

**PERANCANGAN MESIN PENGANGKAT DENGAN
MEKANISME VAKUM PADA PROSES *FIXING TOP BOARD*
FINAL REGULATION DI *DEPARTEMEN GP ASSY*
PT. YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh:

Nama : NURLENI
No. Mahasiswa : 14525020
NIRM : 2014060248

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

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Yogyakarta, 17 November 2018

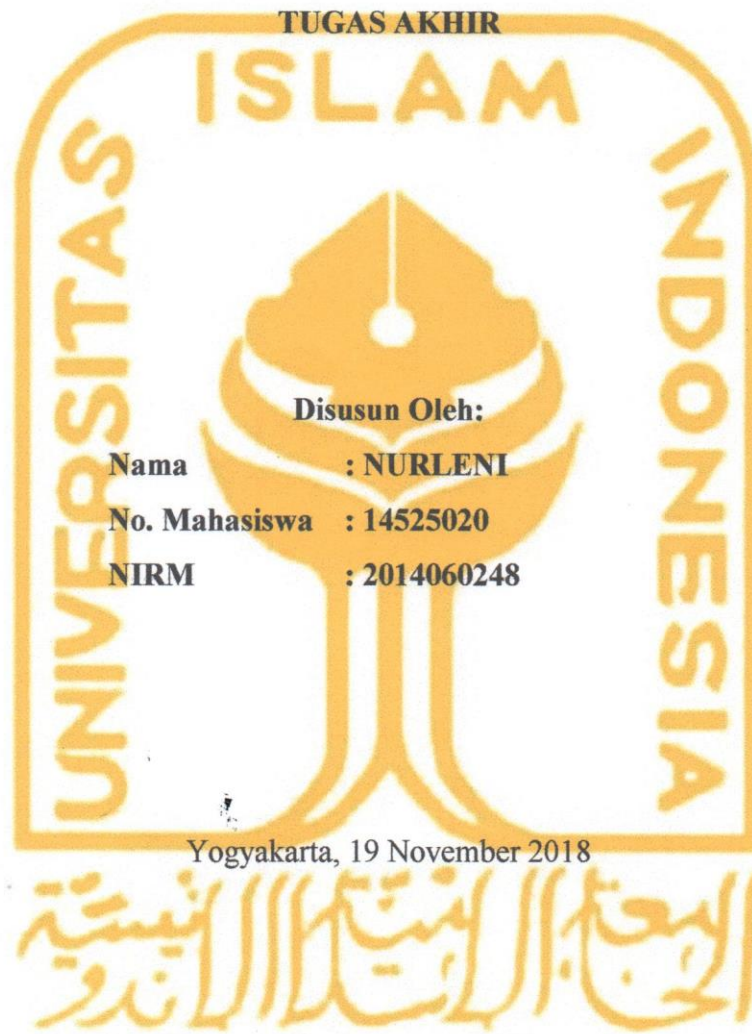
Penulis,

Nurleni



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN MESIN PENGANGKAT VAKUM PADA
PROSES *FIXING TOP BOARD FINAL REGULATION* DI
DEPARTEMEN GP ASSY PT. YAMAHA INDONESIA**



Pembimbing I,

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

Pembimbing II,

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN MESIN PENGANGKAT DENGAN
MEKANISME VAKUM PADA PROSES *FIXING TOP BOARD*
FINAL REGULATION DI DEPARTEMEN GP ASSY
PT. YAMAHA INDONESIA**

TUGAS AKHIR

ISLAM

Disusun Oleh:

Nama : NURLENI

No. Mahasiswa : 14525020

NIRM : 2014060248

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng

Ketua

Tanggal : 11/12/2018

Santo Ajie Dhewanto, S. T., M. M

Anggota I

Tanggal : 7/12/2018

Donny Suryawan, S. T., M. Eng

Anggota II

Tanggal : 11/12/2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillah saya persembahkan Tugas Akhir ini untuk;

- 1. Ibu Tumira ibu tercinta saya yang selalu tak henti-hentinya mendoakan, menasehati, dan kasih sayangnya.*
- 2. Bapak Bakrudin yang tanpanya saya mungkin tidak ada di dunia. Dimanapun berada doa anak sholehah insyaAllah untukmu pak,*
- 3. Aang Jahuri, dek Rahmat, dan dek Sabar atas dukungan baik materi maupun motivasi untuk saudari satu-satunya.*
- 4. Pak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng orang tua kedua saya di kehidupan kampus yang tak henti-hentinya untuk menasehati baik ilmu dunia maupun akhirat.*
- 5. Bapak Moch. Abdurrachman, S.Pd, dan Bapak Drs. Toto Sunarto, dan Bapak/ Ibu Guru keluarga besar SMKN 1 Jamblang.*
- 6. Babeh Yitno dan keluarga besar Pramuka SMPN 1 Plumbon.*
- 7. Sahabat Trio Manis (mba Rita dan Mba Mike) yang telah menolong baik materi dan motivasi dan Sahabat Hijrah Tim Mabit Ulil Albab (mba Mimi dan mba Arna) yang mengingatkan, menyemangati ketika keputusan menerpa.*
- 8. Maklum Yamaha Tim Magang Batch VI (Bu Rosma, bucheri Rahma, Liani, Tamara ski korban pengejar Mabit Masjid Istiqlal dan Ummu temen nebeng selama magang).*
- 9. Saudara Angkatan 2014 Teknik Mesin FTI VII dan Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin FTI VII.*
- 10. Ruang 1.09 Pejuang Masa Depan.*

HALAMAN MOTTO

Belajar merendahkan hati dan mempersiapkan diri, sebab apa yang diharapkan terkadang tidak sesuai dengan kenyataan. Disitulah Allah memberikan jalan yang terbaik. Jangan berputus asa teruslah bersemangat dan belajar baik. Allah berfirman dalam (Q.S Yusuf: 87) yang berbunyi “Wahai anak-anakku! Pergilah kamu, carilah (berita) tentang Yusuf dan saudaranya dan jangan kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya yang berputus asa dari rahmat Allah, hanyalah orang-orang yang kafir”

Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri dan jika kamu berbuat jahat, maka (kejahatan) itu bagi dirimu sendiri. (Q.S. Al-Isra: 7)

*Saat diberikan pilihan antara menjadi benar atau menjadi baik,
“pilihlah menjadi baik” (Wonder)*

Mohonlah pertolongan kepada Allah dan bersabarlah (Q.S. Al-A'raf: 128)

Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah (nikmat) kepadamu, dan jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka sesungguhnya azab-Ku sangatlah pedih. (Q.S. Ibrahim :7)

Bersyukurlah kepada Allah. Barang siapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri. (Q.S. Luqman: 12)

Dan dirikanlah sholat, tunaikanlah zakat dan ruku'lah beserta orang-orang yang ruku'. (Q.S. Al-Baqarah: 43)

Jangan tinggalkan sholat, keep istighfar dan sholat.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir serta Laporan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Mesin Pengangkat Vakum Pada Proses Fixing Top Board Final Regulation di Departemen GP Assy PT. Yamaha Indonesia”. Sholawat dan salam tercurahkan kepada junjungan nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan umatnya hingga akhir zaman.

Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk menempuh jenjang studi (S1) di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang wajib ditempuh oleh mahasiswa.

Dalam pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir penulis mengalami beberapa hambatan, namun dukungan dan bimbingan dari pembimbing serta semua pihak laporan tugas akhir dapat terselesaikan. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas ridho dan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Kedua orangtua, kakak, dan adik atas segala dukungan dan kasih sayang yang selalu mendoakan untuk kebahagiaan dan keberhasilan.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M. Eng, selaku Kaprodi Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan banyak nasehat dan kesempatan untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di Yamaha Indonesia.
5. Bapak Irfan Aditya Dharma, S.T., M. Eng, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan saran dan nasehat untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir di PT. Yamaha Indonesia.
6. 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.

7. Bapak Faizin, selaku Manager Department Production Engineering PT. Yamaha Indonesia.
8. Bapak Mohammad Syah Fatahillah, Pak Yusuf, Pak Syaiful, Pak Panji Victory dan Pak Zainurip, selaku Pembimbing Lapangan di PT. Yamaha Indonesia yang telah membimbing, memberikan informasi dan pengalaman yang sangat berguna bagi penulis dalam melaksanakan dan mengerjakan Tugas Akhir.
9. Bang Taufik, Ganjar, Satria, Fery dan Mamay, selaku karyawan Facility dan Fabrikasi Production Engineering PT. Yamaha Indonesia yang telah membantu dan memberikan pengetahuan di lapangan.
10. Teman- teman seperjuangan Teknik Mesin dan Teknik Industri Tim Magang PT. Yamaha Indonesia batch VI Universitas Islam Indonesia.
11. Tim Tugas Akhir Ruang 1.09 FTI UII
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Dan penulis menyadari bahwasannya laporan tugas akhir masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Akhirul kata dengan segala harapan dan doa semoga laporan ini dapat bermanfaat. Aaamiiin Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Jakarta, 12 Agustus 2018

Nurleni

ABSTRAK

Vacuum lifter merupakan proyek *kaizen* periode 195 bagian *Fixing Top Board Final Regulation GP Assy* PT. Yamaha Indonesia. Penelitian ini diambil dari permasalahan pengangkatan kabinet *top board* dengan sistem manual yang dilakukan oleh 2 orang yaitu pengangkatan dari meja proses *assembly top board rear* dan *top board front* ke bagian proses *fixing top board*. Dari pengangkatan yang dilakukan oleh 2 orang tersebut terdapat aktivitas menunggu (*idle time*) yang disebabkan perbedaan dari proses kerja operator. Beralih dari permasalahan tersebut terdapat perancangan mesin dengan *kaizen system balancing vacuum* satu arah dengan menggunakan *spring balancer*. Perancangan mesin pengangkat vakum ini bertujuan supaya pengangkatan dapat dilakukan oleh 1 orang. Perancangan mesin tersebut menggunakan *vacuum gripper* sebagai pencekam yang menggunakan *suction pad*. Dengan adanya *kaizen* perancangan mesin *system balancing vacuum* satu arah tersebut berdampak pada produktivitas produksi dari 96% potensi output 21 menjadi 84% dengan potensi output 24.

Kata kunci: *Vacuum lifter, vacuum gripper, kaizen, idle time, spring balancer, produktivitas*

ABSTRACT

Vacuum lifter is a kaizen period project 195 section Final Fixing Board Top Regulation GP Assy PT. Yamaha Indonesia. This research was taken from the problem of the appointment of the top board cabinet with a manual system carried out by 2 people, namely lifting from the table top board rear and top board front assembly process to the fixing top board process section. From the appointment made by 2 people there was an idle time due to differences in the work process of the operator. Turning from this problem, there was a machine design with a one-way vacuum balancing system using a spring balancer. The design of the vacuum lifting machine aimed to make the appointment that could be done by 1 person. The design of the engine used a vacuum gripper as a gripper that uses a suction pad. The kaizen the design of the one-way vacuum balancing system has an impact on production productivity of 96% of the output potential of 21 to 84% with a potential output of 24.

