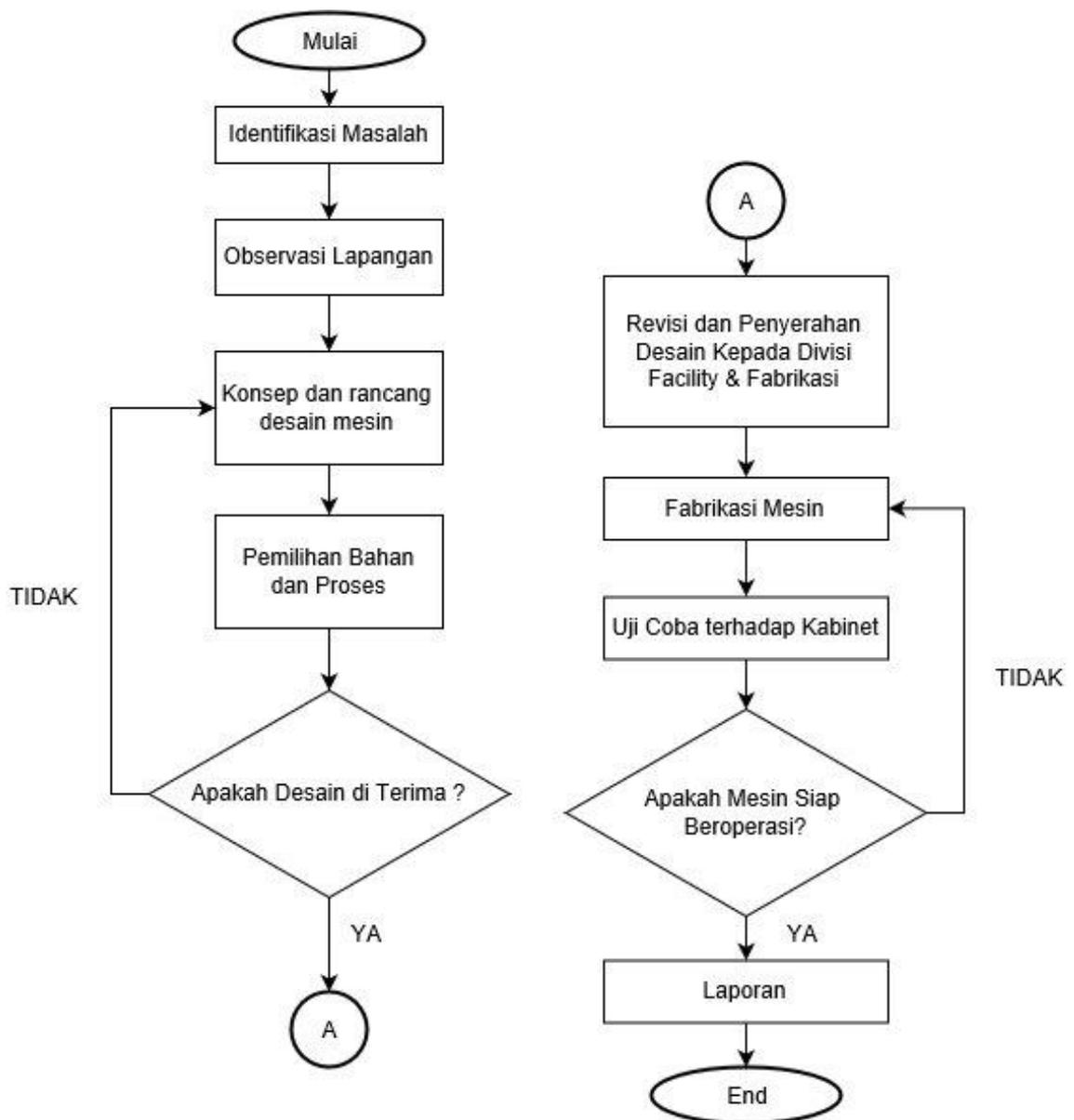


Gambar 2-3 bagian-bagian *CNC Router*

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian berupa bagan yang menerangkan alur dari pada tahapan dalam penelitian ini. Berikut diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1 alur proses penelitian

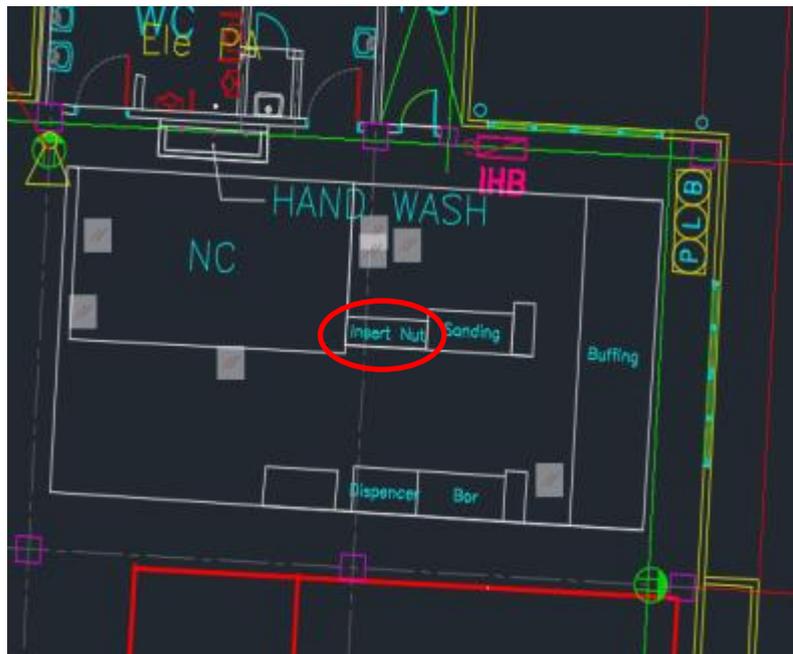
3.2 Data Observasi

Dalam proses penyelesaian masalah, perlu dilakukan beberapa tahapan observasi lapangan. Observasi lapangan bertujuan untuk mengumpulkan segala data penelitian yang diperlukan. Selanjutnya akan diidentifikasi permasalahannya guna menentukan konsep desain mesin. Adapun peralatan-peralatan pendukung dalam melakukan observasi seperti buku beserta pulpen untuk menghindari lupa, mistar ukur, dan kamera digital yang sangat menentukan keberhasilan daripada tugas ini.

Adapun data yang ditulis merupakan hal-hal yang bersifat penting untuk menentukan. Berikut data-data penelitian yang selanjutnya diidentifikasi permasalahannya baik sebagai bahan pertimbangan ataupun konsep dasar perancangan

3.2.1 Layout dan Tahapan Produksi

Lingkaran merah pada gambar dibawah ini merupakan area mesin *insert nut* dengan luas 1200 mm x 600 mm. Berikut denah kelompok proses produksi *music desk* PT. Yamaha Indonesia.



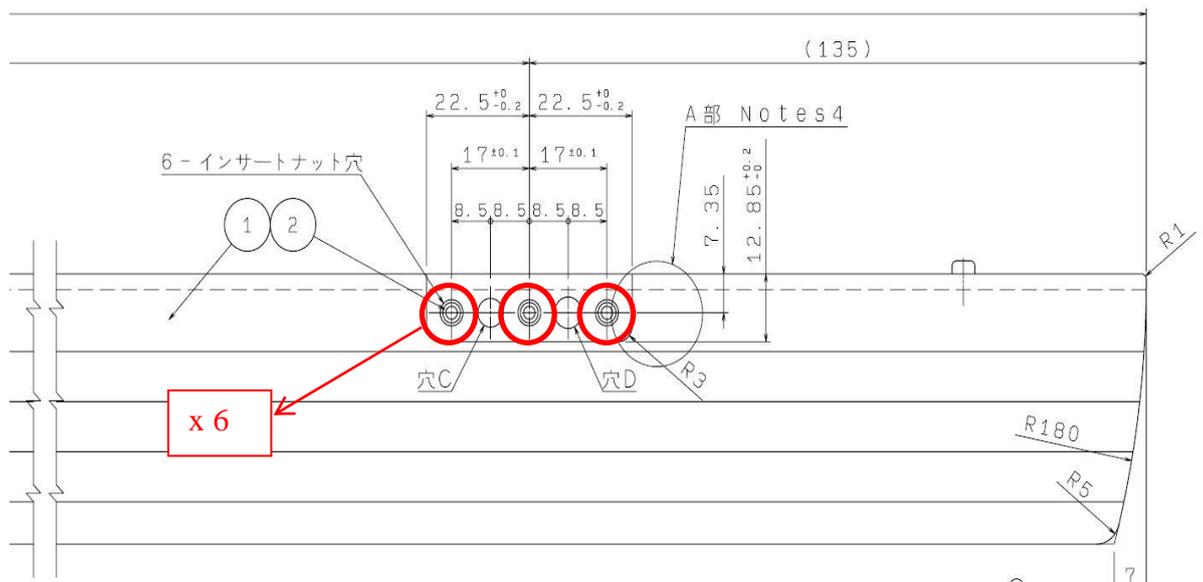
Gambar 3-2 denah kelompok proses produksi *music desk*

Layout produksi adalah ruang tempat berlangsungnya segala proses kerja. Proses produksi *music desk* berlangsung di lantai 4 *factory* 3. Kondisi ruangan dipenuhi angin segar yang bersirkulasi melalui jendela yang terbuka untuk demi kesehatan karyawan.

Gambar diatas menerangkan sebuah denah tempat berlangsungnya proses produksi *music desk*. Tulisan berwarna biru didalam kotak putih besar pada gambar tersebut menyatakan proses yang tergabung dalam pembuatan *music desk*. Dalam pembuatannya, ada lima tahap kerja dari awal *import music desk* hingga *packing music desk*. Berikut tahapan produksi sesuai urutan pekerjaan :

1. NC Machine

NC mesin merupakan sebuah proses yang pertama kali setelah *unpacking music desk*. Proses ini merupakan proses *milling* untuk menciptakan 6 buah lubang sedalam 4.5 mm pada permukaan atas *music desk*. Lubang tersebut digunakan sebagai tempat melekatnya *nut*. Selain itu, proses ini juga diperlukan untuk membuang/memotong bagian karena hal itu tidak diperlukan pada *music desk*.



Gambar 3-3 gambar teknik music desk B1

2. *Insert Nut*

Proses selanjutnya yaitu pemasangan *nut*. Proses ini bertujuan untuk merekatkan *nut* pada *music desk*. Yang selalu diperhatikan dalam proses ini adalah kabinet yang diproses tidak boleh menjadi cacat yang dikarenakan proses pemasangan *nut*. Jika itu terjadi maka kabinet tersebut tidak bisa diperbaiki. Operator-operator yang bersangkutan dalam proses ini menginformasikan bahwa kegagalan yang terjadi pada umumnya seperti permukaan kabinet disekitar hasil pemasangan *nut* menjadi tukak. Selain itu permukaan *nut* dan kabinet tidak rata (posisi *nut* terlalu dalam ataupun posisi nut timpang sebelah).

3. *Sanding dan Buffing*

Pada sisi kiri *music desk* terdapat permukaan kasar karena adanya proses pemotongan saat melewati proses *NC Machine* sehingga diperlukan proses *sanding*. Proses ini juga bisa disebut proses mengamplas pada bagian permukaan yang kasar ataupun lecet. Berbagai amplas yang digunakan mulai dari kekasaran 380p hingga 1000p.