Keywords: *Vacuum lifter, vacuum gripper, kaizen, idle time, spring balancer, productivity*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xv
Daftar Notasi	xvii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	3
1.5 Manfaat Perancangan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Desain	6
2.2.2 <i>Kaizen</i>	6
2.2.3 <i>Line Balancing</i>	8
2.2.4 <i>Vacuum Gripper</i>	9
2.2.5 Menghitung Diameter <i>Suction Pad</i>	9
2.2.6 Menghitung Kekuatan <i>Suction Pad</i>	10
2.2.7 <i>Spring Balancer</i>	11

Bab 3 Metode Penelitian	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.2 Observasi Lapangan.....	13
3.2.1 Data dan <i>Line Balance</i> Karyawan pada bagian <i>Final Regulation GP Assy</i>	13
3.2.2 Data Kabinet dan Model <i>Grand Piano</i>	14
3.2.3 Proses <i>Fixing Top Board</i> Sebelum ada <i>Kaizen (Before)</i>	18
3.2.4 <i>Layout Fixing Top Board</i>	23
3.3 Identifikasi Masalah.....	25
3.4 Peralatan.....	25
3.5 Perancangan	25
Bab 4 Hasil Perancangan dan Pembahasan	27
4.1 Perancangan Mesin <i>Vacuum Lifiting Fixing Top Board</i>	27
4.2 Perancangan Tahap Pertama	27
4.3 Perancangan Tahap Kedua.....	32
4.4 Analisis Diameter <i>Suction Pad</i>	33
4.4.1 Menghitung Beban yang Bekerja Pada 1 <i>Suction Pad</i>	33
4.4.2 Menentukan Diameter <i>Vacuum Suction Pad</i>	33
4.4.3 Kekuatan yang Dihasilkan <i>Suction Pad</i>	34
4.5 Analisis Proses Mekanisme <i>Handling</i>	35
4.6 Analisis Perubahan <i>Standard Time</i>	36
Bab 5 Penutup.....	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya	40
Daftar Pustaka	41
Lampiran 1 <i>Catalog Safety Factor Vacuum Cups</i>	43
Lampiran 2 <i>Vacuum Pad</i>	44
Lampiran 3 <i>Catalog Ejector Vacuum</i>	45
Lampiran 4 Proses Mekanisme <i>Handling</i>	47
Lampiran 5 Data Pengukuran Nilai Sering Muncul <i>Hinge</i>	48
Lampiran 6 <i>Bill Of Material</i> Perancangan Mesin Pengangkat Vakum	49
lampiran 7 <i>Break Event Point</i> Perancangan Mesin Pengangkat Vakum.....	49

Lampiran 8 Gambar 2d Perancangan Alat Vakum.....	50
Lampiran 9 <i>Layout</i> Sebelum Dan Sesudah	51
lampiran 10 Surat Keterangan <i>Intership</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Data Massa <i>Top Board</i> Grand Piano.....	18
Tabel 3-2 Peralatan Pendukung Perancangan	25
Tabel 4-1 <i>Resume ST Nett Final Regulation 3 Kali Handling</i>	37
Tabel 4-2 Resume ST Nett Final Regulation 2 Kali Handling.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 <i>Suction Pad</i> Aktif dan <i>Suction Pad</i> Pasif.....	9
Gambar 2-2 Gaya Yang Bekerja Pada <i>Suction Pad</i>	10
Gambar 2-3 <i>Spring Balancer</i>	11
Gambar 3-1 Diagram Alur Penelitian.....	12
Gambar 3-2 Data dan Proses Kerja Karyawan.....	13
Gambar 3-3 <i>Line Balance Operator Final Regulation</i>	14
Gambar 3-4 Dimensi Kabinet <i>Top Board Front Grand Piano</i>	15
Gambar 3-5 Dimensi Kabinet <i>Top Board Rear Grand Piano</i>	16
Gambar 3-6 Dimensi Assembly Kabinet <i>Top Board Front dan Rear</i>	17
Gambar 3-7 Operator Membersihkan Coakan <i>Hinge</i> Pada <i>Side Board</i>	19
Gambar 3-8 Pemasangan <i>Hinge</i>	19
Gambar 3-9 Pemasangan <i>Top Stick</i> pada <i>Side Board Piano</i>	20
Gambar 3-10 Pengangkatan <i>Top Board</i> ke Piano Untuk Pengukuran <i>Hinge Top Board</i>	21
Gambar 3-11 Pengangkatan <i>Top Board</i> ke Meja Kerja	21
Gambar 3-12 Pemasangan <i>Hinge</i> pada <i>Top Board Rear</i>	22
Gambar 3-13 Pemasangan <i>Rubber</i> dan <i>Lid Prop Cup</i>	22
Gambar 3-14 Pengangkatan <i>Top Board</i> dari Meja Kerja ke Piano	23
Gambar 3-15 <i>Layout Fixing Top Board</i>	24
Gambar 3-16 <i>Layout Fixing Top Board</i> di Lapangan Kerja	24
Gambar 4-1 <i>Layout Fixing Top Board</i> dan <i>Assembly Top Board Rear Front</i>	28
Gambar 4-2 Hasil Pengukuran Langsung <i>Layout Fixing Top Board</i> dan <i>Assembly Top Board</i>	28
Gambar 4-3 Perancangan Alat Vakum Tahap Pertama.....	29
Gambar 4-4 Proses Sebelum dan Sesudah Ada Alat Vakum	30
Gambar 4-5 <i>Kaizen</i> Meja Kerja dan Rak <i>Assembly Top Board</i>	31
Gambar 4-6 Perancangan Mesin Vakum Tahap Kedua	32
Gambar 4-7 Pengukuran penandaan <i>hinge</i> pada <i>top board</i>	35
Gambar 4-8 Pengukuran penandaan <i>rubber</i> pada <i>top board</i>	36
Gambar 4-9 Proses Mekanisme <i>Handling</i>	36

Gambar 4-10 <i>Line Balance Final Regulation 2 Mekanisme Handling</i>	39
---	----

DAFTAR NOTASI

F	= Kekuatan <i>suction pad</i> (N)
Se_f	= Luas efektif penampang (mm ²)
P_v	= Tekanan vakum (kPa)
t	= <i>Safety Factor</i>
a	= Percepatan (ms ⁻²)
g	= Gravitasi bumi = 9,81 (ms ⁻²)
n	= Jumlah <i>suction pad</i>
μ	= Faktor kegesekan
Ti	: <i>Standard Time</i>
N	: <i>Jumlah Operator</i>
PT	: <i>Pitch Time</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur pada era modern semakin meningkat dan persaingan yang ketat dengan jumlah permintaan pelanggan. Proses produksi sebuah pabrik dituntut untuk menghasilkan produk, guna meningkatkan kepuasan pelanggan sesuai dengan permintaan. Meningkatkan produktivitas produksi menjadi salah satu aset yang sangat penting bagi perusahaan. Perkembangan dan kemajuan zaman mengubah pemahaman konsumen dalam memilih sebuah produk.

Kualitas menjadi salah satu aspek yang sangat penting bagi konsumen untuk memilih dan memilih produk yang lebih baik. Perbaikan kualitas dan peningkatan produk harus dilakukan perbaikan proses terhadap sistem produksi secara menyeluruh. Baik menghasilkan produk yang berkualitas dalam waktu yang relatif singkat dan tidak ada peningkatan cacat produk yaitu *zero defect*. Hal ini dilakukan guna konsumen tetap setia dengan produk perusahaan tersebut, sehingga perusahaan perlu untuk melakukan perbaikan berkelanjutan di setiap proses sehingga dapat meningkatkan produktivitas secara optimal.

PT. Yamaha Indonesia merupakan bagian dari perusahaan terkenal di dunia sejak tahun 1887 yaitu Yamaha *corporation*. PT. Yamaha Indonesia didirikan pada tanggal 27 Juni 1974. Mulanya PT. Yamaha Indonesia memproduksi bermacam alat musik diantaranya piano, *electone*, *pianica* dan sebagainya. Sejak bulan Oktober 1998, PT. Yamaha Indonesia mulai fokus memproduksi piano di area seluas 15.711 m² terletak di Jalan Rawagelam I No. 5 Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur.

PT. Yamaha Indonesia menjunjung tinggi 5way dalam filosofinya yaitu keinginan, ketulusan, inisiatif, tantangan, dan komitmen. Salah satu hal dari 5way yang terpenting untuk kepuasan pelanggan yaitu tantangan yang artinya menghasilkan kepuasan pelanggan yang lebih sehingga harus lebih dinamis dan berkembang mengikuti zaman dengan memperhatikan kualitas, harga dan

pengiriman (*quality, cost, and delivery*). Untuk menghasilkan suatu produk supaya lebih cepat dan efisien, maka PT. Yamaha Indonesia menerapkan sistem manajemen seperti di negara Jepang yaitu *kaizen*. *Kaizen* merupakan perubahan yang lebih baik dengan mengatur strategi perbaikan yang berkesinambungan (*continuous improvement*) ke arah yang lebih baik terhadap proses produksi, kualitas produksi, pengurangan biaya dan pemborosan serta peningkatan keselamatan kerja.

Bulan Maret 2018 PT. Yamaha Indonesia memasuki periode 195. Pada periode ini bagian *Production Engineering* mempunyai *project kaizen* dari hasil *value stream mapping* (VSM). Salah satu tema periode 195 adalah “*Vacuum for Lifting Fixing Top Board*” yang terletak di departemen *GP Ass’y* bagian *Final Regulation Factory 2*. Berdasarkan tema tersebut mempunyai *project kaizen* yaitu penanganan (*handling*) kabinet *top board* menggunakan *vacuum* yang dilakukan oleh 1 operator.

Saat ini pemasangan *fixing top board (rear and front)* terhadap *side board* dilakukan secara manual yang dilakukan oleh 2 operator. Operator tersebut yaitu operator *fixing top board* dan *final regulation*, sehingga dapat mengganggu konsentrasi operator *final regulation*. Dan pemerataan beban kerja (*line balance*) seorang operator *fixing top board* memiliki beban kerja yang melebihi waktu yang tersedia (*pitch time*) yang tidak merata di bagian tersebut.

Pada bagian *fixing top board* operator harus melakukan penanganan (*handling*) 3 kali dalam 1 kali proses. Satu kali proses terdiri dari pemasangan *hinge* antara *assembly top board* dan *body* piano, pemasangan *rubber* dan pemasangan *top stick*. Untuk dilakukan 3 kali *handling* operator harus mengangkat *assembly top board* mengukur ketepatan antara *hinge assembly top board* dan *side board*, mengangkat ke meja kerja pengeboran tempat *rubber* dan mengangkat kembali ke *side board* piano.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengangkat judul tugas akhir dengan judul “Perancangan Mesin Pengangkat Vakum Pada Proses *Fixing Top Board Final Regulation* di Departemen *GP Assy* PT. Yamaha Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka terdapat rumusan masalah yang terkait dengan perancangan mesin sebagai berikut:

1. Bagaimana cara *handling* atau pengangkatan *top board rear* dan *front* agar dapat dilakukan oleh 1 operator.
2. Bagaimana dampak yang dihasilkan dari perancangan mesin vakum terhadap *output* produksi pada bagian *final regulation*.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan mesin ini terdapat beberapa batasan sehingga dapat mempermudah dalam proses perancangan dan tidak melebar sesuai dengan topik yang diharapkan, antara lain:

1. Perancangan mesin menggunakan *software* Solidwork 2016.
2. Penelitian dilakukan di bagian departemen *GP Ass'y Factory 2 Final Regulation* PT. Yamaha Indonesia.
3. Perancangan mesin digunakan untuk semua model jenis Grand Piano (GP), kecuali model GN2 dan CN161 di luar warna.
4. Perancangan mesin difokuskan pada *system handling* dari *assembly top board rear and front* ke *side board* piano.
5. Pembuatan alat masih sebatas perancangan dan, belum sampai pada proses bagian *facility* dan fabrikasi (*vendor*).
6. Dalam perancangan tidak ada pembahasan mengenai elektrik dan *wiring*.

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan perancangan mesin *vacuum lifting handling* adalah:

1. Merancang mesin vakum untuk mengangkat *top board rear and front* ke *side board* yang dapat dilakukan oleh 1 operator.
2. Dapat meningkatkan potensi *output* produktivitas pada bagian *final regulation*.

1.5 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat dari perancangan mesin ini ialah:

1. Pengangkatan *top board rear and front* dapat dilakukan oleh 1 operator sehingga tidak ada waktu tunggu dan mengganggu operator lain untuk membantu dalam proses pengangkatan ke *side board* piano.
2. Meningkatkan produktivitas produksi bagian *final regulation*.
3. Mengurangi resiko cedera dan meringankan beban kerja operator.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pembuatan laporan tugas akhir ini terbagi menjadi:

1. Bab I berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan laporan.
2. Bab II berisi kajian pustaka dan landasan teori yang digunakan sebagai dasar dalam menyelesaikan permasalahan.
3. Bab III berisikan langkah-langkah dan metode yang digunakan meliputi alur, data kabinet, proses kerja bagian fixing top board, dan peralatan yang digunakan.
4. Bab IV ini memuat data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan berupa penjelasan mengenai hasil yang telah dicapai dalam melakukan perancangan dan pembahasannya.
5. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dan saran yang didapatkan dalam pelaksanaan perancangan ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Berdasarkan Industri *Material Handling of America*, *Manual Material Handling* (MMH) merupakan penanganan material yang digunakan sebagai gerakan, perlindungan, penyimpanan, dan kontrol bahan dan produk di seluruh proses pembuatan produksi dan distribusi, konsumsi serta pembuangan. Penanganan material harus dilakukan dengan aman, efisien, biaya rendah, tepat waktu, akurat dan tanpa adanya kerusakan terhadap produk (Groover, 2015)

Penanganan *Material Manual* (MMH) kegiatan yang dilakukan dengan mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik, membawa atau memindahkan muatan dengan tangan atau kekuatan tubuh (Mohammadi dkk., 2013). Kegiatan MMH dapat meningkatkan kinerja seperti mengurangi biaya, insiden dan kecelakaan kerja. Kegiatan MMH yang dirancang tidak tepat dapat menimbulkan resiko kerugian bahkan kecelakaan kerja. Kerugian yang diakibatkan kegiatan MMH yang tidak tepat salah satunya yaitu keluhan *muskoloskeletal* (keluhan pada sendi, ligament, dan tendon).

Tingginya tingkat cedera atau kecelakaan kerja dapat berdampak buruk terhadap pekerja maupun perusahaan. Selain biaya pengobatan untuk pekerja, kinerja perusahaan juga berdampak pada penurunan produktivitas perusahaan. Cara untuk mengurangi MMH dapat menggunakan alat bantu, seperti *hoist*, *crane* dan pengangkatan menggunakan vakum.

Berdasarkan (Groover, 2015) *Crane* merupakan peralatan penanganan material yang dirancang untuk mengangkat dan memindahkan beban berat menggunakan satu atau lebih balok untuk dukungan. *Hoist* merupakan alat mekanis yang digunakan untuk menaikkan dan menurunkan beban. Penelitian (Jaiswal dan Kumar, 2017) penanganan menggunakan *vacuum gripper* yang dikembangkan dengan fleksibilitas tinggi dan multi pendekatan fungsional dapat digunakan sebagai penanganan material yang bekerja menggunakan prinsip *Bernoulli* untuk menghasilkan aliran kecepatan tinggi antara plat *gripper* dan

permukaan produk sehingga menciptakan vakum. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Lu dkk., 2018) menggunakan alat bantu vakum yang digunakan untuk memindahkan tas ke bagasi dan mengurangi resiko cedera *muskoloskeletal* pada bagian punggung bawah.

Berdasarkan kajian di atas, alat bantu *handling* dapat membantu proses pemindahan maupun pengangkatan yang dapat mengantisipasi terjadinya cedera pada pekerja. Pengamatan yang dilakukan penulis terdapat *kaizen* di bagian proses *fixing top board*. Proses kerja yang dilakukan terdapat 3 kali pengangkatan yang dilakukan oleh 2 operator (operator bagian *fixing top board* dan *assembly top board front and rear*) secara manual, sehingga penulis merancang alat bantu penanganan menggunakan sistem vakum yang dapat dilakukan oleh 1 operator.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Desain

Desain merupakan proses merancang suatu sistem, komponen, atau proses untuk bertemu kebutuhan yang diinginkan. Hal ini adalah proses pengambilan keputusan yang didasarkan dengan ilmu matematika dan ilmu teknik yang diterapkan secara optimal mengkonversi sumber daya untuk memenuhi tujuan. Unsur mendasar dari proses desain yakni penetapan tujuan dan kriteria, sintesis, analisis, kontruksi, pengujian, dan evaluasi dengan mempertimbangkan faktor ekonomi, keamanan, keandalan, estetika, etika, dan dampak sosial (Haik dan Shahin, 2011).

2.2.2 Kaizen

Menurut (Imai, 2005) pada (Paramita, t.t.) *Kaizen* berasal dari bahasa Jepang artinya perbaikan yang berkesinambungan (*continuous improvement*). Pengertian perbaikan ini melibatkan semua orang baik manager dan karyawan, dan melibatkan biaya dalam jumlah tidak seberapa. Elemen inti dari *kaizen* yaitu kemauan untuk berubah, maju, dan memprioritaskan kualitasnya serta, selalu memberikan upaya konsisten, keterlibatan seluruh pegawai, dan komunikasi.

Kedisiplinan dan kerjasama tim adalah utama dalam meningkatkan moral pekerja untuk menjalankan siklus mutu *kaizen*.

Penerapan dalam perusahaan, *kaizen* mencakup pengertian perbaikan yang berkesinambungan terus menerus yang beriringan dengan *Total Quality Management* (TQM). Untuk melakukan TQM terdapat beberapa konsep dalam *Kaizen*. Berikut beberapa *kaizen* yang diterapkan, seperti:

1. Konsep 3 M (Muda, Mura, Muri)

Konsep ini dibentuk untuk mengurangi banyaknya proses kerja, meningkatkan mutu, mempersingkat waktu dan mencapai efisiensi. Makna dari kata Muda artinya pengurangi pemborosan, Mura artinya mengurangi perbedaan dan Muri artinya mengurangi ketegangan.

2. Gerakan 5 S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*)

Konsep 5 S merupakan proses perubahan sikap yang menerapkan penataan, kebersihan, dan kedisiplinan di tempat kerja. Tempat kerja yang tertata rapi, bersih, tertib dapat menciptakan kemudahan bekerja untuk meningkatkan efisiensi kerja, produktivitas kerja, kualitas kerja dan keselamatan kerja .

3. Konsep PDCA (*Plan, Do, Check, Action*)

Menerapkan siklus PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) merupakan sarana yang dapat menjamin terlaksananya kesinambungan *kaizen*. Hal ini berguna untuk mewujudkan kebijakan untuk memperbaiki, memelihara, dan meningkatkan standar. Rencana (*plan*) berkaitan dengan penetapan target untuk perbaikan. Periksa (*check*) melihat penetapan pada penerapan rencana dan memantau kemajuan perbaikan yang direncanakan. Tindak (*action*) berkaitan dengan standarisasi prosedur baru untuk menghindari terjadi kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya.

4. Konsep 5 W + 1 H

Pola pikir untuk menjalankan PDCA pada *kaizen* adalah dengan menerapkan teknik bertanya dengan pertanyaan dasar 5 W + 1 H (*what, who, why, where, when dan how*).

2.2.3 Line Balancing

Line Balancing merupakan metode untuk menyetarakan (keseimbangan) beban kerja beberapa elemen kerja dari suatu lintasan perakitan ke stasiun kerja untuk meminimumkan banyaknya stasiun kerja dan meminimumkan total waktu menunggu (*idle time*) pada proses keseluruhan stasiun kerja pada tingkat *output* tertentu (Scholl dkk., 2013). Penyetaraan hal ini, kebutuhan waktu per unit produk yang dispesifikasikan untuk setiap proses dapat suatu arus produksi yang lancar dan sesuai target produksi berjalan efektif dan efisien.

Tujuan dasar keseimbangan beban kerja (*line balancing*) yaitu untuk membantu meningkatkan jumlah produksi yang dikeluarkan dengan fasilitas dan sumber daya yang dimiliki perusahaan. Perencanaan keseimbangan lintasan kerja bertujuan untuk mencapai suatu kapasitas yang optimal dan tidak dapat terjadi pemborosan fasilitas (waktu, tenaga, dan material). Tujuan tersebut dapat tercapai apabila:

1. Lintasan bersifat seimbang, setiap stasiun kerja mendapatkan beban kerja yang sama nilainya diukur dengan waktu.
2. Jumlah waktu kerja operator menunggu dari proses sebelumnya (*idle*) minimum di setiap stasiun kerja sepanjang lintasan proses.
3. Jumlah stasiun yang ada di lintasan memiliki waktu yang seimbang.

Rumus untuk mencari *line balancer*, sebagai berikut:

$$LB = \frac{\sum Ti}{N \cdot PT} \times 100\% \quad (1)$$

T_i : *Standard Time*

N : *Jumlah Operator*

PT : *Pitch Time*

Perubahan *line balance* berpengaruh terhadap potensi *output* produksi. Berikut rumus yang digunakan untuk mengetahui jumlah potensi *output* produksi yang dihasilkan oleh perusahaan selama satu hari.

$$Potensi Output = \frac{WYT}{PT} \quad (2)$$

WYT: Jam kerja yang diberikan oleh perusahaan.

(Sumber: Materi Siswa Latih PT. Yamaha Indonesia)

2.2.4 Vacuum Gripper

Vacuum Gripper merupakan komponen dari robot manipulator berfungsi untuk menggenggam objek untuk memindahkan di dalam jangkauan kerja dalam sistem mencengkram seperti vakum yang dikembangkan secara fleksibilitas dan pendekatan multifungsional (Jaiswal dan Kumar, 2016)

Berdasarkan (Liu dkk., 2006) pada (Narafuadi, 2018) *Vacuum gripper* merupakan alat bantu yang digunakan sebagai pencekam yang menggunakan *suction pad*. *Suction pad* saat ini banyak diadopsi sebagai perancangan pada robot *wall-climbing* yang dapat menempel pada permukaan yang halus tanpa merusak permukaan pada benda.

Suction pad secara umum terbagi menjadi dua yaitu *suction pad* aktif dan *suction pad* pasif. Pada Gambar 2-1a merupakan *suction pad* aktif berfungsi untuk mempertahankan kondisi vakum dengan cara menggunakan pompa. Pompa ini menjadikan *suction pad* lebih mudah untuk dikendalikan yaitu direkatkan atau dilepaskan dengan syarat pompa harus selalu hidup dan kekuatan pompa dapat meningkatkan beban kerja yang diangkat. Pada gambar 2-1b merupakan gambar *suction pad* pasif yang dapat mengangkat beban kecil dan tidak memerlukan pompa dan sulit dikendalikan (Zhang, 2010).