Proses selanjutnya adalah sebuah *roll* berbahan kain yang berputar pada porosnya dan bergesekan pada permukaan *music desk* akan menghilangkan debu-debu bekas amplas dan menghilangkan lecet ataupun kusam. Proses ini disebut proses *buffing*. Kedua proses ini merupakan pasangan yang tidak bisa dipisahkan. Dimana ada proses *sanding* pasti selanjutnya adalah proses *buffing*. Proses *buffing* merupakan proses untuk mengkilapkan permukaan. Maka dari itu setelah permukaan yang di-*sanding* sudah halus maka harus permukaannya harus dibuat mengkilap dengan melalui proses *buffing*.

4. *Single Bore*

Karena kabinet *music desk* dan *fallboard UP Right Piano* dihubungkan menggunakan engsel maka salah satu diantara mereka harus diberi bantalan karet untuk mencegah terjadinya lecet saat kedua kabinet ini kontak satu sama lain. Bantalan karet itu disebut *rubber button* karena bentuknya seperti tombol-tombol kecil dan bahannya terbuat dari karet. Jika dilihat Gambar 3-3 pandangan atas,

rubber button diletakkan dibagian belakang *music desk* tepatnya yang dilingkari nomor tiga.

Sebelum *rubber button* ditempel menggunakan lem, proses sebelumnya adalah proses *drilling* vertikal menggunakan mesin *single bore*. Mesin ini adalah mesin konvensional maka banyak dijual dipasaran. Tetapi yang membedakan adalah JIG yang dibuat khusus untuk menggenggam *music desk* agar proses membuat lubang tepat pada posisinya.

5. Proses *Dispencer*

Proses terakhir dalam pembuatan *music desk* adalah *dispencer*. *Dispencer* merupakan proses untuk merekatkan *rubber button* kedalam lubang yang sudah dibuat oleh mesin *single bore*. Proses ini dilakukan secara manual disetiap lubang. Terdapat tiga buah *rubber button* dalam setiap *music desk* tipe B1/B3 maupun tipe B2.

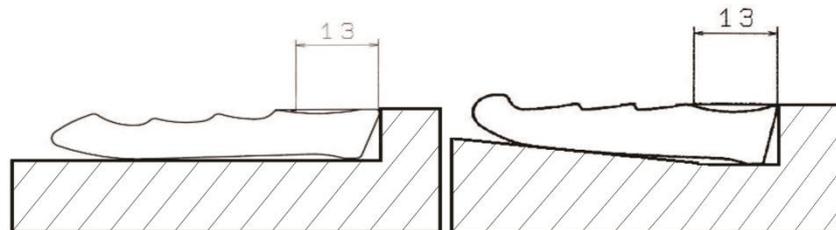
3.2.2 Kabinet *Music desk*

Music desk adalah sebuah kabinet yang digunakan untuk menaruh sesuatu seperti buku, partitur *music*, lirik lagu atau bahkan saat ini di era millennium banyak orang memanfaatkan *music desk* untuk menyandarkan gadget mereka. Jika pemusik tersebut sudah mahir dalam memainkan sebuah lagu maka biasanya ia tidak memerlukan lagi sebuah *music desk*, tapi jika pemusik tersebut masih dalam tahap mempelajari musik tertentu maka ia membutuhkan *music desk* untuk membantunya dalam mempelajari sebuah lagu.



Gambar 3-4 UP Right Piano Model B1

Telah diketahui bahwa *music desk* adalah kabinet yang berfungsi sebagai tempat meletakkan buku saat bermain musik. *Music desk* yang diproses pada kelompok kerja ini adalah *music desk* upright piano dengan tipe B1, B2, dan B3. Ketiga kabinet ini memiliki panjang 650mm dan untuk desain kabinet tipe B1 dan B3 secara keseluruhan adalah sama. Dengan kata lain saat itu ada dua tipe saja yang diproses, yakni B1 dan B2. Kedua kabinet ini memiliki panjang yang sama, yaitu 650 mm. Perbedaan B1 dan B2 yang paling berpengaruh ialah kemiringan sisi permukaan bawah *music desk* B2. Perbedaan ini ditunjukkan pada Gambar 3-5 namun belum bisa diselesaikan hanya dengan satu jig saja sehingga mengharuskan mesin memiliki dua buah jig.



Gambar 3-5 desain *music desk* tampak samping (B1 kiri, B2/ B3 kanan)

3.2.3 Mesin *Insert Nut*

Mesin *welding insert nut* adalah salah satu mesin yang digunakan memproduksi *music desk*. Fungsi mesin ini ialah untuk merekatkan *nut* pada *music desk*. Berikut gambar yang menerangkan bentuk *nut* yang digunakan.



Gambar 3-6 penampakkan *nut music desk*

Perekatan *nut* tersebut harus kuat sehingga nantinya akan berpasangan dengan baut dan engsel yang ditempatkan dipermukaan dalam *fallboard upright* piano. Kriteria utama sebuah *nut* adalah bisa menghantarkan panas. Maka dari itu *music desk* menggunakan *nut* berbahan dasar kuningan. Bahan tersebut memiliki konduktivitas termal lebih baik, yaitu lebih dari $120 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Sedangkan sebagai acuan saja jika dibandingkan dengan besi yang memiliki konduktivitas termal berkisar pada angka $80 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$. Semakin besar nilai konduktivitas maka semakin baik pula menghantarkan panas. Selain itu kriteria lainnya adalah bisa merekat dengan plastik. Maka dari itu selain berbahan kuningan *nut* ini juga memiliki sisik pada permukaan selimutnya agar gesekan antara nut dan plastik semakin besar sehingga *nut* sulit untuk dilepaskan.

3.2.4 Desain Mesin *Welding Insert nut (before)*

Desain mesin *welding insert nut* berawal dari inovasi *Yamaha Corporation* dan diterapkan di PT. Yamaha Indonesia. Mesin ini memiliki berbagai komponen seperti solder, pengontrol suhu, jig dan tuas naik turun. Jig berfungsi sebagai alat yang membantu operator untuk memposisikan lubang nut tepat dibawah solder. Sedangkan solder berfungsi sebagai pemanas yang suhunya dikontrol agar tidak lebih dari yang dibutuhkan. Tuas ini digerakan oleh tenaga manusia. Tuas

tersebut sering digunakan oleh banyak orang untuk mencekam sebuah mesin bor agar bisa bergerak naik dan turun seperti pada Gambar 3-7.



Gambar 3-7 tuas pendorong (atas), Solder 32 watt (bawah)

Mesin ini berdiri diatas meja kerja 1000 mm x 500 mm yang terbuat dari kayu dan ditopang oleh rangka besi *hollow* setinggi 800 mm. Mesin ini dilengkapi dengan saklar *ON/OFF* yang juga bisa berfungsi layaknya tombol *emergency*. Selain itu mesin ini diberikan *timer* sebagai pewaktu hitung mundur dengan harapan agar hasil pekerjaan konsisten.



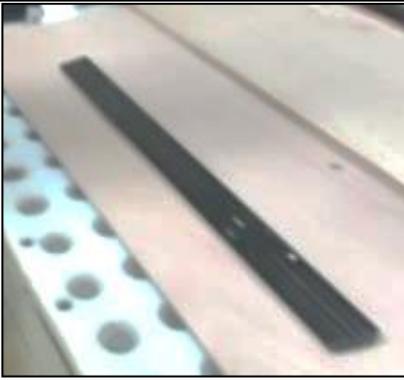
Gambar 3-8 foto mesin *insert nut* (before)

3.2.5 Petunjuk Kerja

Ketika seseorang mengoperasikan sesuatu pada sebuah alat maka pastilah alat tersebut memiliki petunjuk untuk dioperasikan. Apabila melakukan sesuatu tanpa memiliki petunjuk maka pastilah hal buruk yang akan terjadi. Begitupula dalam sebuah lingkup besar seperti PT. Yamaha Indonesia. Mereka memiliki dasar ilmu ketika melakukan sesuatu seperti mengoperasikan sebuah mesin. Hal ini mirip seperti saat seseorang membeli sebuah handphone baru dan didalam dusnya ada selemba kertas berisi petunjuk kerja.

Tabel 1 petunjuk kerja mesin *insert nut music desk* (before)

No.	Foto	Deskripsi
1.		<p>Siapkan <i>Mesin Welding Insert Nut</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pastikan kondisi mesin dengan baik • Pastikan kondisi jig pada meja mesin tidak rusak • Pastikan nilai suhu pada

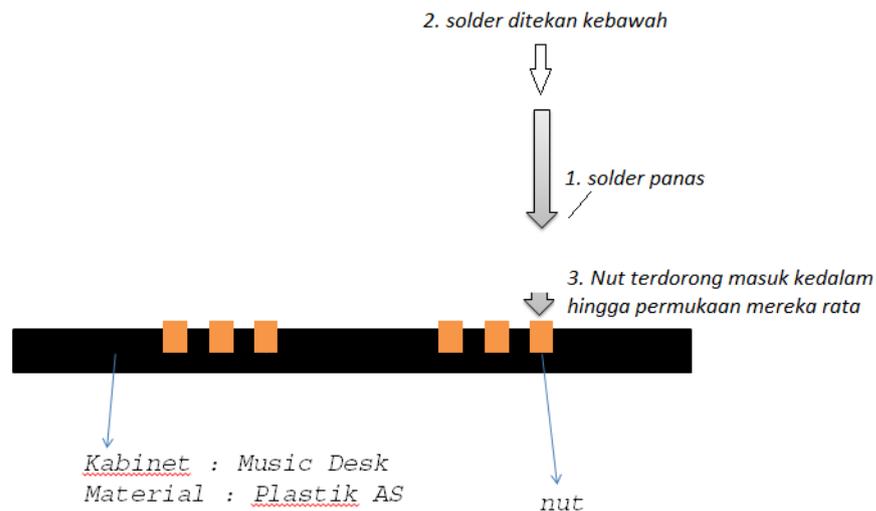
		<p>panel kontrol menunjukkan angka 420°C atau lebih.</p>
2.		<p>Siapkan <i>music desk AS</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pastikan kondisi <i>music desk AS</i> tidak dekok, gompal, atau melengkung • <i>Music desk AS</i> sudah memiliki 6 lubang <i>insert nut</i>.
3.		<p>Siapkan <i>nut</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Permukaan luar <i>nut</i> tidak cacat • Ulir dalam <i>nut</i> tidak rusak/aus.
4.		<p>Siapkan <i>digital timer</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pastikan <i>display</i> dan <i>alarm</i>-nya berfungsi dengan baik. • Atur waktu mundur selama 5 detik

5.		<p>Pasang <i>nut</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Masukkan <i>nut</i> satu persatu kedalam lubang pada <i>music desk AS</i>. 2. Letakkan <i>music desk AS</i> diatas jig dan arahkan lubang <i>nut</i> tepat dibawah solder. 3. Turunkan tuas mesin <i>welding</i> sehingga ujung solder masuk kedalam lubang <i>nut</i>, lalu tekan tombol <i>start</i> pada <i>timer</i>. 4. Turunkan tuas <i>welding</i> secara perlahan hingga seluruh permukaan <i>nut</i> sama rata terhadap permukaan <i>music desk AS</i>. 5. Angkat tuas <i>welding</i> setelah <i>timer</i> menunjukkan angka nol.
6.		<p>Periksa hasil pemasangan <i>nut</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toleransi kedalaman permukaan <i>nut</i> terhadap <i>music desk AS</i> sebesar 0.1-0.5 mm. • <i>Music desk AS</i> tidak rusak setelah proses <i>insert nut</i>.