Gambar 2-1 Suction Pad Aktif dan Suction Pad Pasif

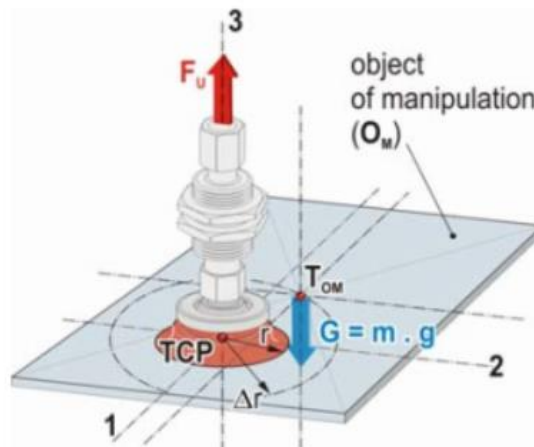
2.2.5 Menghitung Diameter Suction Pad

Untuk menghitung diameter *suction pad* hal yang perlu dilakukan yaitu mengetahui berapa besar beban yang akan diangkat oleh *suction pad*. Setelah

mengetahui besar bebannya, maka dapat menghitung diameter *suction pad* menggunakan persamaan di bawah ini.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot m \cdot t \cdot (a \pm g)}{10^{-3} \cdot \pi \cdot P_v \cdot n \cdot \mu}} \quad (1)$$

Keterangan: d = diameter *suction pad* (mm)
 m = Massa (kg)
 t = *Safety Factor*
 a = Percepatan (ms^{-2})
 g = Gravitasi bumi = 9,81 (ms^{-2})
 n = Jumlah *suction pad*
 μ = Faktor kegesekan



Gambar 2-2 Gaya yang Bekerja pada *Suction Pad*

Gambar 2-2 menunjukkan gaya yang bekerja pada *suction pad* untuk menghitung kekuatan *suction pad* dengan memperhitungkan pusat gravitasi O_m yang dicengkeram. Hubungan kekuatan *suction pad* saling berkaitan dengan menentukan diameter *suction pad* penghisap.

2.2.6 Menghitung Kekuatan *Suction Pad*

Setelah mendapatkan diameter *suction pad*, secara teori dapat digunakan untuk menghitung beban maksimum pada satu *suction pad*. Kekuatan *suction pad* berbanding lurus dengan besarnya tekanan vakum dan luas penampang *suction pad* itu sendiri (Tuleja, 2014).

$$F = 10^{-3} \cdot S_{ef} \cdot P_v \quad (2)$$

Keterangan: F = Kekuatan *suction pad* (N)
 S_{ef} = Luas efektif penampang (mm²)
 P_v = Tekanan vakum (kPa)

2.2.7 *Spring Balancer*

Spring balancer berfungsi sebagai penyeimbang. *Spring balancer* dapat disebut *load balancer* atau alat balancer yang dirancang khusus untuk membantu operator. Mekanisme dari alat ini dapat ditarik ke bawah dengan sedikit tekanan, tanpa ketegangan atau kelelahan dengan penanganan beban dan tekanan untuk operasi bebas dari gaya gravitasi (Chengmao Tools Industrial Co., Ltd, 1977). Gambar 2-2 menunjukkan *spring balancer* yang dapat digunakan sebagai penyeimbang.



Gambar 2-3 *Spring Balancer*

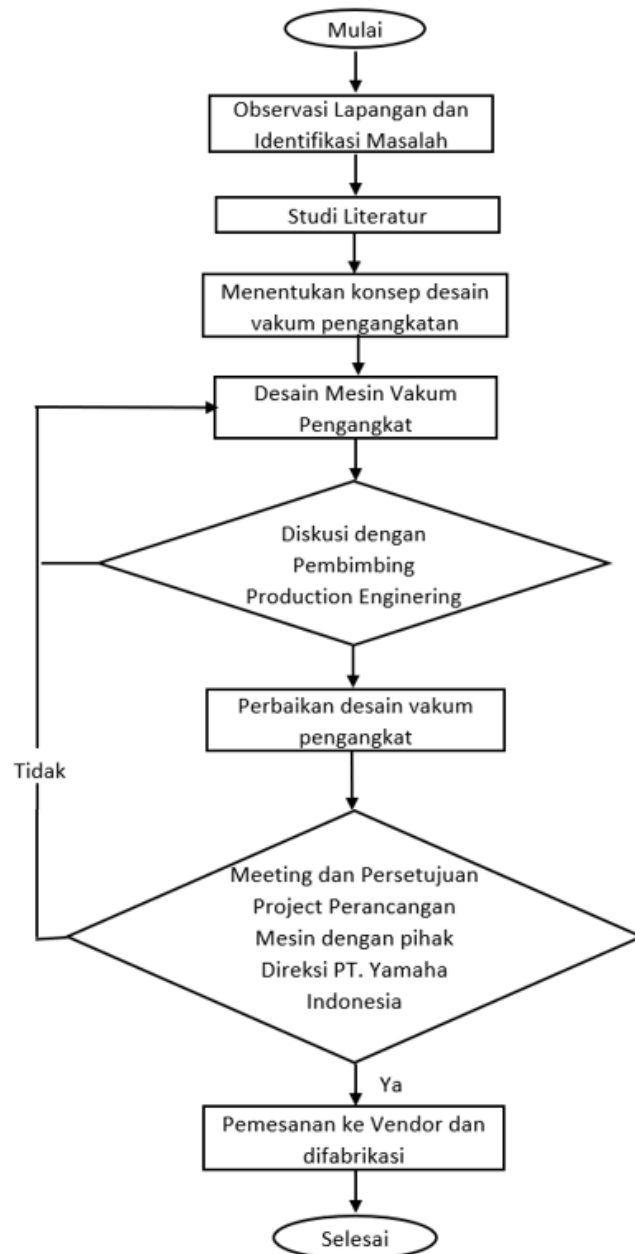
(Indiamart, 2011)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian ini berupa bagan untuk melakukan penelitian. Berikut diagram alir proses penelitian dapat dilihat pada gambar 3-1.



Gambar 3-1 Diagram Alur Penelitian

3.2 Observasi Lapangan

Langkah awal untuk melakukan perancangan mesin penulis melakukan observasi lapangan sesuai *genba* dari *project kaizen* 195 yang merupakan *project* tahunan yang ada di PT. Yamaha Indonesia. *Project* tersebut dengan tema “*Vacuum for Lifting Fixing Top Board*”. Metode observasi yang dilakukan yaitu melakukan pengamatan langsung dan pengamatan tidak langsung.

Pengamatan langsung yang dilakukan yaitu mengamati proses kerja operator saat mengangkat kabinet *top board rear* dan *top board front* untuk kemudian mengukur dimensi, pengambilan data, pengambilan video, dan berdiskusi dengan pihak lapangan seperti *foreman*, kepala kelompok dan operator yang bekerja di bagian tersebut. Sedangkan pengamatan tidak langsung yaitu mengamati hasil dari video yang dilakukan dari pengamatan langsung.

3.2.1 Data dan Line Balance Karyawan pada bagian Final Regulation GP Assy

Data Karyawan pada bagian *Final Regulation GP Assy* terdapat 9 orang operator yang terdiri dari 1 KK (Kepala Kelompok) / WKK (Wakil Kepala Kelompok) dan 8 orang operator. KK/WKK bertugas memimpin pada satu bagian *final regulation* dengan *managerial* (seperti memantau terkait target produksi, waktu produksi, dan proses produksi). *Mengcover* (apabila dalam satu bagian tersebut ada karyawan yang tidak hadir maka menggantikannya bahkan langsung bekerja pada bagian tersebut).

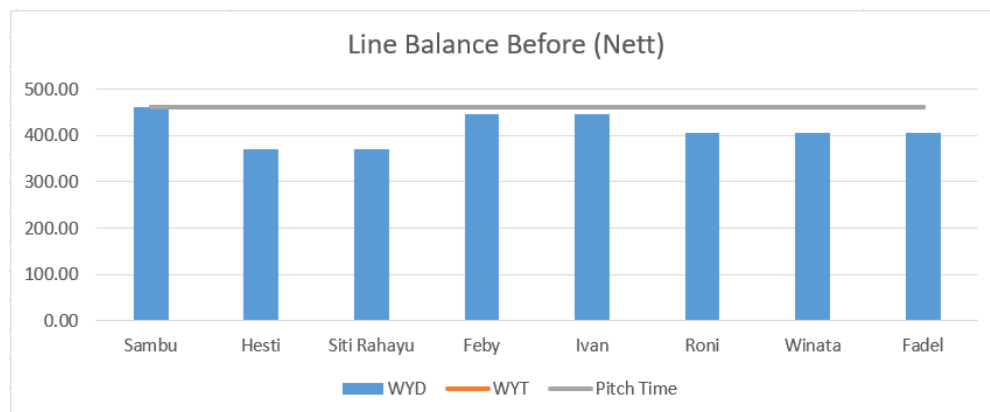
Final regulation yang terdiri dari 8 orang operator masing masing bertanggungjawab sesuai dengan proses kerjanya. Pada Gambar 3-2. merupakan tugas dari 8 orang operator pada bagian *final regulation*.

No	Nama	Proses	WYD	WYT	Pitch Time
1	Sambu	Fix TopBoard	460.08	460.00	460.08
2	Hesti	Final Regulation (Piano)	369.46	460.00	460.08
3	Siti Rahayu	Final Regulation (Piano)	369.46	460.00	460.08
4	Feby	Final Regulation (Meja)	447.02	460.00	460.08
5	Ivan	Final Regulation (Meja)	447.02	460.00	460.08
6	Roni	Leveling of Damper	406.80	460.00	460.08
7	Winata	Leveling of Damper	406.80	460.00	460.08
8	Fadel	Leveling of Damper	406.80	460.00	460.08
		Total	3313.45	460.00	460.08

Gambar 3-2 Data dan Proses Kerja Karyawan

(Sumber: *Production Engineering* PT. Yamaha Indonesia)

Pada bagian *final regulation* terdapat *line balance* (pemerataan beban kerja) yang dapat digunakan untuk melihat pemerataan beban kerja karyawan pada satu stasiun kerja melalui *standar time*, rencana produksi dan secara aktual yang dilakukan di lapangan. Berdasarkan gambar 3-3 terdapat *line balance* operator pada bagian *final regulation* yang memiliki waktu atau beban kerja tertinggi (*pitch time*) yaitu atas nama Sambu. Sambu merupakan operator yang bekerja pada *proses fix top board*.



Gambar 3-3 Line Balance Operator Final Regulation

(Sumber: *Production Engineering* PT. Yamaha Indonesia)