7.		<p>Letakkan kembali <i>music desk AS</i> kedalam rak</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permukaan rak yang bersentuhan dengan <i>music desk AS</i> dilapisi <i>felt</i> (Material tekstil) agar tidak lecet. • Pastikan rak tidak melebihi kapasitas penyimpanan <i>music desk AS</i>.
----	---	--

3.2.6 Skema dan Perilaku Kerja Operator Terhadap Mesin

Skema Kerja Mesin



Gambar 3-9 skema kerja mesin *insert nut*

Dilihat dari hasil observasi sebelumnya maka mesin ini bekerja untuk cara menghantarkan panas menggunakan solder. Solder tersebut akan menghantarkan panas ke semua permukaan *nut* yang berbahan kuningan sehingga *music desk* akan mencair karena berbahan dasar plastik. Disaat itu juga solder mendorong *nut* masuk menembus permukaan *music desk* sampai permukaannya rata satu dengan yang lainnya.

Berdasarkan petunjuk kerja maka diketahui bahwa ada 6 langkah yang berhubungan dengan proses memasang *nut* dengan menggunakan mesin *welding insert nut*. Untuk memudahkan pemahaman, pada dasarnya langkah-langkah tersebut dikelompokkan menjadi 3 tahapan proses saja, yakni :

1. Persiapan : Menyiapkan lalu memasukan nut satu persatu di setiap lubang pada permukaan kabinet kerja (kotak 1 dan 2 pada gambar 3-10).
2. Lakukan : Panaskan *nut* sambil ditekan menggunakan solder selama 3-5 detik (kotak 3,4, dan 5 pada gambar 3-10).
3. periksa : periksa hasil pemasangan sehingga permukaan atas *nut* berada didalam lubang tidak lebih dari 0.5 mm (kotak 6 pada gambar 3-10).



Gambar 3-10 langkah kerja proses merekatkan *nut* (before)

Perlu dipahami bahwa pada kotak 3, 4, dan 5 merupakan bagian dari skema kerja mesin yang berulang-ulang. Petunjuk kerja mengatakan bahwa solder mesin dioperasikan ketika suhu sudah mencapai 420°C. Hal ini adalah kondisi

saat langkah proses kerja pada kotak 3 dijalankan. Akan tetapi kondisi tersebut kadang terlewatkan secara tidak sengaja. Yaitu tuas mesin diturunkan padahal panas yang tertera belum mencapai angka 420°C bahkan jauh dibawah angka tersebut.

Panas yang belum mencapai angka 420°C akan membutuhkan gaya tekan yang berbeda ketika panas sudah mencapai 420°C atau lebih. Sejatinya semakin panas maka plastik menjadi semakin lebih lunak. Maka semakin panas maka operator tidak akan menekan tuas terlalu keras. Sedangkan jika panas dibawah angka 420°C maka operator harus menekan tuas lebih kuat. Dengan kata lain jika panas sudah mencapai angka 420°C atau lebih (toleransi) maka solder akan menerima tekanan yang lebih kecil dari pada saat panas belum mencapai angka 420°C sehingga pembengkokkan pada batang dan tip solder bisa dihindari.

Selain memperburuk solder, kondisi yang terlewatkan tersebut juga membuat proses kerja dapat diselesaikan dengan lebih singkat karena mampu menghemat waktu lebih dari 10 detik disetiap pemasangan nut. Waktu yang cukup banyak ini sering membuat operator **menyengajakan** kondisi tersebut untuk dilewatkan karena operator ingin proses selesai dengan cepat. Kondisi ini terus berulang hingga semua *nut* pada setiap *music desk* terpasang dengan rapi.

3.2.7 Lama Waktu Proses Kerja *Insert Nut (before)*

Untuk waktu proses kerja pengamat menggunakan *handycam* disetiap kali mengamati situasi dan kondisi. Setiap kali proses kerja *insert nut* membutuhkan waktu sekitar 134 detik (Tabel 1) Ini adalah waktu standar yang diperoleh dari hasil pengamatan. Selama 80 detik diantaranya digunakan secara bersama-sama (mesin dan operator). Sedangkan mesin menunggu selama 54 detik tersisa ketika operator bekerja sendirian. Berikut tabel yang menerangkan perbandingan waktu antara operator dan mesin *insert nut (before)*.

Tabel 2 perbandingan waktu proses kerja antara operator dan mesin *insert nut (before)*

【Tabel Isian M- M Chart】 Aktual

Waktu [detik]	Operator		Mesin Solder	
	Simbol	Isi pekerjaan	Simbol	Isi pekerjaan
22	Yellow	Memposisikan NUT	Pink	
7		Memposisikan cabinet diatas Jig		
80	Green	Proses welding NUT	Green	Proses Welding NUT
22	Yellow	Pengecekan kedalaman insert NUT	Pink	
3		Menyimpan Cabinet		

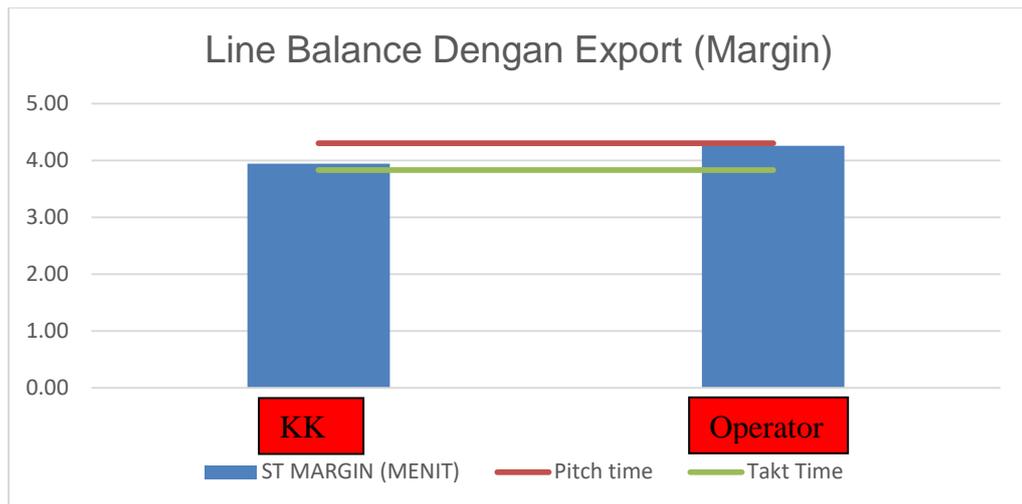
Total	134	Persentase (%)	134	Persentase (%)
Sendiri	54	40%	0	0%
Bersama	80	60%	80	7%
Menunggu	0	0%	54	40%

Menunggu panas solder hingga mencapai angka 420°C termasuk dalam kategori operator dan mesin bekerja bersama-sama. Jika dilihat pada Tabel 2 waktu tempuh kenaikan suhu terlama hingga 40 detik. Nilai ini adalah nilai yang muncul hanya satu kali sehingga tidak bisa mencari rataan waktu tempuh kenaikan suhu solder. Ini bukanlah keputusan yang bijak untuk menentukan waktu kerja bersama-sama. Sedangkan pada Tabel 3 nilai kenaikan suhu tercepat sekaligus nilai yang sering muncul adalah 11 detik dengan toleransi 1 detik. Maka cukup bijak jika 80 detik proses perekatan *nut* tersusun dari waktu proses mendorong *nut* (3-5 detik) dan waktu tempuh kenaikan suhu solder (11 detik, toleransi 1 detik) dikalikan jumlah *nut*. Berikut tabel yang merincikan lama waktu kembali suhu solder dari titik rendah dan kembali normal (420°C).

Tabel 3 Lama waktu suhu solder normal kembali

Lama Waktu Suhu Solder Kembali Normal				
No.	To(°C)	T1(°C)	Selisih Waktu t(sekon)	Suhu Max Reload (°C)
1	395	420	11	423
2	391	420	11	423
3	391	420	12	423
4	390	420	10	423
5	391	420	20	423
6	390	420	36	423
7	391	421	22	423
8	391	420	40	423
9	392	420	11	426
10	393	420	10	427
11	390	420	9	430
12	396	420	9	430

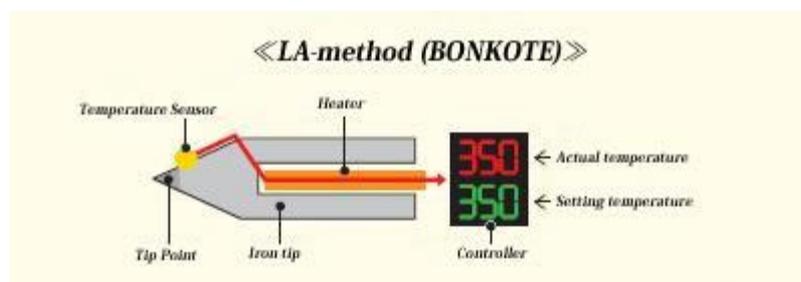
Data hasil pengamatan menunjukkan 60 persen waktu kerja *insert nut* digunakan secara bersama-sama padahal disaat yang sama, pada kenyataannya operator juga menangani proses di NC *machine* untuk kabinet selanjutnya sehingga operator sangat sibuk. Disisi lain produksi perhari yang cukup banyak akan menambah jumlah tekanan yang dirasakan oleh operator. Ketidakrataan beban kerja juga berdampak pada psikologis seseorang. Berikut grafik *line balancing* atau grafik beban kerja karyawan yang menunjukkan hampir 30 detik perbedaan beban kerja mereka disetiap produk. Jika target semakin banyak maka semakin banyak pula perbedaan beban kerja yang dirasakan.



Gambar 3-11 beban kerja karyawan, kelompok proses produksi *music desk*

3.2.8 Solder Sebagai Komponen Utama Mesin

Mesin *welding insert nut* menggunakan solder BONKOTE TB-150 dengan daya 30 watt. Solder ini memiliki keunggulan dimana mampu mengontrol suhu agar selalu tetap terjaga pada angka yang kita inginkan. Kontrol suhu sangat diperlukan agar tetap menjaga kualitas *music desk*. Dilihat dari sistem kerja mesin *insert nut* maka akan kurang sesuai pengaplikasian solder jika dibandingkan dengan yang semestinya. Solder tersebut tidak diperuntukkan bekerja dengan menerima tekanan. Tidak juga diperuntukkan untuk digunakan pada kondisi yang penuh hembusan angin. Bahkan jika solder sekedar ditiup menggunakan mulut maka suhu bisa berkurang hingga 5° C.



Gambar 3-12 cara kerja kontrol suhu solder mesin *insert nut*

(Sumber: en.bonkote.co.jp)

Seorang sales sekaligus konsultan dari produk ini juga mengatakan bahwa penggunaan solder seperti pada mesin *welding insert nut* adalah ide kreatif yang patut dicoba karena semua orang berfikir bahwa solder hanya berhadapan dengan timah panas. Beda halnya dengan mesin *welding insert nut* yang digunakan untuk mencairkan plastik demi menenggelamkan *nut* didalam plastik itu sendiri.

3.3 Otomatisasi Sebagai Solusi Alternatif Penanganan Masalah

Pada dasarnya faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan sebuah mesin dibagi menjadi dua kategori, yakni faktor yang datang dari lingkungan dan faktor internal. Pada mesin *welding insert nut* ditemukan 3 penyebab kerusakan mesin, yakni:

1. Daya tahan material tip dan batang solder yang mungkin kurang tepat.
2. Lama waktu kembali suhu solder dari titik rendah kembali normal (420°C).
3. Perlakuan kerja operator terhadap mesin yang kurang sesuai petunjuk kerja.

Nomor 1 dan 2 dikategorikan sebagai faktor yang datang dari “dirinya sendiri” atau faktor internal dimana tip maupun batang solder tidak mampu menahan gaya tekan karena pada dasarnya solder itu hanya digunakan untuk memanaskan, tidak untuk memberi ataupun menerima gaya tekan. Selain itu, lama waktu suhu solder untuk kembali normal yang cukup lama sehingga membuat operator mengabaikan petunjuk kerja, yakni operator bekerja saat suhu dibawah 420°C. Maka dari itu material dan bahan penyusun tip dan batang solder harus diganti yang lebih baik sehingga solder mampu menahan gaya tekan sekaligus mampu mempercepat waktu kenaikan suhunya.

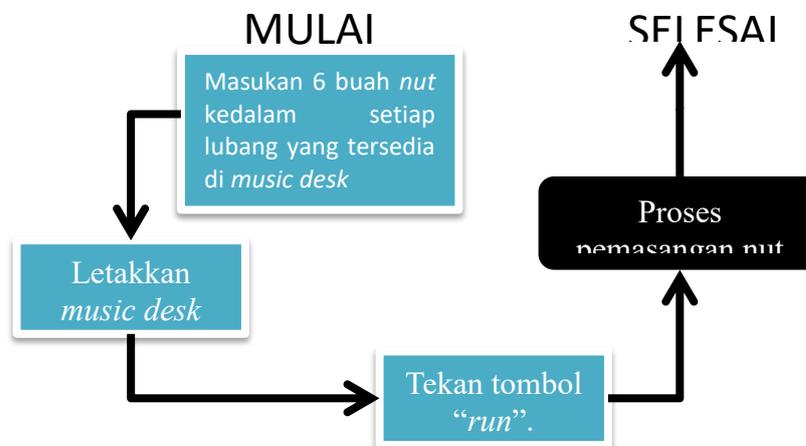
Pekerjaan operator yang mengabaikan petunjuk kerja atau kurang sesuai dengan petunjuk kerja seperti pada nomor 3 dikarenakan selain faktor internal diatas, juga dipengaruhi oleh faktor yang datang dari lingkungan. Faktor tersebut ialah beban kerja operator yang besar dan lama waktu proses pengerjaan pemasangan *nut*. Proses pengerjaan pemasangan *nut* yang lama dikarenakan lama waktu suhu solder kembali normal. Maka dari itu solusi atas penyebab permasalahan diatas adalah dengan membuat mesin *insert nut* tersebut bergerak secara otomatis. Dengan demikian mesin akan bergerak sesuai petunjuk kerja dan mengurangi aktivitas kerja operator sehingga mesin mampu mengurangi beban

kerjanya sekaligus mampu bergerak konsisten untuk menjaga kestabilan gaya tekan yang diterima solder.

Dalam rangka mengubah konsep desain mesin agar pergerakannya otomatis maka langkah selanjutnya ialah *meeting* guna mendapatkan persetujuan dari orang-orang yang bersangkutan. Adapun hasil *meeting* yang merupakan kriteria utama mesin sebagai berikut:

1. Mesin beroperasi secara otomatis ketika angka suhu sudah menunjukkan 420°C.
2. Mesin mampu membuat waktu proses menjadi lebih singkat.
3. Ada penambahan satu buah kabinet *music desk* tipe U1 yang akan diproses dengan mesin baru. Kabinet ini memiliki desain yang lebih panjang, yakni 900 mm (250 mm lebih panjang daripada B1 dan B2). Kabinet ini memiliki sisi permukaan yang datar sehingga dimungkinkan bisa menggunakan jig tipe B1 yang disesuaikan panjangnya. Oleh karena itu mesin juga didesain lebih panjang.
4. Selalu mengutamakan kesehatan dan keselamatan kerja (K3).

Jika pada gambar 3-10 (hal. 23) terdapat 6 proses pemasangan nut maka otomatisasi mesin *insert nut* akan memangkas beberapa alur proses pemasangan *nut*. Pemangkasan alur tersebut terdapat pada proses penekanan *nut* karena pada proses tersebut tenaga operator tidak lagi dibutuhkan. Berikut gambar yang menerangkan alur proses pemasangan *nut* mesin otomatis.



Gambar 3-13 langkah kerja proses merekatkan *nut* (after)

3.4 Pertimbangan Dalam Mendesain

Sebagai bahan pertimbangan untuk keberhasilan otomatisasi mesin *insert nut* maka ada banyak masukan dari hasil diskusi internal departemen dan juga dari katalog yang sering dipakai perusahaan, diantaranya sebagai berikut:

3.4.1 Mekanisme pergerakan

Dalam memilih mekanisme penggerak maka ada dua opsi yang dihadirkan, yaitu mekanisme penggerak ditenagai udara (*pneumatic*) dengan bantuan silinder dan mekanisme penggerak ditenagai listrik dengan bantuan motor *stepper*. Diantara kedua opsi tersebut memiliki kelebihan tersendiri diantaranya silinder *pneumatic* yang sudah banyak tersedia didalam ruang penyimpanan *PE Facility*, PT. Yamaha Indonesia. Selain itu silinder *pneumatic* memiliki konsumsi biaya yang lebih rendah karena perusahaan telah mendirikan dan memiliki instalasi penghasil udara. Akan tetapi penggunaan silinder *pneumatic* tidak bisa diterapkan karena silinder *pneumatic* kurang baik dalam hal kepresisian gerakan.



Gambar 3-14 aktuator (*cylinder pneumatic*, kiri dan motor *stepper*, kanan)

Pada proses kerja yang mengharuskan kedalaman pemasangan *nut* tidak lebih dari 0.5 mm maka mekanisme penggerak harus lebih menekankan pada tingkat kepresisian yang tepat. Penempatan posisi yang akurat adalah salah satu kelebihan motor *stepper* jika dibandingkan silinder *pneumatic*. Adapun motor *stepper* yang digunakan adalah motor *stepper* yang memiliki BSA (*Basic Step Angle*) yang terkecil, yakni 0.72° untuk memastikan perpindahan solder berlangsung dengan teliti.

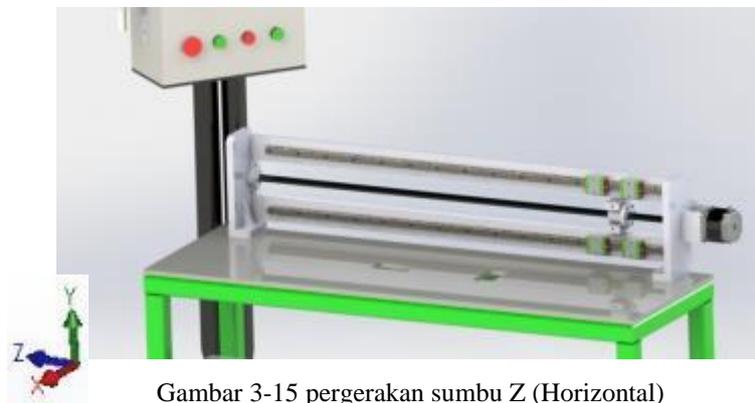
3.4.2 Konstruksi

Konstruksi pada mesin baru mengadopsi konstruksi seperti pada mesin mini CNC karena mekanisme pergerakannya hampir sama. Tetapi mesin ini hanya membutuhkan pergerakan sebanyak 2 sumbu (*axis*) saja karena sumbu ke-3 digunakan untuk meletakkan jig. Bentuk dan desain jig mirip seperti mesin lama, akan tetapi ditambahkan *soft pneumatic clamp* sehingga bisa mencekam benda dengan lembut tanpa perlu menggunakan bantuan manusia.

Berdasarkan pergerakan pada kedua sumbu maka ada dua konstruksi mesin yang perlu diperhatikan, yaitu konstruksi mesin untuk mendukung pergerakan sumbu Z dan konstruksi mesin untuk pergerakan sumbu Y. Kedua pergerakan mesin ini dimotori oleh dua buah *stepper 5 phase* dengan kekuatan *8kgf* dan dihubungkan dengan *ball screw* pada masing-masing sumbu karena pergerakannya jauh lebih halus daripada *lead screw*.

3.4.2.1 Komponen Sumbu Z

Komponen sumbu Z terdiri dari 2 tiang penumpu, 4 *LM Guide* disertai 2 relnya dan 2 *mounting*-nya, 2 *flange pillow block*, *ball screw* dan 1 motor *stepper* disertai *mounting*-nya.



Gambar 3-15 pergerakan sumbu Z (Horizontal)

Sumbu Z berfokus pada ketelitian dan kekuatan untuk menumpu konstruksi sumbu Y. Oleh sebab itu maka sumbu Z memiliki *ball screw* dengan *lead* 5 mm dan memiliki panjang 950 mm yang disesuaikan dengan panjang kabinet. Semakin besar diameter *ball screw* maka semakin kuat menumpu beban.

Tetapi tidak dengan ketelitiannya. Berdasarkan perhitungan dibawah ini maka *ball screw lead 5 mm* mampu bergerak dengan ketelitian 0.01 mm per pulsa.

Lead of ball screw = 5 mm/put ball screw

$$\frac{BSA}{360} = \frac{0.72}{360} = 500 \text{ pulsa/put motor stepper}$$

Maka setiap jarak $5 \text{ mm} = 500 \text{ pulsa}$

Lalu berapa jarak perpindahan (mm) jika hanya 1 pulsa yang diberikan ?

$$\text{Maka } \frac{5 \text{ mm}}{500 \text{ pulsa}} = \frac{x \text{ mm}}{1 \text{ pulsa}} \quad || x = \frac{(5 \text{ mm})(1 \text{ pulsa})}{500 \text{ pulsa}} \quad || x = 0.01 \text{ mm}$$

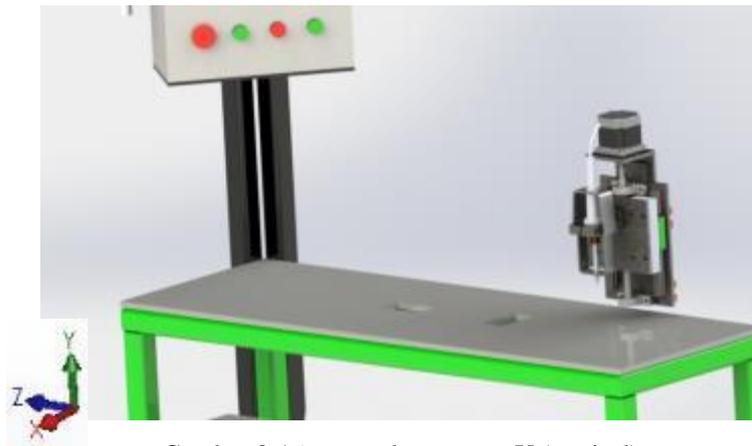
Berapa pulsa yang diberikan untuk $x = 0.1 \text{ mm}$ dan 0.5 mm ?

$$\text{Maka } \frac{5 \text{ mm}}{500 \text{ pulsa}} = \frac{x \text{ mm}}{n \text{ pulsa}} \quad || n = \frac{(0.1 \text{ mm})(500 \text{ pulsa})}{5 \text{ mm}} \quad || n = 10 \text{ pulsa per } 0.1 \text{ mm}$$

$$\frac{5 \text{ mm}}{500 \text{ pulsa}} = \frac{x \text{ mm}}{n \text{ pulsa}} \quad || n = \frac{(0.5 \text{ mm})(500 \text{ pulsa})}{5 \text{ mm}} \quad || n = 50 \text{ pulsa per } 0.1 \text{ mm}$$

3.4.2.2 Komponen Sumbu Y

Komponen sumbu Y terdiri dari solder dan *clampnya*, 2 *LM Guide* disertai 2 relnya, 2 *pillow block*, *ball screw* dan 1 motor *stepper* disertai *mounting*-nya.



Gambar 3-16 pergerakan sumbu Y (vertical)

Konstruksi sumbu Y adalah komponen dinamis atau bergerak sepanjang mesin beroperasi. Maka dari itu *ball screw* sumbu Y berdiameter lebih kecil jika dibandingkan milik sumbu Z karena lebih hanya berfokus pada ketelitian pergerakannya.