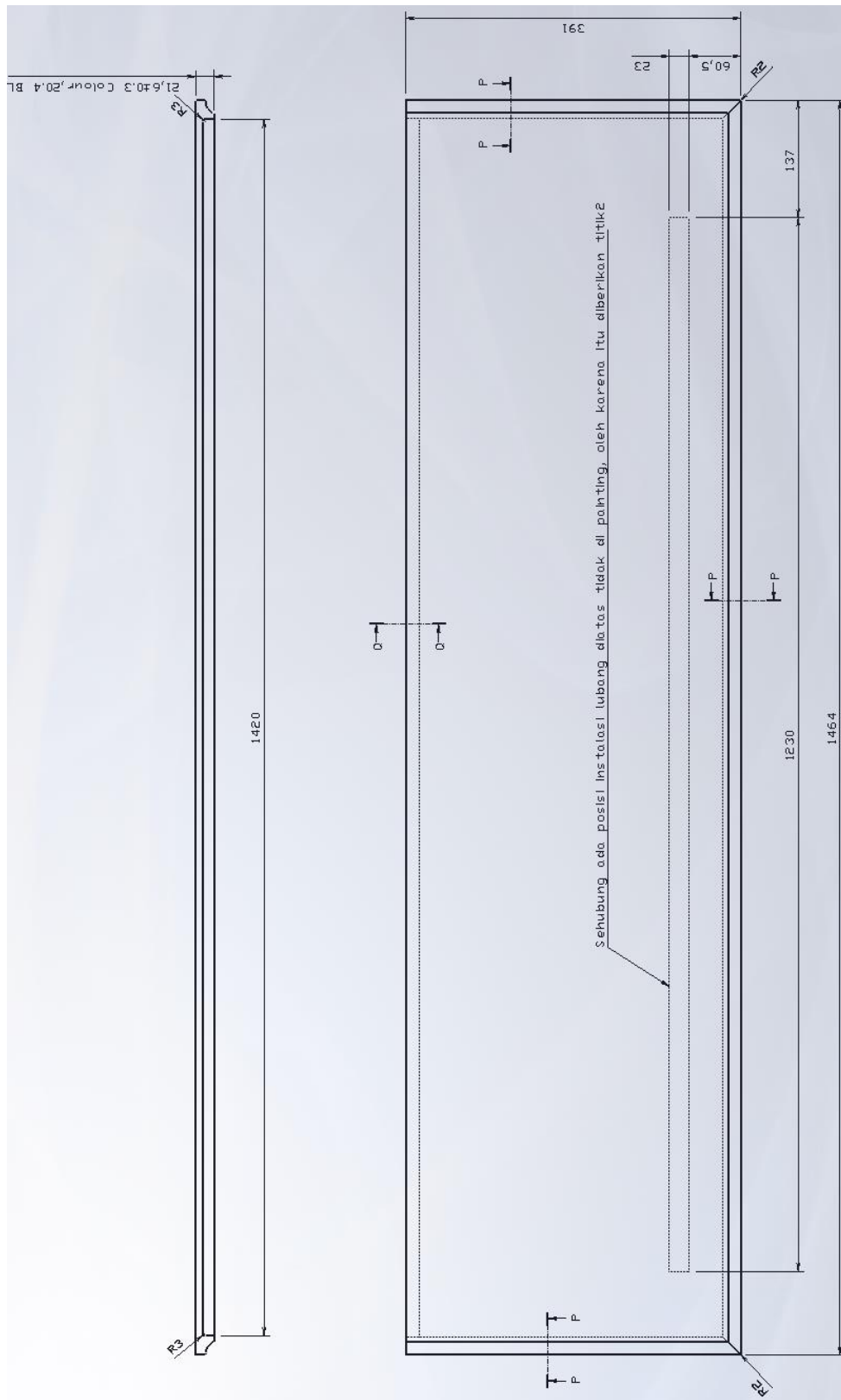
Berdasarkan grafik *line balance* tersebut terdapat *kaizen* pada saat mengangkat *fix top board* ke *side board* yaitu proses pengangkatan yang dilakukan secara manual menjadi *semi automatic*. Setiap operator harus mencapai target sebanyak 19 produksi yang telah ditentukan perusahaan dengan waktu yang telah ditentukan yaitu 460 menit/hari. *Pitch Time* artinya waktu tertinggi yang distandarkan oleh perusahaan, WYD artinya Waktu Yang Dibutuhkan oleh pekerja, dan WYT artinya Waktu Yang Tersedia dari perusahaan.

3.2.2 Data Kabinet dan Model *Grand Piano*

Data kabinet yang dilakukan pada proses *fix top board* yaitu terdiri dari dimensi *top board front* dan *top board rear*.

Dimensi Kabinet *Top Board Front*:

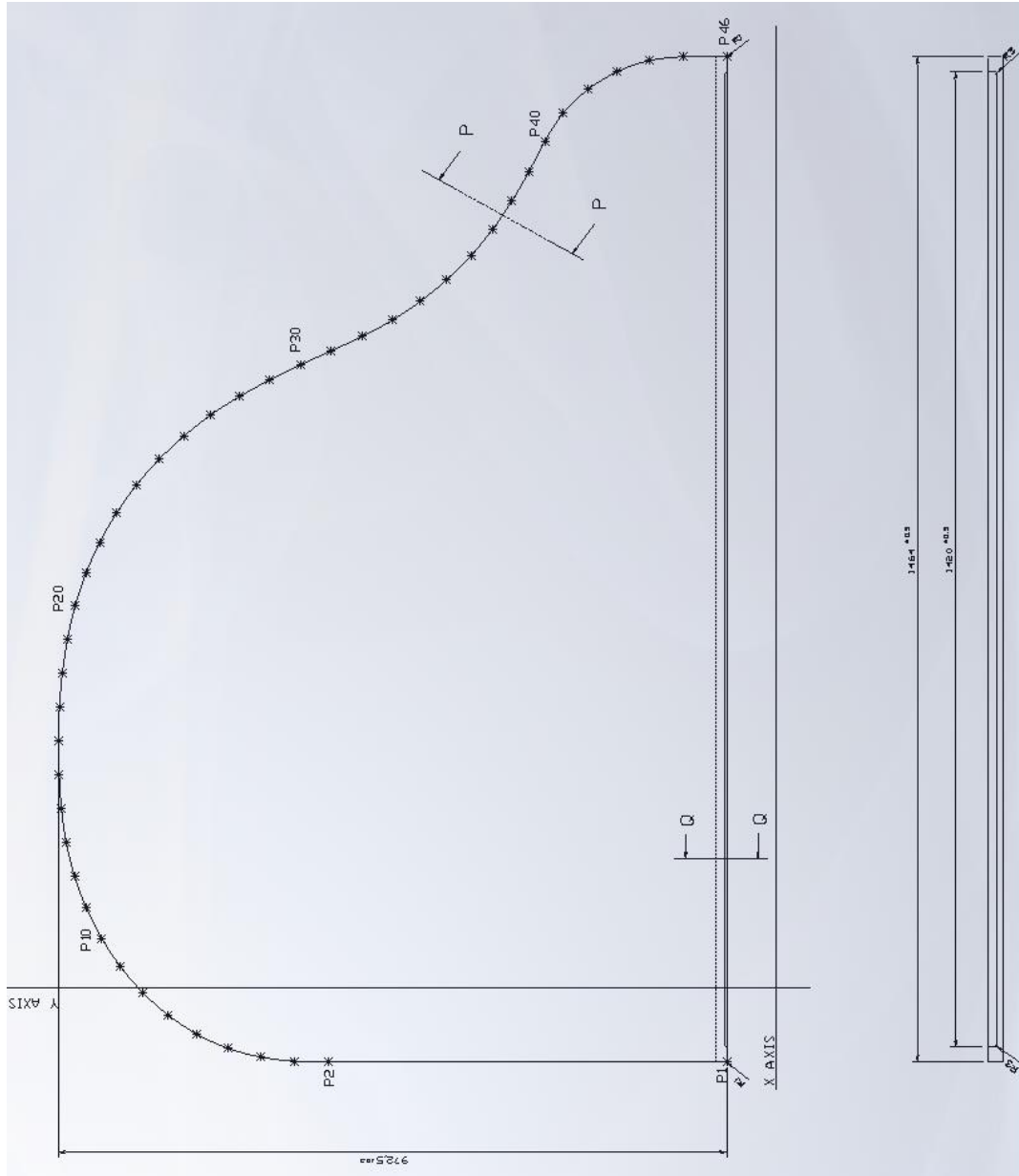
- a. Panjang : 1.464 mm
- b. Lebar : 391 mm
- c. Tebal : 20,4 mm



Gambar 3-4 Dimensi Kabinet Top Board Front Grand Piano
 (Sumber: *Production Engineering* PT. Yamaha Indonesia)

Dimensi Kabinet Top Board Rear:

- a. Panjang : $1.464 \pm 0,5$ mm
- b. Lebar : $972,5 \pm 0,5$ mm
- c. Tebal : 20,4 mm



Gambar 3-5 Dimensi Kabinet Top Board Rear Grand Piano

(Sumber: *Production Engineering* PT. Yamaha Indonesia)

- Panjang : 1.464 mm
- Lebar : 1.366 mm
- Tebal : 20,4 mm



Gambar 3-4 sampai gambar 3-6 merupakan dimensi kabinet *top board front* dan *top board rear*. Selain dimensi kabinet di atas terdapat data massa dari model grand piano yang dilakukan penimbangan langsung. Tabel 3-1 merupakan massa *top board* jenis model piano (GB PWH) didapatkan massa 27,5 kg.

Tabel 3-1 Data Massa Top Board Grand Piano

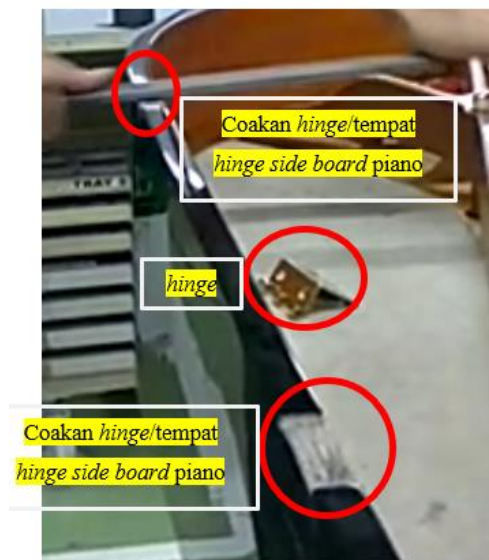
No	Model Piano	Massa Top Board (kg)			
		Rear	Front	Hinge+Screw	Total
1	GB PE 1 / GN 1	17.2	9	0.6	26.8
2	GB PWH	17.6	9.3	0.6	27.5
3	GN 2 PE	19	10.4	0.6	30

3.2.3 Proses *Fixing Top Board* Sebelum ada *Kaizen (Before)*

Proses yang dilakukan operator pada bagian *fix top board* sebelum melakukan pengangkatan pada *top board rear* dan *front* ke *side board* dilakukan pengangkatan manual. Sebelum melakukan pengangkatan, operator harus melakukan beberapa proses untuk semua model Grand Piano kecuali model GN2 terdapat 2 proses selanjutnya. Proses-proses yang dilakukan pada proses *fix top board*, sebagai berikut:

3.2.3.1 Pembersihan Takik *Hinge* pada *Side Board*

Membersihkan coakan *hinge* pada *side board* merupakan langkah awal untuk pemasangan *hinge* dengan alat bantu kikir. Pembersihan yang dimaksud berfungsi untuk meratakan coakan sehingga *hinge* dapat masuk ke bagian *side board* yang telah ditentukan. Gambar 3-7 merupakan gambar operator pada saat membersihkan takik *hinge* pada *side board* piano.



Gambar 3-7 Operator Membersihkan Coakan *Hinge* Pada *Side Board*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.2 Pemasangan *Hinge* ke *Side Board*

Proses pemasangan *hinge* ke *side board* terdiri dari beberapa tahapan seperti pengeboran *side board* untuk *hinge*, pemberian *jig* untuk *hinge* yang berfungsi supaya *hinge* tidak tergoyang, dan proses *screw hinge* ke *side board*. Proses pemasangan *hinge* dapat di lihat pada gambar 3-8.



Gambar 3-8 Pemasangan *Hinge*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.3 Pemasangan *Top Stick* pada *Side Board Piano*

Gambar 3-9 menunjukkan pemasangan *top stick* pada *piano* sebelum dilanjutkan ke tahap proses selanjutnya.



Gambar 3-9 Pemasangan Top Stick pada Side Board Piano

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.4 Pengangkatan Top Board ke Piano

Pengangkatan *top board* ke *side board* piano terdapat proses *setting top board* ke *side board* yang berfungsi untuk melakukan pengukuran tempat *hinge top board* dan memberi tanda titik *rubber top board*. Operator harus melakukan pengangkatan secara manual tanpa adanya alat bantu. Pengangkatan tersebut tidak dapat dilakukan oleh satu operator karena dimensi dari kabinet *top board rear* dan *front* cukup lebar dan berat.

Dimensi dari *top board* dengan panjang 1.464 mm, lebar 391 mm, tebal 20,4 mm dan massa 27,5 kg. sehingga pengangkatan *top board* harus dilakukan oleh 2 operator yaitu operator *fix top board* dan operator *assembly top board rear* dan *front*. Setelah pengangkatan selesai, operator yang bekerja dibagian *assembly top board* kembali ke tempat kerjanya. Gambar 3-10 menunjukkan pengangkatan *top board* yang telah di *assembly* antara *top board front* dan *top board rear* yang akan diukur ke bagian *hinge side board*.