Ball screw milik sumbu Y menggunakan ball screw bertipe *roller* dengan *lead* 2 mm. Secara teoritis dengan mengabaikan sejumlah asumsi maka mekanisme pergerakannya memiliki ketelitian 0,004 mm per pulsa. Berikut perhitungannya.

Lead of ball screw = 2 mm/put ball screw

$$\frac{BSA}{360} = \frac{0.72}{360} = 500 \text{ pulsa/put motor stepper}$$

Maka setiap jarak 2 mm = 500 pulsa

Lalu berapa jarak perpindahan (mm) jika hanya 1 pulsa yang diberikan ?

$$\text{Maka } \frac{2 \text{ mm}}{500 \text{ pulsa}} = \frac{x \text{ mm}}{1 \text{ pulsa}} \quad || x = \frac{(2 \text{ mm})(1 \text{ pulsa})}{500 \text{ pulsa}} \quad || x = 0.004 \text{ mm}$$

Berapa pulsa yang diberikan untuk x = 0.1 mm dan 0.5 mm?

$$\text{Maka } \frac{2 \text{ mm}}{500 \text{ pulsa}} = \frac{x \text{ mm}}{n \text{ pulsa}} \quad || n = \frac{(0.1 \text{ mm})(500 \text{ pulsa})}{2 \text{ mm}} \quad || n = 25 \text{ pulsa per } 0.1 \text{ mm}$$

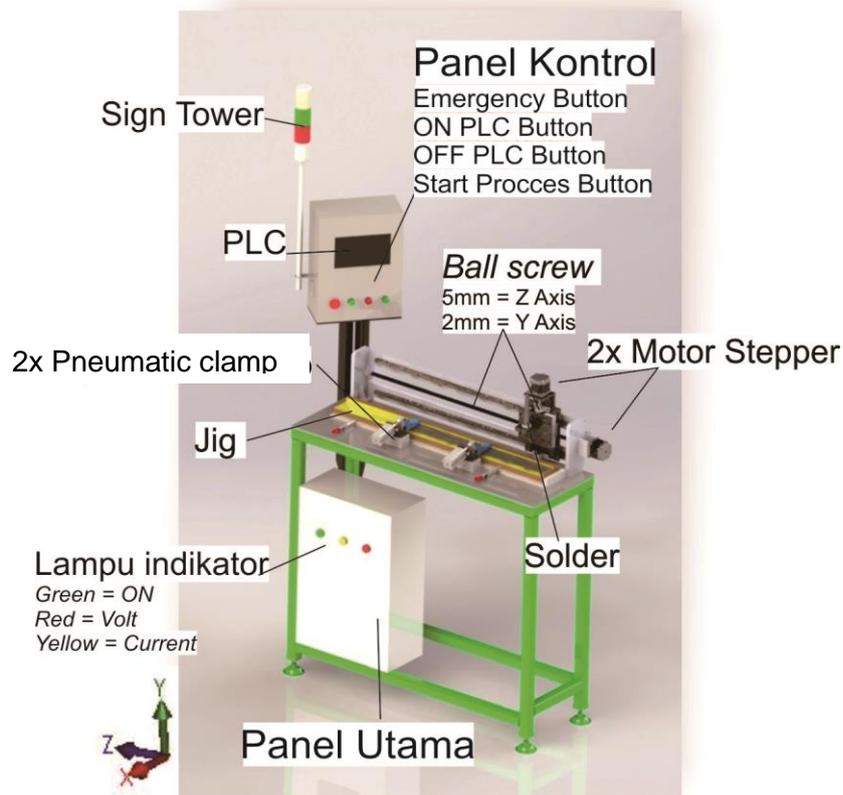
$$\frac{2 \text{ mm}}{500 \text{ pulsa}} = \frac{x \text{ mm}}{n \text{ pulsa}} \quad || n = \frac{(0.5 \text{ mm})(500 \text{ pulsa})}{2 \text{ mm}} \quad || n = 125 \text{ pulsa per } 0.1 \text{ mm}$$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Berikut adalah gambar mesin *welding insert nut* secara keseluruhan yang telah melalui proses revisi dan mendapatkan persetujuan dari kepala kelompok produksi yang bersangkutan, manajer yang bersangkutan, hingga *Vice President* dari PT. Yamaha Indonesia.



Gambar 4-1 desain mesin yang siap diwujudkan

PT.Yamaha Indonesia menggunakan dua cara dalam proses fabrikasi atau pembuatan alat bantu (mesin), yaitu menggunakan jasa tender dan/atau memanfaatkan mesin-mesin perkakas (*self fabrication*) yang sudah tersedia lebih dari cukup. Proses fabrikasi mesin *insert nut (after)* menggunakan cara yang kedua dengan berbagai pertimbangan. Dengan cara *self fabrication* maka

perusahaan bisa menekan biaya seminim mungkin dan bagi siswa latihnya akan mendapatkan pengalaman bekerja yang lebih baik. Proses fabrikasi ini dilakukan oleh tim *PE Facility* dengan melibatkan kehadiran siswa latihnya karena kehadiran mereka merupakan bagian dari proses belajar-mengajar. Adapun dokumentasi pribadi terkait fabrikasi terdapat pada lampiran.

Berikut adalah gambar berupa foto mesin *insert nut (after)* hasil perancangan yang sudah melalui proses fabrikasi.



Gambar 4-2 mesin *insert nut* yang telah difabrikasi

4.2 Proses Kerja Mesin

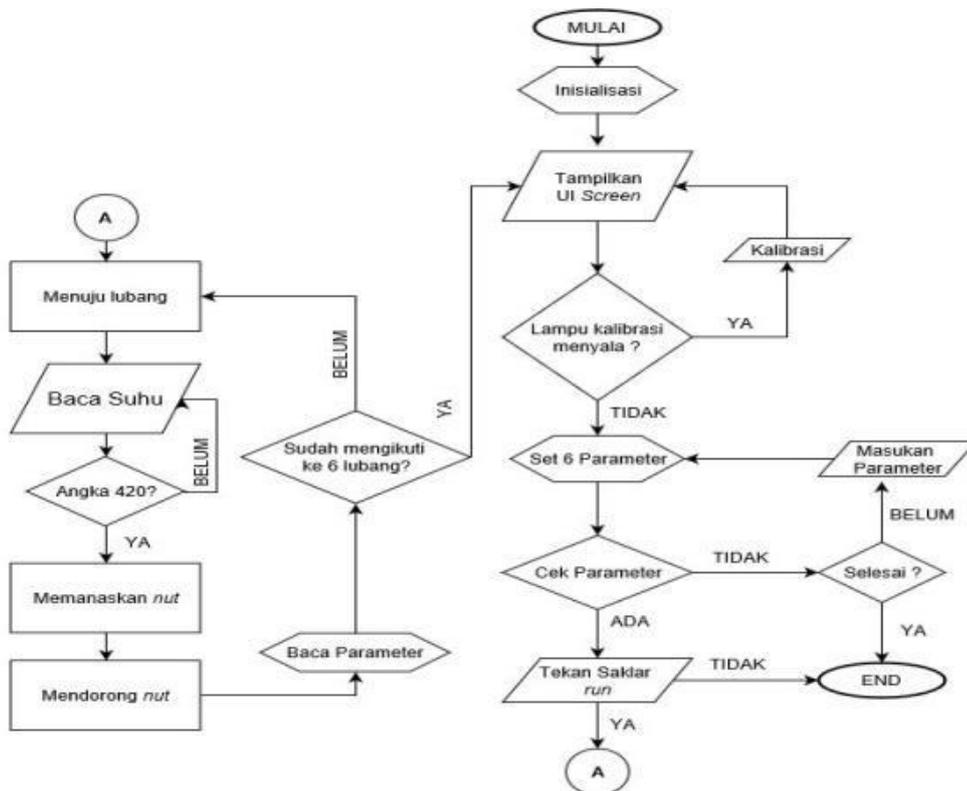
Mesin ini memiliki prinsip kerja yang sama dengan mesin sebelum dimodifikasi, yaitu mendorong *nut* hingga tenggelam kedalam *music desk*. Akan tetapi ada sedikit perbedaan dimana proses perekatan *nut* akan dibagi menjadi dua langkah, yaitu proses pemanasan *nut* terlebih dahulu kemudian proses mendorong *nut* layaknya mesin yang belum dimodifikasi.

Pada proses perekatan *nut*, mesin ini dibantu oleh *timer* yang terdapat didalam PLC seperti pada Gambar 4-3. *Timer* ini sebagai pewaktu hitung mundur yang berfungsi saat solder memanaskan *nut* sehingga panas akan menyebar keseluruhan permukaan *nut*. Panas yang menyebar akan mempermudah solder mendorong *nut* masuk kedalam *music desk AS* sehingga kerusakan solder dapat diminimalisir karena solder tidak akan menerima tekanan yang lebih besar.



Gambar 4-3 PLC yang sedang mengatur jarak dan frekuensi

Adapun alur proses kerja seperti yang dijelaskan pada paragraf diatas sangat mudah untuk diterapkan pada mesin yang sudah diotomasi karena didesain menggunakan PLC sebagai kontrol proses kerja mesin dikarenakan banyak keuntungan seperti kemudahan dalam membuat dan memantau urutan kerja. Berikut gambar berupa diagram alir yang menerangkan proses kerja mesin *insert nut (after)*.



Gambar 4-4 diagram flow chart program PLC

4.3 Pengujian

Mesin *insert nut (after)* telah melalui proses fabrikasi maka selanjutnya adalah proses pengujian. Mesin ini telah melalui proses pengujian yang berfokus pada hasil pemasangan *nut* hingga 3 kali lamanya. Pengujian menggunakan kabinet *music desk* yang sama dengan kabinet saat produksi. Jumlah kabinet disetiap pengujian juga bervariasi tergantung dari hasil disetiap pengujian. Berikut gambar yang mewakili proses pengujian.



Gambar 4-5 proses uji coba mesin terhadap kabinet B1



Gambar 4-6 tukak pada music desk saat uji coba mesin *insert nut (after)*

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, masih terdapat catatan yang kurang baik pada hasil pemasangan *nut*. Hasil pengujian menampakkan ada sebagian tukak pada *music desk* disekeliling *nut* (Gambar 4-6). Tukak tersebut disebabkan karena posisi solder tidak berada ditengah-tengah *nut* dengan tepat

(*unconcentric*) sehingga tekanan dan panas yang diberikan oleh solder tidak merata.

Banyak faktor yang menyebabkan posisi solder kurang tepat, akan tetapi telah disepakati bahwa ada dua faktor yang diduga dapat menyebabkan posisi solder yang kurang tepat, diantaranya adalah kecepatan putar motor *stepper* sumbu Z dan sistem pengecam (*clamp*) kabinet. Kecepatan putar yang terlalu kencang akan membuat *ball screw* sulit berhenti dengan tepat disaat suplai pulsa motor *stepper* dihentikan. . Maka untuk menghindari ini kecepatan motor harus dikurangi dengan cara menurunkan frekuensi yang diberikan pada motor. Pemberian frekuensi pada motor dapat diatur pada panel PLC seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-3.

Selain itu dua buah *clamp* yang menggunakan sistem *pneumatic* menyebabkan adanya pergeseran posisi *music desk* yang terletak diatas *jig*. Hal ini terjadi dikarenakan keduanya tidak mencekam secara bersamaan sehingga terjadi ketimpangan antara sisi kiri dan sisi kanan *music desk*. Solusi yang baik untuk menangani masalah ini ialah mengganti model *jig* dengan segala perbaikannya dan memperbaiki sistem pengecam *pneumatic*. Tetapi solusi tercepat untuk menangani masalah ini dapat mengganti *clamp*-nya dengan mekanisme manual karena dengan tenaga manusia maka dapat mencekam kabinet tanpa merubah posisinya.