Gambar 3-10 Pengangkatan *Top Board* ke Piano Untuk Pengukuran *Hinge Top Board*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.5 Pengangkatan *Top Board* ke Meja Kerja

Pada gambar 3-11 menunjukkan pengangkatan *top board* dari *side board* ke meja kerja guna pengeboran *screw hinge*, pengeboran tempat *rubber* dan *lid crop cup*. Dalam tahap pemindahan *top board* dari *side board* ke meja kerja terdapat proses pembalikan 180° (permukaan atas menjadi permukaan bawah). Permukaan bawah merupakan permukaan yang dilakukan untuk pengeboran *screw hinge*, tempat *rubber* dan *lid crop cup*.



Gambar 3-11 Pengangkatan *Top Board* ke Meja Kerja

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.6 Pemasangan *Hinge* ke *Top Board*

Pemasangan *hinge* pada *top board* merupakan pemasangan setelah pengukuran yang dilakukan pada *side board*. Hal ini dilakukan supaya *hinge* antara *side board* dan *top board rear* dalam posisi *center*. Sebelum dilakukan pengeboran *screw hinge*, *top board* diberi *jig* supaya posisi *hinge* tidak berubah. Gambar 3-12 menunjukkan pemasangan *hinge* pada *top board rear*.



Gambar 3-12 Pemasangan *Hinge* pada *Top Board Rear*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.7 Pemasangan *Rubber* dan Pasang *Lid Prop Cup*

Setelah pemasangan *hinge top board*, selanjutnya dilakukan pemasangan *rubber* dan *lid prop cup*. Adanya pemasangan *rubber* dan *lid prop cup* pada *top board* piano berfungsi sebagai *gap* (menghindari gesekan) antara *top board* dan *side board*. Gambar 3-13 menunjukkan pemasangan *rubber* dan *lid prop cup* pada *top board rear*.



Gambar 3-13 Pemasangan *Rubber* dan *Lid Prop Cup*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.3.8 Pemasangan *Top Board* ke Piano dan Memasang *Rubber Front*

Setelah pemasangan *hinge*, *rubber*, dan *lid prop cup*, kabinet *top board* diangkat kembali untuk dipasangkan ke *side board* piano. Pengangkatan *top board* masih dilakukan secara manual dan dibutuhkan 2 operator untuk mengangkat kabinet *top board*. Saat pengangkatan kabinet *top board* terdapat proses pembalikan 180° dari permukaan bawah *top board* (pemasangan *hinge*, *rubber*, *lid prop cup*) ke permukaan atas sebelum di *assembly* dengan *side board*. Setelah *top board* dan *side board* selesai di *assembly*, langkah selanjutnya adalah pemasangan *rubber* bagian *top board front*, pengecekan *fix top board* dan pengisian *check crad*. Setelah selesai, semua operator mendorong piano ke bagian *final regulation*. Gambar 3-14 menunjukkan proses pengangkatan *top board* dari meja kerja ke *side board* bodi piano.

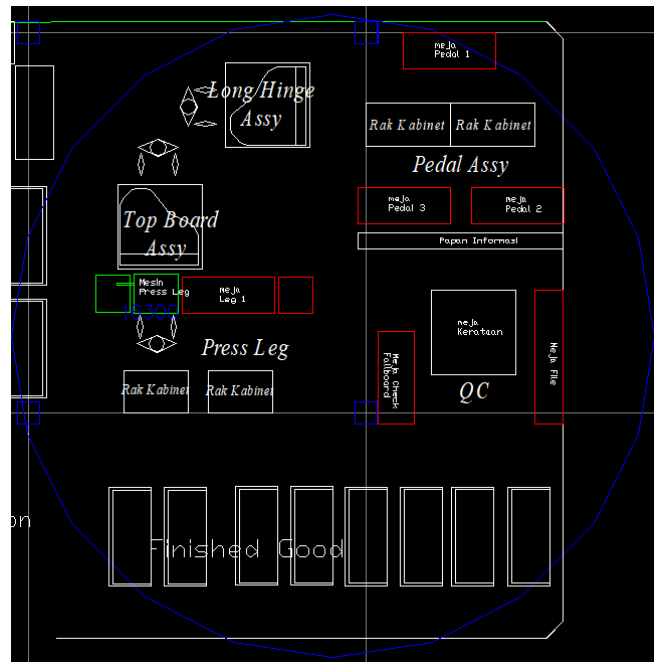


Gambar 3-14 Pengangkatan *Top Board* dari Meja Kerja ke Piano

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

3.2.4 *Layout Fixing Top Board*

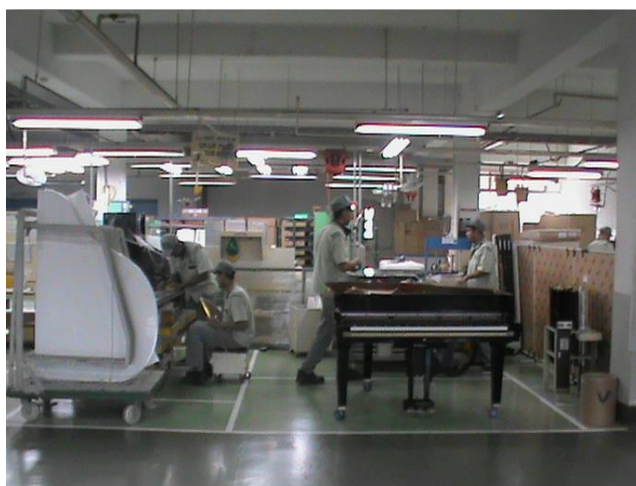
Layout fixing top board terletak di bagian *GP/UP Part Sub Assembly* berdekatan dengan bagian *sub assy. top board front* dan *top board rear*. Hal ini dilakukan supaya lebih dekat dan berkesinambungan. *Layout* proses *fixing top board* ditunjukkan pada gambar 3-15.



Gambar 3-15 Layout Fixing Top Board

(Sumber: *Maintenance Production Engineering PT. Yamaha Indonesia*)

Gambar 3-16 merupakan hasil layout berdasarkan observasi lapangan. Layout yang diukur secara langsung mempunyai ukuran 4.620 mm x 3.840 mm. Layout tersebut terdiri dari rak *top board front* dan *rear* sebelum *assembly*, meja kerja *assembly top board front* dan *rear*, rak sesudah *assembly top board front* dan *rear*, meja kerja pemasangan *hinge* dan *rubber* pada *top board* dan *bodi piano*.



Gambar 3-16 Layout Fixing Top Board di Lapangan Kerja

(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia.)

3.3 Identifikasi Masalah

Berdasarkan observasi di lapangan, penyesuaian dengan tujuan dari *kaizen* terkait tema dari *kaizen* itu sendiri yaitu “*Vacuum for Lifting Fixing Top Board*”. Pengamatan yang dilakukan secara langsung di lapangan kondisi saat ini yaitu dimensi *top board* panjang 1.464 mm, lebar 391 mm, tebal 20,4 mm, dan massa *top board* 27,5 kg. Pengangkatan *assembly top board front* dan *top board rear* dilakukan oleh dua orang secara manual, sehingga target *kaizen* itu sendiri yaitu:

1. Mengangkat dan memindahkan *top board front* dan *rear* dilakukan oleh satu orang menggunakan alat bantu *handling* menggunakan *vacuum*.
2. Mengurangi beban kerja operator.
3. Menghilangkan proses pembalikan *top board front* dan *rear* saat di pindahkan ke meja kerja.

3.4 Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk mendukung perancangan alat *handling lifter vacuum* pada proses *fixing top board* bagian *final regulation* dapat dilihat pada tabel 3-2.

Tabel 3-2 Peralatan Pendukung Perancangan

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Alat Tulis dan Buku	Mencatat informasi
2	Kamera Digital	Pengambilan data berupa video dan foto
3	Mistar dan Meteran	Mengukur dimensi kabinet dan layout
4	Laptop	Mendesain perancangan Alat menggunakan software Solidwork 2016

3.5 Perancangan

Berdasarkan observasi lapangan dan diskusi maka rancangan mesin *vacuum lifting* yang akan dibuat memiliki kualifikasi seperti:

1. Perancangan mesin menggunakan *vacuum lifter*
2. *Arm vacuum* dapat berputar ke arah kanan, dan kiri 180°
3. *Crane Vacuum* dapat dipindahkan (*mobile*).
4. Harga murah dan terjangkau sesuai dengan *budget* yaitu \$4000.

5. Memperhatikan keselamatan dan keamanan kerja.

Proses perancangan mesin menggunakan *software Solidwork* 2016. Hasil perancangan kemudian didiskusikan kembali dengan pembimbing tim desain dan manajemen. Setelah disetujui oleh pihak PT. Yamaha Indonesia dilakukan proses pemesanan mesin *vacuum lifting* kepada vendor.

BAB 4

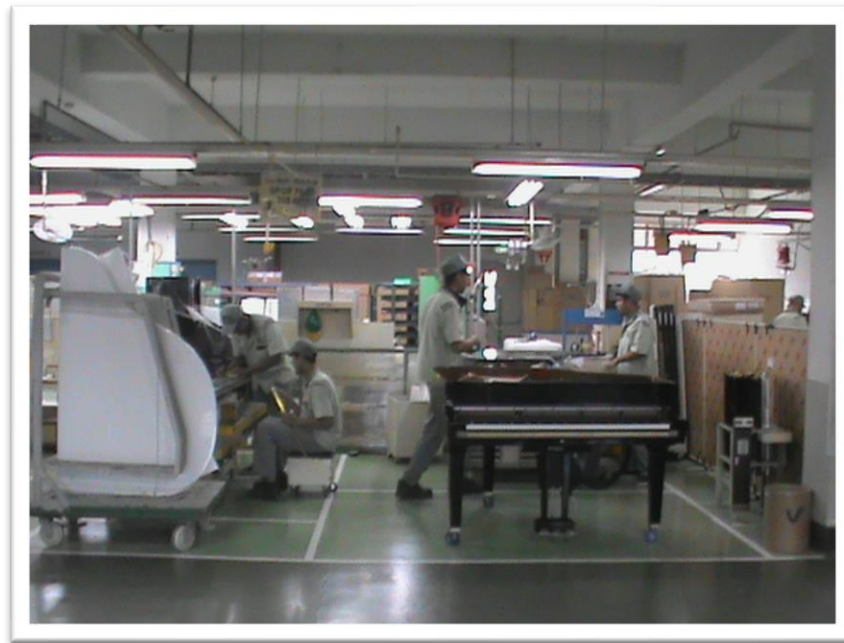
HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Perancangan Mesin Vacuum Lifiting Fixing Top Board

Pada proses *fixing top board final regulation* departemen GP Assy PT. Yamaha Indonesia sebelumnya, tidak ada mesin yang digunakan untuk alat bantu mengangkat kabinet *top board rear* dan *top board front* ke bagian *side board* piano. Pengangkatan tersebut dilakukan dengan pengangkatan manual yang dilakukan oleh 2 orang yang berbeda proses kerjanya, sehingga ada waktu menunggu (*idle time*) pada operator lain. Pada tahap proses perancangan dilakukan beberapa tahap analisis dan diskusi dengan pihak perusahaan. Diskusi dilakukan dalam 2 tahap yaitu, pertama, dilakukan diskusi internal dengan *foreman* dan tim divisi *facility and fabrication production engineering*. Kedua, diskusi dengan kepala kelompok, *foreman*, manager departemen GP Assy, manager *Processing Engineering* dan Direktur PT. Yamaha Indonesia. Diskusi kedua merupakan diskusi persetujuan terkait perancangan yang dapat disetujui dan tidak dapat disetujui.