4.4 Lama Waktu Proses Kerja *insert nut* (after)

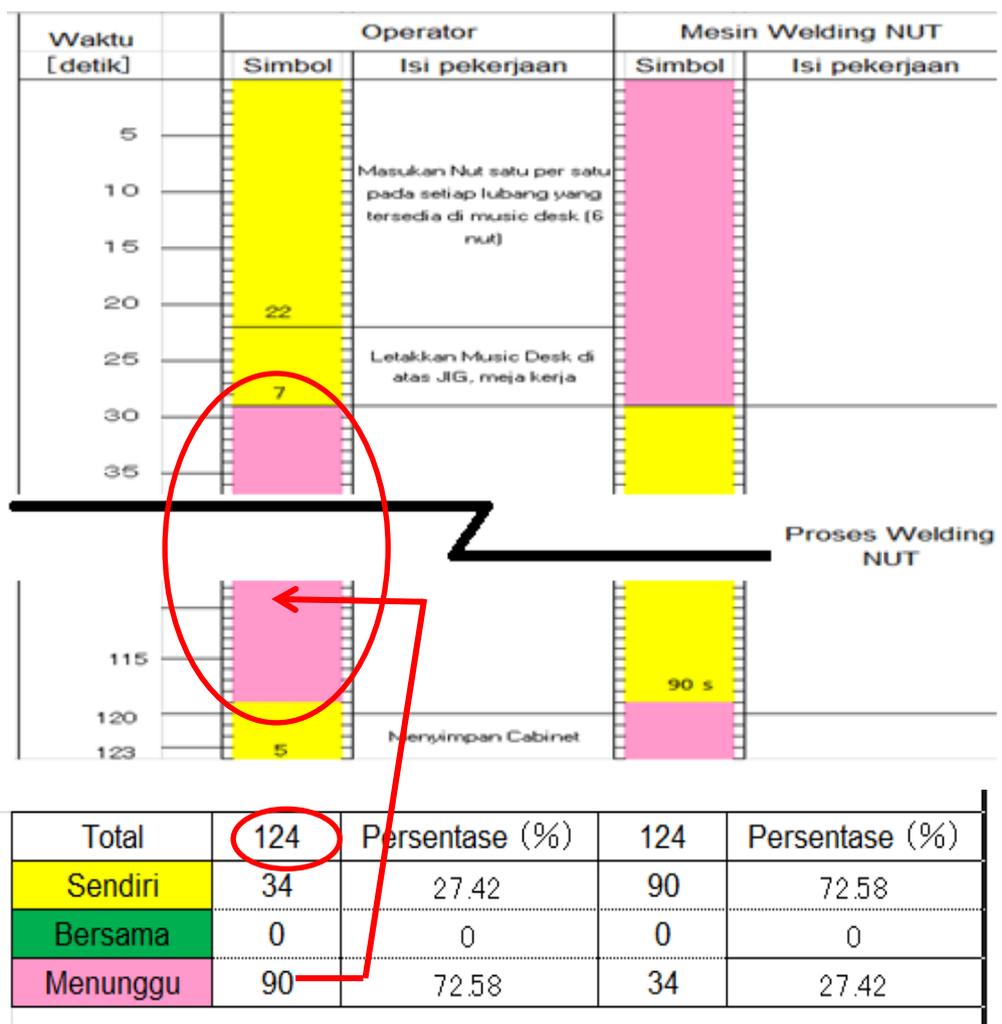
Tabel dibawah menunjukkan bahwa saat menggunakan mesin baru mampu bekerja selama 124 detik. Sedangkan jika menggunakan mesin sebelumnya, proses kerja menampilkan waktu selama 134 detik. Ada pemangkasan waktu selama 10 detik pada penggunaan mesin baru. Jika amati dari sisi pandang waktu proses perekatan *nut* maka hasil pengujian akan menampilkan penghematan waktu kerja pada operator minimal hingga 90 detik atau 72.58%. Semua peningkatan ini bisa lebih dari yang diinginkan karena tabel diatas berlandaskan pada asumsi-asumsi terburuk, yakni:

1. Waktu tempuh kenaikan suhu solder 11s x 6 lubang.
2. Lama waktu memanaskan nut 1s x 6 lubang.

3. Lama waktu mendorong solder 3s x 6 lubang
4. Waktu yang dibutuhkan untuk meletakkan kabinet diatas jig sama dengan waktu pada mesin sebelumnya.
5. Tidak membutuhkan proses pengecekan kedalaman *nut* karena sifat sistem otomasi yang konsisten.

Berikut table yang menerangkan perbandingan waktu proses terhadap operator dan mesin baru dalam lingkup pemasangan *nut*.

Tabel 4 perbandingan waktu proses kerja antara operator dan mesin *insert nut (after)*



BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari deskripsi serta data pada hasil dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Dengan adanya sistem otomasi pada proses pemasangan *nut* maka masalah pembengkokkan solder bisa teratasi.
2. Dengan adanya mesin *welding insert nut* otomatis dapat mempercepat waktu proses kerja hingga lebih dari 10 detik.
3. Dengan adanya mesin *welding insert nut* otomatis dapat mengefisienkan waktu kerja operator hingga 72.58% (90 detik).

5.2 Kelebihan dan Kekurangan daripada Mesin *Insert Nut* (*after*)

Kelebihan yang tampak dari hasil perancangan ini diantaranya adalah:

1. Mesin bergerak secara otomatis sehingga mampu menjaga pergerakannya secara stabil (konsisten) dan mampu menghemat waktu kerja operator.
2. Mampu menambah jenis kabinet yang akan diproses pada mesin.
3. Biaya fabrikasi yang lebih rendah karena tidak menggunakan jasa tender.

Kekurangan yang tampak dari hasil perancangan ini diantaranya adalah:

1. Belum mampu mencekam kabinet (*clamping*) dengan baik sehingga otomatisasi tidak berjalan sempurna.
2. Hasil pemasangan *nut* belum sepenuhnya baik.

5.3 Saran untuk Penelitian Selanjutnya

Dari kelebihan dan kekurangan diatas terdapat saran

1. Penghematan waktu kerja operator yang banyak bisa dimanfaatkan untuk melakukan proses pekerjaan pada mesin lain sehingga memungkinkan terjadinya peningkatan produksi. Diperlukan penelitian lebih lanjut guna untuk mengalokasikan waktu yang dihemat tersebut.

2. Ganti elemen pemanas dengan daya yang lebih besar sehingga mampu meningkatkan sekaligus mempertahankan kestabilan suhu.
3. Solusi untuk menangani pencekam yang kurang baik yaitu dengan penelitian terhadap desain *jig* yang lebih tepat disertai sistem pencekamannya. Atau jika menginginkan proses yang lebih cepat maka bisa mengganti pencekam dengan sistem manual.
4. Mesin ini masih memerlukan pengujian dan penelitian lagi terkait hasil pemasangan nut yang kurang baik.

DAFTAR PUSTAKA

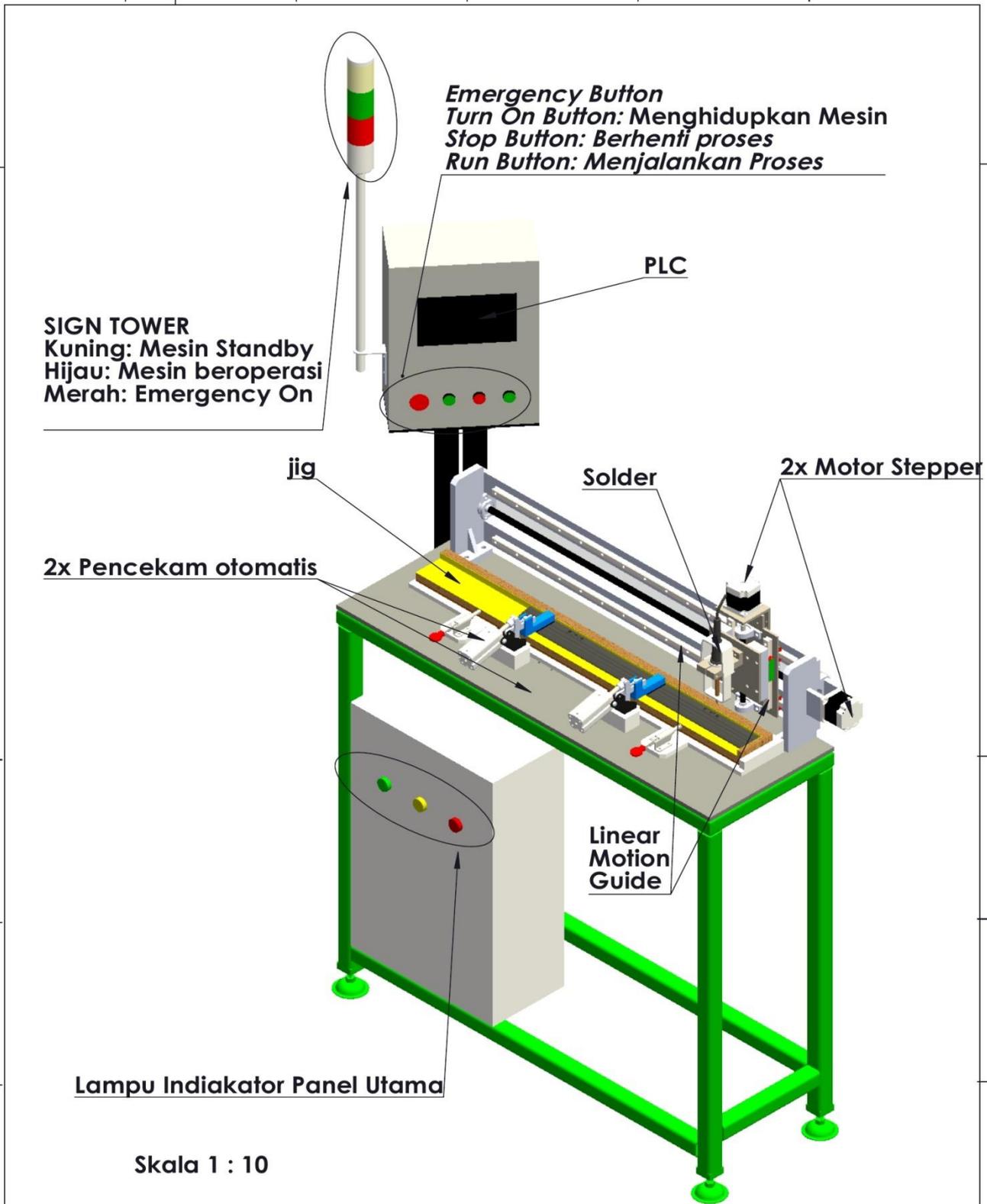
- [1] Chandra, Vidyut Patange.(2013, 8 Agustus). *An Effort To Apply Work And Time Study Techniques In A Manufacturing Unit For Enhancing Productivity*. IJRSET. Vol 2 issue 8. Halaman 4054
- [2] CNCRouterSource. *The CNC Wood Router Basics*. Diperoleh 12 Juli dari <http://www.cncroutersource.com/cnc-wood-router.html>
- [3] Daniel. Patrick Hood, James Floyd Kelly. (2009). *Build Your Own CNC Machine*. USA
- [4] Groover, M.P. (2015). *Automation, Production System, and Computer Integrated Manufacturing*. Edisi 4. USA. Courier Kendallville
- [5] Hering, Achim. (2018, 21 Mei). *Deformation (engineering)*. Diperoleh 15 Juli 2018 dari [https://en.wikipedia.org/wiki/Deformation_\(engineering\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Deformation_(engineering))
- [6] Lolidis, Michail.(2006). *Kaizen Definition & Principles In Brief-A Concept & Tool For Employees Involvement*. Thessaloniki
- [7] Muhammad, A. Wijaya. *Pengenalan Dasar-Dasar PLC (programmable logic control)*.2003. Yogyakarta: Gava Media
- [8] Noorina, Mustika. (2014, 27 Maret).*Pengukuran Waktu Kerja*. Diperoleh 12 Juli 2018 dari https://www.academia.edu/8433843/BAB_II_Pengukuran_Waktu_Kerja
- [9] Repository. *Pengertian Manajemen Produksi*. Diperoleh pada 5 Juni 2018 dari <https://repository.widyatama.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/2889/Bab%202.pdf?sequence=7>