4.2 Perancangan Tahap Pertama

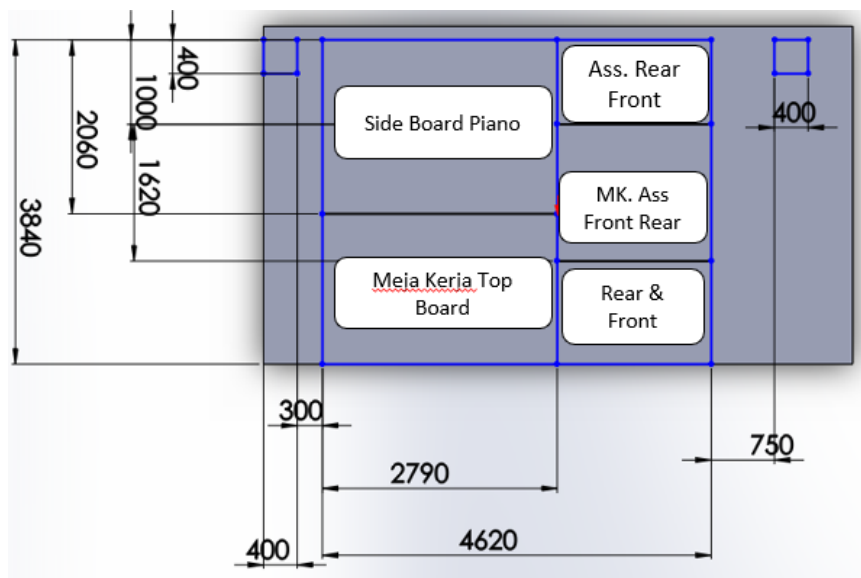
Pada proses perancangan tahap pertama dilakukan konsep studi literatur terkait *handling* untuk membantu mengangkat *top board* yang dapat dilakukan oleh satu orang. Studi literatur didapatkan dengan menggunakan mekanisme vakum untuk mengangkat *top board* dengan *crane* pendukung (*arm vacuum*) yang dapat bergerak 180° (kanan, kiri, maju, mundur). Hal ini bertujuan agar alat vakum dapat bergerak leluasa mengikuti *layout* tempat kerja yang memiliki beberapa proses pada bagian *fixing top board*. Berdasarkan observasi pengukuran langsung pada *layout* bagian proses *fixing top board*, dan *kaizen*. *Layout* proses *fixing top board* bergabung dengan bagian *GP/UP Part Sub Assy* yaitu proses *assembly top board rear* dan *top board front*. Gambar 4-1 merupakan *layout* proses *fixing top board rear* dan *top board front* dan proses *assembly top board rear* dan *top board front*.



Gambar 4-1 *Layout Fixing Top Board* dan *Assembly Top Board Rear Front*

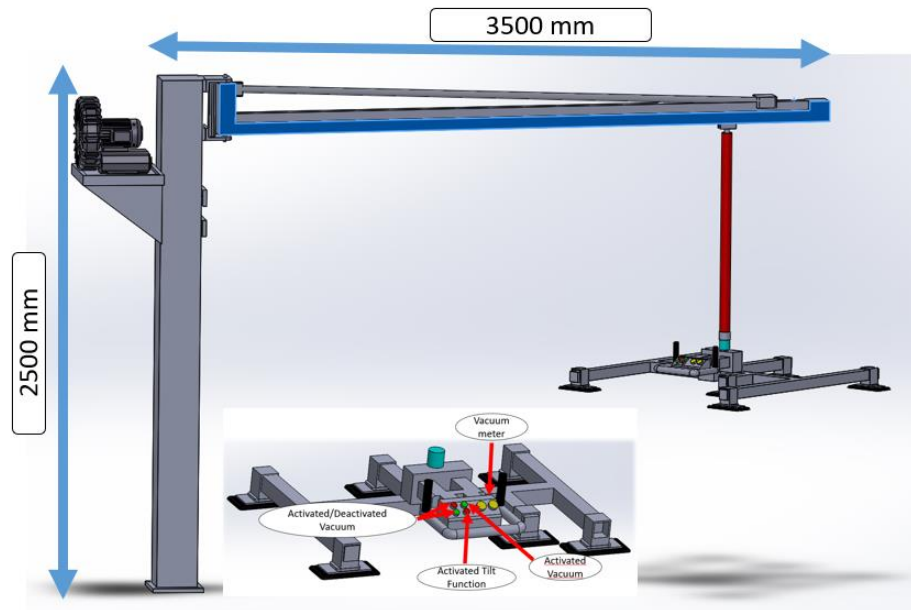
(Sumber: Dokumentasi Pribadi Atas Izin PT. Yamaha Indonesia)

Dari hasil pengukuran langsung yang dilakukan di lapangan didapatkan *layout* dengan ukuran total yaitu 4.620 mm x 3.840 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-2. Ukuran *layout assembly top board* yaitu 1.830 mm x 3.840 mm dan ukuran *layout fixing top board* yaitu 2.790 mm x 3.840 mm.



Gambar 4-2 Hasil Pengukuran Langsung *Layout Fixing Top Board* dan *Assembly Top Board*

Berdasarkan ukuran *layout*, perancangan panjang dari *arm vacuum* diasumsikan dengan panjang 3.500 mm untuk memvakum kabinet *top board* dari proses *assembly top board* ke proses *fixing top board*.

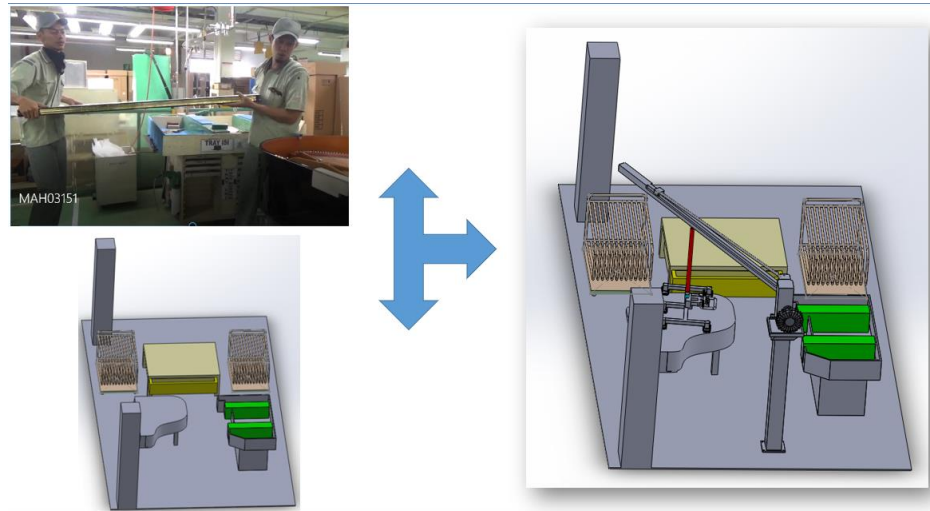


Gambar 4-3 Perancangan Alat Vakum Tahap Pertama

Gambar 4-3 merupakan gambar perancangan alat vakum tahap pertama untuk solusi pengangkatan kabinet *top board* yang dilakukan manual oleh 2 operator menjadi 1 operator. Alat vakum ini dirancang menggunakan vakum jenis *suction pad* aktif yang dapat mempertahankan kondisi vakum dengan cara menggunakan pompa. Perancangan ini dilengkapi dengan tombol *activated / deactivated vacuum* yang berfungsi untuk mengaktifkan dan menonaktifkan vakum. *Vacuum meter* berfungsi untuk mengukur *indicator* tekanan vakum yang dikeluarkan. *Activated vacuum* berfungsi untuk merekatkan kabinet, dan *activated tilt function* berfungsi untuk proses pembalikan kabinet *top board* pada posisi 90° sampai 180° di meja kerja *top board* untuk pemasangan *hinge* dan *rubber*.

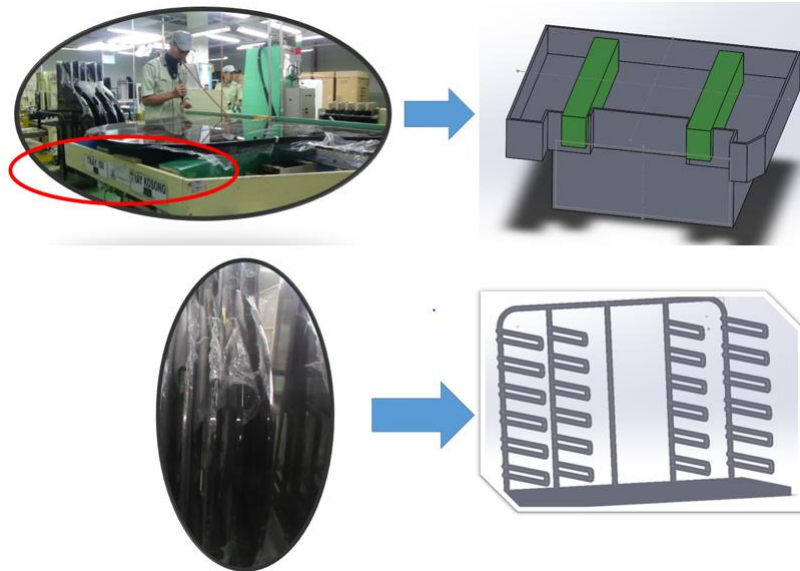
Gambar 4-4 menjelaskan tentang kabinet *top board* yang diangkat oleh 2 operator secara manual, dan bentuk *layout* sebelum ada perancangan alat vakum tahap pertama. Dari gambar kedua tersebut, maka perancangan *layout* sesudahnya yaitu dengan posisi alat vakum berada di tengah antara tiang pembatas proses *packing* piano dan meja kerja *fixing top board*. Dari *layout* 3D dijelaskan bahwa ada tempat *assembly top board front* dan *top board rear* yaitu terdiri dari:

1. Rak Pertama merupakan tempat *top board rear* dan *top board front* yang belum di *assembly*.
2. Meja kerja *assembly top board front* dan *top board rear*.
3. Rak Kedua merupakan tempat (tunggu) *top board rear* dan *top board front* yang sudah di *assembly*, apabila operator bagian *fixing top board* masih mengerjakan proses *fixing top board*.



Gambar 4-4 Proses Sebelum dan Sesudah Ada Alat Vakum

Berdasarkan perancangan alat pengangkat *top board* yang dapat dilakukan oleh 1 operator, maka terdapat *kaizen* pada rak kedua, dan meja kerja *top board* untuk pemasangan *hinge* dan *rubber*. Gambar 4-5 merupakan *kaizen* yang harus dilakukan dengan adanya perancangan alat vakum pada tahap pertama. *Kaizen* yang pertama yaitu pada meja kerja *top board* pemasangan *hinge* dan *rubber*. Bentuk meja sebelumnya yang ditunjukkan oleh bulatan merah, dirubah menjadi meja yang telah dirancang. Hal ini supaya pada saat proses pembalikan alat vakum dapat bekerja secara maksimal. *Kaizen* kedua yaitu pada rak kedua hasil *assembly top board* dari posisi sebelumnya berbentuk *vertical* menjadi bentuk *horizontal*. Hal ini berfungsi untuk lebih mudah dalam proses pengambilan *top board* yang ada di rak *assembly*.