LAMPIRAN

BILL OF MATERIAL – WELDING INSERT NUT

No.	Part Name	Amount		Spec.
A. Electrical part				
1	MCCB	1	pcs	3 phase 10 Ampere 380 volt
2	MCB	1	pcs	single phase 2 Ampere 220 volt
3	Trafo 100watt	1	pcs	step down 380 to 220 volt
4	Box Panel	1	pcs	600x400x200 mm
5	Relay + socket	7	pcs	MY4N
6	Magnetic Contactor	1	pcs	ST-12
7	Overload Relay	1	pcs	THT-12
8	Sign Tower	1	pcs	3 colour 220 volt LED lamp
9	Pilot lamp	3	pcs	380 V
10	Fuse 5A	1	pcs	5 Ampere with indicator holder
11	Push Button ON	1	pcs	AR25 (Hijau)
12	Push button OFF	1	pcs	AR25 (Merah)
13	Push button	2	pcs	AR25 (Kuning)
14	Emergency Button	1	pcs	AR25 (Merah)
15	Terminal block	30	pcs	TR10
16	Fan	1	pcs	4 inch
17	Cable wiring	10	Meter	0.75 mm
18	Cable motor	5	Meter	1.5 mm
19	Selang Conduit Motor	5	Meter	-
20	Selang Conduit Wiring	10	Meter	-
21	Skun control	5	pack	3-1.25Y (Merah Hitam)
22	Skun power & motor	1	pack	5-2.5Y (Merah Hitam)
23	Ducting Cable	2	meter	32x45
24	Driver stepping motor	2	pcs	MD5-HF-14
25	Cable PLC Connector	2	pcs	CJ-HPHP20-V1NO1-2ANR
26	PLC Control	1	pcs	CP-S070-T9DN-C5R
27	Block Terminal PLC	2	pcs	AFS-H20
28	Power Supply 24V	1	pcs	SPB-060-24
29	Power Supply 5V	1	pcs	SPB-030-05
30	Proximity Sensor	1	pcs	PR18-08DN
31	Tempertatur Controll	1	pcs	
32	Solder	1	Unit	TB-150 (100V)
33	Thermocouple	1	pcs	TYPE-K M6 screw

No.	Part Name	Amount		Spec.
B. Mechanical part				
1	Ball Screw	1	pcs	RBS-R12-2T3-FSI-220-220-0.05
2	Ball Screw	1	pcs	RBS-R14-5B1-FSB-900-900-0.05
3	Bearing with Housing	1	pcs	BGHKB6800ZZ-25
4	Bearing with Housing	1	pcs	BGHKB698ZZ-25
5	Bearing with Housing	1	pcs	BGSNB6700ZZ
6	Bearing with Housing	1	pcs	BGSNB69001ZZ
7	Linear Motion Guide	2	pcs	EGRH15CA
8	Linear Motion Guide	4	pcs	EGRH15SA
9	Linear Motion Rail	2	pcs	EGR15R(600mm)
10	Linear Motion Rail	2	pcs	EGR15R(170mm)
11	Foot Adjuster	4	pcs	M12
12	Acrylic	1	Lbr	T: 5mm
13	Hex Bolt	1	Lot	M10
14	Hex Socket Bolt	1	Lot	M3,M4,M5,M6, M8,M10,M12
15	Main Frame	1	Pcs	Based on design
16	Table Base	1	Pcs	350 x 800 mm x 10mm
17	Solder Mounting	3	Pcs	Based on design
18	Motor Mounting	5	Pcs	Based on design
19	Coupler	2	Pcs	CPRC25-8-10
20	Solder Clamp	1	Unit	Based on design
21	JIGClamp	2	Unit	MC04-3
22	Stepping Motor	1	pcs	A8K M556W
23	Stepping Motor	1	pcs	A8K M556

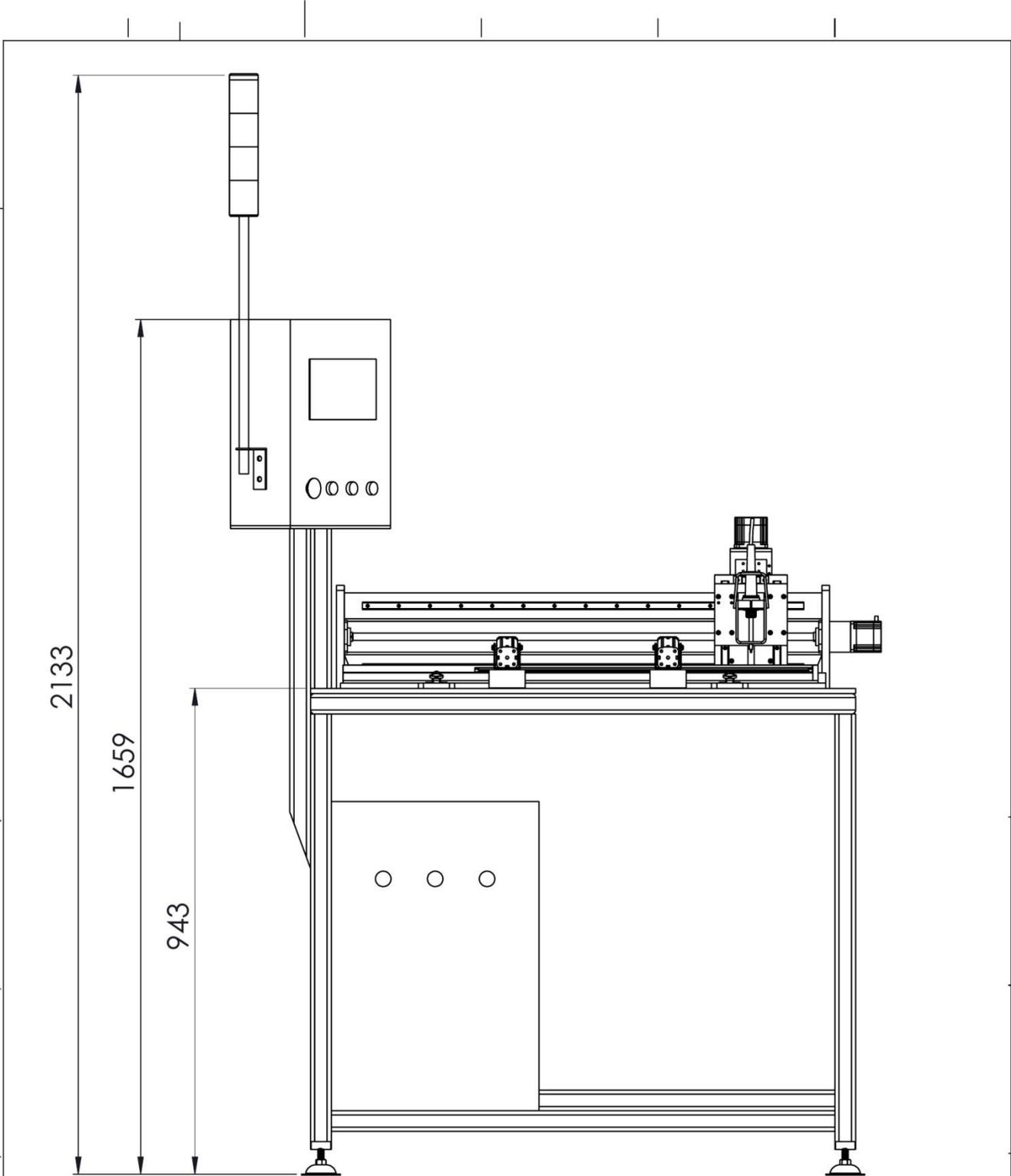


Emergency Button
Turn On Button: Menghidupkan Mesin
Stop Button: Berhenti proses
Run Button: Menjalankan Proses

SIGN TOWER
Kuning: Mesin Standby
Hijau: Mesin beroperasi
Merah: Emergency On

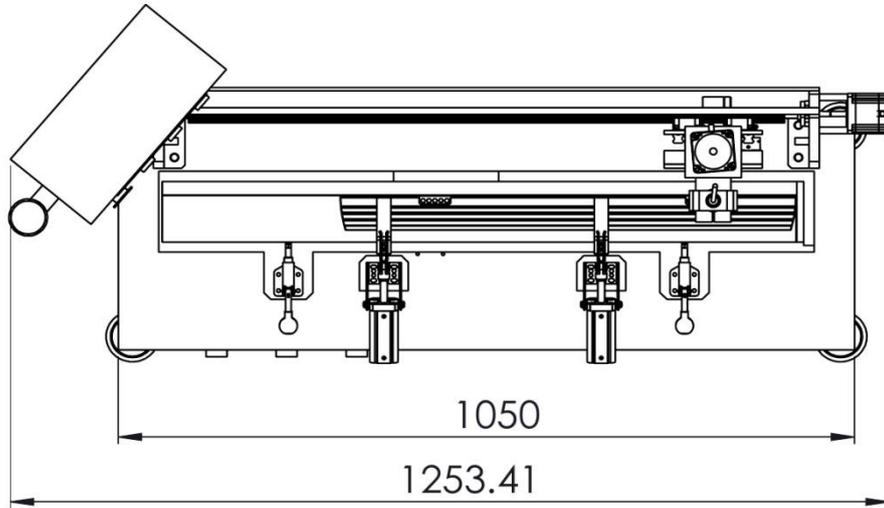
Skala 1 : 10

PART NO.			NO.	PART NAME		DIMENSION		MATERIAL	QTY
STANDARD TOLERANCE			DRAWING SIZE	A3	APPROVED BY	DATE	DRAWING NO.	PART NO.	
DIMENSION	WIDTH	OTHER PARTS	UNIT	MM	SAMSUDIN	DATE	TITLE	Insert Nut Machine	
~ 10	±0.2	MACHINING	SCALE	TO FIT	SUTODYD	DATE			
~ 300		±0.2	CHECKED BY	RUDIANTO	DATE				
~ 500		±0.2	CHECKED BY	FAIZIN	DATE				
~ 1000	±0.3	±0.5	PAGE	1/1	DATE	MATERIAL	-		
~ 1000	±0.5	±0.5			DRAWN BY	DATE	DESIGNED BY	DATE	1
			PRODUCTION ENGINEERING		TERDI A	18DKT 2017			



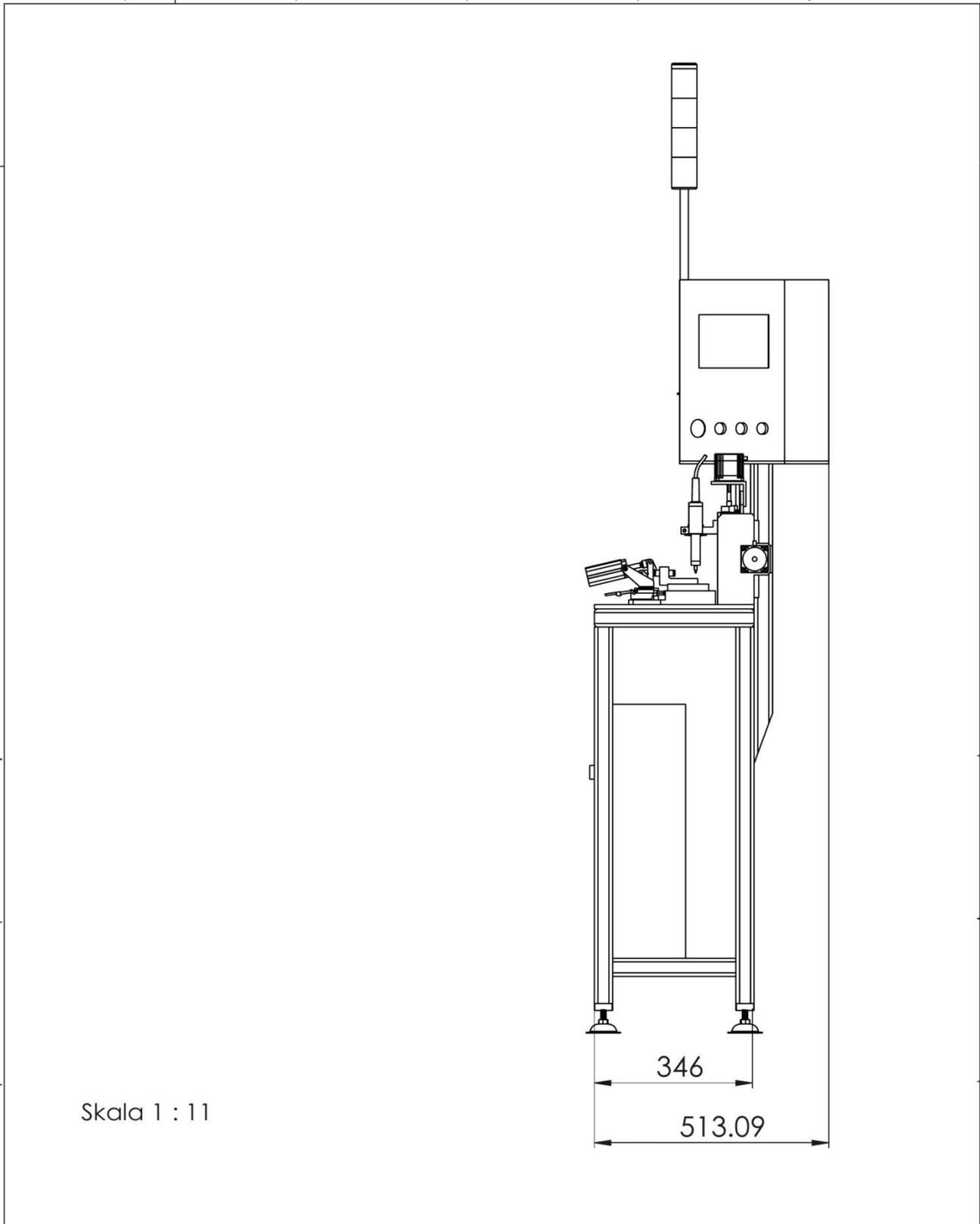
Skala 1 : 10

PART NO.			NO.	PART NAME		DIMENSION		MATERIAL		QTY	
STANDARD TOLERANCE			DRAWING SIZE	A3	APPROVED BY	DATE	DRAWING NO.	PART NO.			
DIMENSION	WIDTH/LENGTH	OTHER PARTS MACHINING	UNIT	MM	APPROVED BY	DATE	TITLE	Insert Nut Machine			
~10	±0.2	±0.2	SCALE	FD FIT	CHECKED BY	DATE					
~300		±0.2	PAGE	1/1	CHECKED BY	DATE	MATERIAL			QTY	
~500		±0.2			FAIZIN						1
~1000	±0.3	±0.5			FAIZIN						
1000	±0.5	±0.5			FAIZIN						
			PRODUCTION ENGINEERING		DRAWN BY	DATE	DESIGNED BY	DATE			
					FERDI A	18DKT.2017					



Skala 1 : 10

PART NO.			NO.	PART NAME		DIMENSION		MATERIAL	QTY		
STANDARD TOLERANCE			DRAWING SIZE	A3	APPROVED BY	DATE	DRAWING NO.	PART NO.			
DIMENSION	WIDTH/ LENGTH	OTHER PARTS MACHINING	UNIT	MM	SAMSUDIN	DATE	Insert Nut Machine				
~ 10		±0.2	SCALE	TO FIT	SUTYO	DATE					
~ 300	±0.2	±0.2	PAGE	1/1	RUDIANTO	DATE					
~ 500		±0.2			CHECKED BY	DATE				MATERIAL	QTY
~ 1000	±0.3	±0.5			FAIZIN	DATE				-	1
~ 1000	±0.5	±0.5			DRAWN BY	DATE	DESIGNED BY	DATE			
PRODUCTION ENGINEERING			FERDI A		18.OKT.2017	PT. YAMAHA INDONESIA					



Skala 1 : 11

PART NO.			NO.	PART NAME		DIMENSION		MATERIAL	QTY
STANDARD TOLERANCE			DRAWING SIZE	A3	APPROVED BY	DATE	DRAWING NO.	PART NO.	
DIMENSION	WIDTH/LENGTH	OTHER PARTS MACHINING	UNIT	MM	SAMSUBIN			Insert Nut Machine	
~ 10	±0.2	±0.2	SCALE	10 : F11	CHECKED BY	DATE			
~ 300		±0.2			RUDIANTO				
~ 500		±0.2			CHECKED BY	DATE			
~ 1000	±0.3	±0.5	PAGE	1/1	FAIZIN		MATERIAL	QTY	
1000 ~	±0.5	±0.5			DRAWN BY	DATE	DESIGNED BY	DATE	
			PRODUCTION ENGINEERING		FERDI A	18.DKT.2017			1

PROSES FABRIKASI

Berikut dokumentasi penulis berupa 2 buah foto rangka dan konstruksi mesin *welding insert nut* otomatis.



Berikut dokumentasi penulis berupa 2 buah foto, masing-masing foto menerangkan proses merangkai panel elektrik dan proses pengujian.



SPEKIFIKASI BALL SCREW

Berikut spesifikasi penuh *ball screw* panjang 220mm *lead*=2mm berdasarkan katalog yang telah disediakan.

Specifications	
Type of Ballscrew	Rolled Ballscrew
Hand Screw	Right Hand Screw
Nominal Diameter	12 mm
Lead	2 mm
Optional Functions	None
Start Type for Nut	None
Nut Type	 FSI Type 1
Self-lubrication	None
Number of Turns	T3: 3
Ball Diameter	1.500 mm
Thread Length	220 mm
Lead Deviation (mm/300mm)	C7

Dimensions	
Nut Diameter	24 mm
Flange Thickness	5 mm
Nut Length	28 mm
Bolt Circle Diameter	32 mm
Bolt Hole Size	4.5 mm

Support Bearing - Motor Side	
Support Bearing - Motor Side Note	Standard support bearings cannot be used with custom machined ends
Screw End Machining I - Motor Side	 Free
Support Bearing - Other Side	Standard Support Bearing
Screw End Machining II - the Other Side	 Free
Total Length	220 mm

Berikut spesifikasi penuh *ball screw* panjang 900mm $\text{lead}=5\text{mm}$ berdasarkan katalog yang telah disediakan.

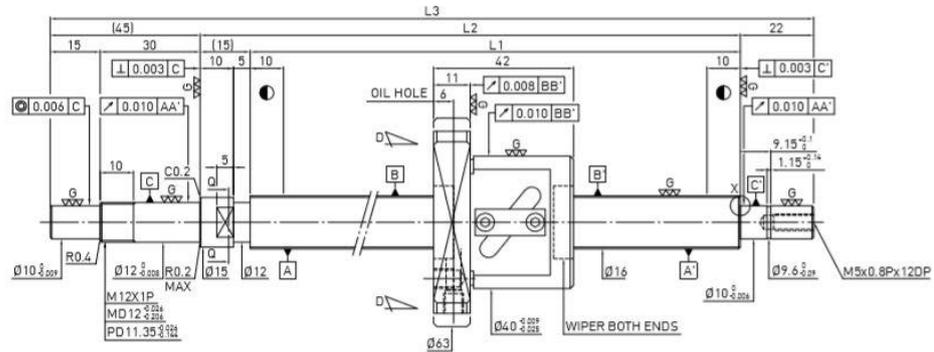
Specifications	
Type of Ballscrew	Rolled Ballscrew
Hand Screw	Right Hand Screw
Nominal Diameter	14 mm
Lead	5 mm
Optional Functions	None
Start Type for Nut	None
Nut Type	 FSB
Self-lubrication	None
Number of Turns	B1: 2.5X1
Ball Diameter	3.175 mm
Thread Length	900 mm
Lead Deviation (mm/300mm)	C7

Support Bearing - Motor Side	Custom Support Bearing
Support Bearing - Motor Side Note	Standard support bearings cannot be used with custom machined ends
Screw End Machining I - Motor Side	 Free
Support Bearing - Other Side	Standard Support Bearing
Screw End Machining II - the Other Side	 Free
Total Length	900 mm

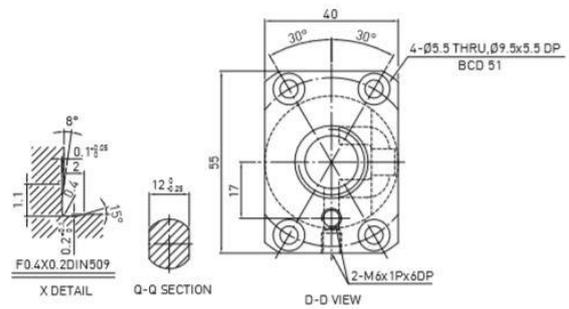
Dimensions	
Nut Diameter	32 mm
Flange Thickness	10 mm
Nut Length	40 mm
Bolt Circle Diameter	40 mm
Bolt Hole Size	4.5 mm
Bolt Hole Head Height	4.5 mm
Bolt Hole Head Diameter	8.0 mm

Berikut gambar 2D ball screw panjang 900mm lead=5mm berdasarkan katalog yang telah disediakan.

F S W TYPE (SHAFT OD 16, LEAD 5) ◀ Standard



Ball screw Data	
Direction	Right Hand
Lead (mm)	5
Lead Angle	5.48°
P.C.D (mm)	16.6
Screw P.C.D (mm)	16.2
RD (mm)	13.324
Steel Ball (mm)	Ø3.175
Circuits	2.5x1
Dynamic Load C (Kgf)	481 763
Static Load Co (Kgf)	700 1399
Axial Play (mm)	0 0.005 or less
Drag Torque (Kgf-cm)	0.15-0.8 0.2MAX
Spacer Ball	1 : 1 -



SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR STUDI KASUS DI PT. YAMAHA INDONESIA



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. : 123 /YI/ PKL /II/2018

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

Nama : FERDI ARRAHMAN
Nomor Induk Mahasiswa : 14525004
Jurusan : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Peningkatan Efisiensi Waktu Kerja Pada Kelompok Proses Produksi Music Desk As Dengan Cara Membuat Mesin Solder Otomatis Insert Nut Studi Kasus Di PT. Yamaha Indonesia*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 02 September 2017 sampai dengan Tanggal 28 Februari 2018. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 22 Februari 2018

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chaid
Manager

CC: - Arsip