Gambar 4-5 Kaizen Meja Kerja dan Rak Assembly Top Board

Pada diskusi perancangan tahap pertama hal yang dilakukan pertama kali yaitu observasi, identifikasi masalah, mencari solusi dengan konsep perancangan, perancangan, diskusi internal, dan diskusi direksi. Berdasarkan uraian yang telah disampaikan di atas merupakan sampai pada tahap perancangan, selanjutnya yaitu diskusi internal. Diskusi internal dilakukan sebelum dilakukan diskusi direksi. Pada saat diskusi internal terdapat beberapa saran seperti konsep perancangan, kelengkapan data, kekurangan dan kelebihan dari perancangan alat. Setelah dilakukan diskusi internal selanjutnya diskusi direksi. Pada saat diskusi direksi terdapat beberapa saran terkait perancangan yaitu:

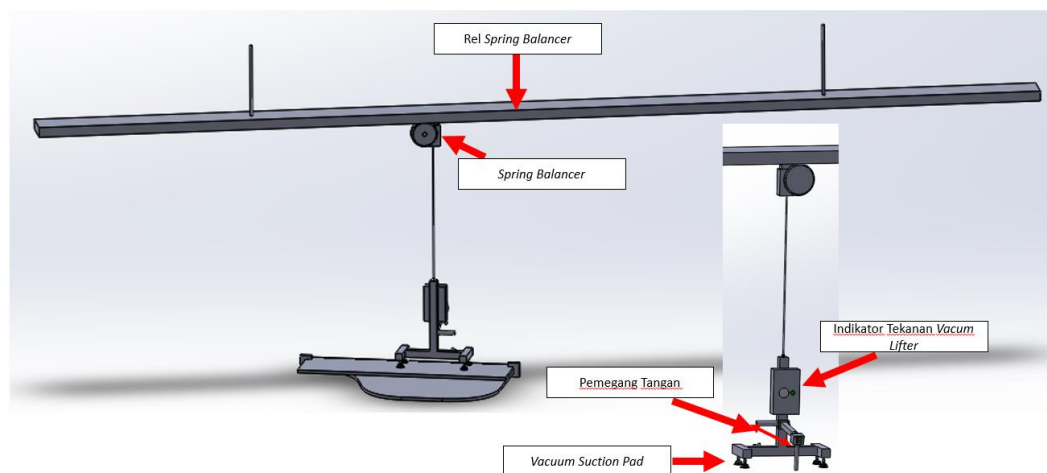
1. Proses pengukuran awal (*handling*) terdapat pengangkatan *top board* ke *side board* piano. Hal ini dilakukan untuk penandaan *hinge top board* ke *side board piano*, dan pemasangan *rubber*, maka dibuatkan *JIG*.
2. Bagaimana caranya supaya tidak ada proses pembalikkan.
3. *Handling* menggunakan gripper (karena 2 lapis yaitu kabinet *top board front* dan *top board rear*).
4. *Handling* dapat dilakukan oleh 1 orang.
5. *Break Event Point* (BEP) dari \$12.500 menjadi \$4.000. Sebelumnya harga dari perancangan alat vakum tahap pertama seharga \$12.500, hal ini

merupakan alat membeli di vendor dan mahal yang disebabkan oleh adanya mekanisme pembalikan (*activated tilt* 90° sampai 180°).

4.3 Perancangan Tahap Kedua

Berdasarkan diskusi dengan direksi perusahaan pada tahap pertama, saran dan masukan ditelaah kembali. Hal yang dilakukan yaitu melakukan analisis, diskusi, dan komunikasi dengan operator proses *fixing top board* dan kepala kelompok. Pada perancangan tahap kedua dilakukan diskusi internal dengan *foreman facility* dan fabrikasi terkait perancangan alat vakum yang dapat dilakukan oleh 1 operator.

Gambar 4-6 menunjukkan hasil perancangan tahap kedua perancangan mesin vakum. Perancangan ini menggunakan *kaizen system balancing vacuum* satu arah dengan menggunakan mekanisme *spring balancer* yang digunakan sebagai penyeimbang yang dapat ditarik ke bawah dengan sedikit tekanan tanpa ketegangan atau kelelahan yang beroperasi bebas dari gaya gravitasi. Perancangan ini di desain dengan menggunakan 4 *vacuum suction pad* dengan diameter 50 mm dengan *spring balancer* 30 kg yang dapat mengangkat beban *top board* 27,5 kg.



Gambar 4-6 Perancangan Mesin Vakum Tahap Kedua

Mekanisme vakum menggunakan vakum *gripper suction pad* aktif yang dihubungkan dengan *ejector* sebagai perangkat tekanan yang dilengkapi dengan kompresi udara untuk menciptakan ruang hampa.

4.4 Analisis Diameter *Suction Pad*

Untuk mendukung perancangan alat perlu dilakukan analisis perhitungan. Tahap analisis ini akan dijelaskan pada subbab di bawah ini:

4.4.1 Menghitung Beban yang Bekerja Pada 1 *Suction Pad*

Berdasarkan data tabel 3-1 didapatkan massa kabinet *top board* jenis model piano biasa (GB PWH) yaitu 27,5 kg, sehingga dapat ditentukan gaya berat yang diberikan oleh kabinet *top board* GB PWH yaitu:

$$W = m \cdot g$$

$$W = 27,5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 269,77 \text{ N}$$

Gaya berat kabinet *top board* GB PWH didapatkan sebesar 269,77 N. Pada perancangan ini menggunakan 4 buah *suction pad* yang dapat menahan distribusi beban yang terjadi pada *suction pad*. Jumlah *suction pad* dinotasikan dengan n dan berdasarkan katalog *horizontal lift safety factor* yang diberikan sebesar 2. Hal ini dapat dicari beban yang bekerja pada 1 *suction pad* yaitu:

$$F = \frac{W \cdot \text{Safety factor}}{n}$$

$$F = \frac{269,775 \text{ N} \cdot 2}{4}$$

$$F = 134,88 \text{ N}$$

$$F = 135 \text{ N}$$

4.4.2 Menentukan Diameter *Vacuum Suction Pad*

PT. Yamaha Indonesia menggunakan standar tekanan angin maksimal 4 bar. Dari tekanan angin yang digunakan dan berdasarkan katalog *ejector*, didapat tekanan vakum yang bekerja pada tekanan angin 4 bar menggunakan ukuran 1 mm jenis S yaitu sebesar 90 kPa. Dari beban yang terjadi dan tekanan vakum yang dihasilkan dapat ditentukan ukuran diameter *vacuum suction pad* yang digunakan yaitu:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{10^{-3} \cdot \pi \cdot P_v}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4.135}{10^{-3} \cdot \pi \cdot 90}}$$

$$d = \sqrt{\frac{540}{0,2826}}$$

$$d = 43,713 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan teoritis didapatkan diameter *vacuum suction pad* sebesar 43,713 mm untuk kemudian menyesuaikan dengan katalog diameter *vacuum suction pad*. Berlandaskan katalog *vacuum suction pad* terdapat diameter sebesar 32, 40, 50, 63, 80, 100, dan 125 (mm), maka ukuran diameter *vacuum suction pad* standar yang digunakan adalah yang mendekati nilai perhitungan teoritis yaitu sebesar 50 mm.

4.4.3 Kekuatan yang Dihasilkan *Suction Pad*

Berdasarkan perhitungan analisis diameter *vacuum suction pad* sebesar 50 mm, maka dapat ditentukan luas efektif penampang yaitu:

$$S_{ef} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$S_{ef} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 50^2$$

$$S_{ef} = 1.962,5 \text{ mm}$$

Luas efektif penampang didapatkan sebesar 1.962,5 mm. Maka kekuatan yang dihasilkan 1 *suction pad* adalah:

$$F = 10^{-3} \cdot S_{ef} \cdot P_v$$

$$F = 10^{-3} \cdot 1.962,5 \cdot 90$$

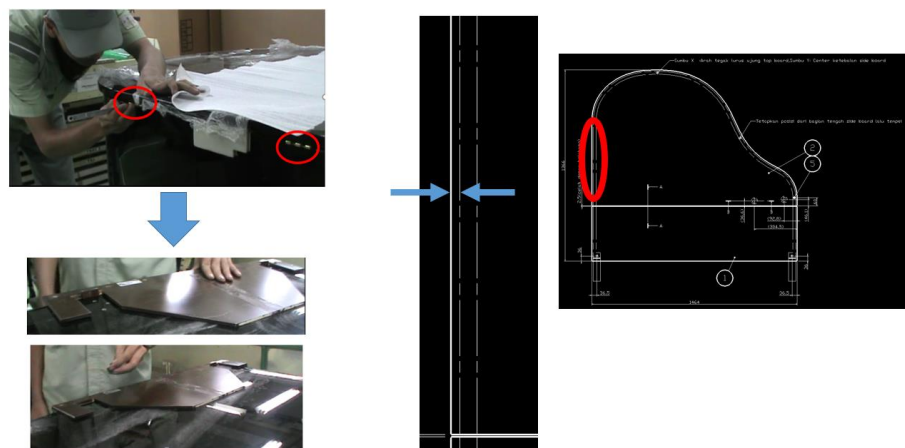
$$F = 176,6 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan kekuatan untuk 1 *vacuum suction pad* dengan diameter 50 mm menggunakan *ejector* 1 mm yaitu sebesar 176,6 N. Analisis perhitungan beban *suction pad* menggunakan *safety factor* berdasarkan katalog lampiran 1 standar posisi *horizontal* sebesar 2, menghasilkan beban yang bekerja pada 1 *vacuum suction pad* sebesar 135 N. Hasil dari nilai

perbandingan antara nilai kekuatan dan beban yang bekerja dapat dinyatakan bahwa *vacuum suction pad* mampu mengangkat kabinet *top board* GB PWH.

4.5 Analisis Proses Mekanisme *Handling*

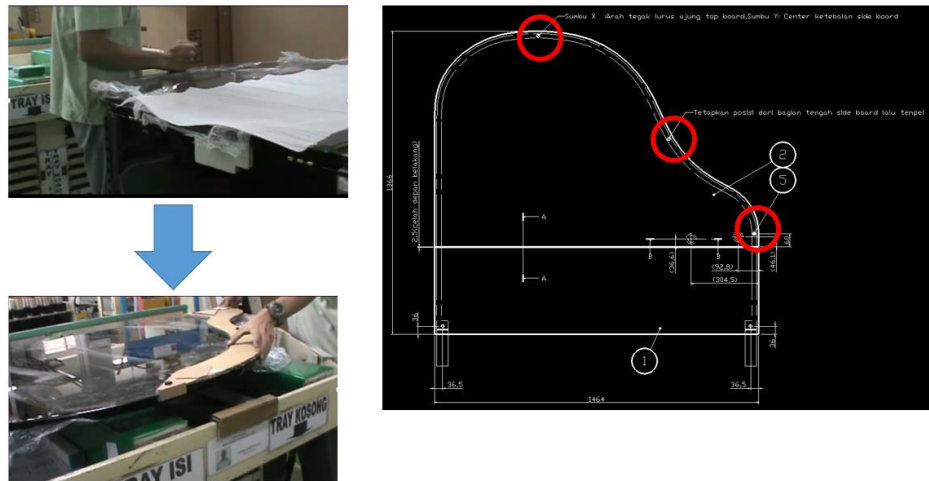
Perancangan mesin vakum pada proses *fixing top board* memberikan dampak terhadap operator maupun proses kerja. Hal ini terjadi beberapa *kaizen* seperti proses *handling* untuk mengukur *hinge top board* ke *side board*, terjadi perubahan *flow* proses pada *fixing top board*. Analisis untuk menghilangkan proses *handling* penandaan *hinge* dan *rubber* dilakukan *kaizen* dengan cara mencatat hasil pengukuran setiap jenis piano khususnya jenis model piano GB PWH. Gambar 4-7 merupakan pengukuran penandaan *hinge* pada *top board* terhadap *side board* yang digantikan dengan menerapkan *jig*. Pengukuran ini diambil dari nilai yang sering muncul pada saat melakukan analisis untuk memastikan nilai *jig* yang akan digunakan. Nilai yang sering muncul pada bagian depan yaitu 3,5 mm dan belakang 5,5 mm untuk pemasangan *hinge* pada *top board* ke *side board*.



Gambar 4-7 Pengukuran penandaan *hinge* pada *top board*

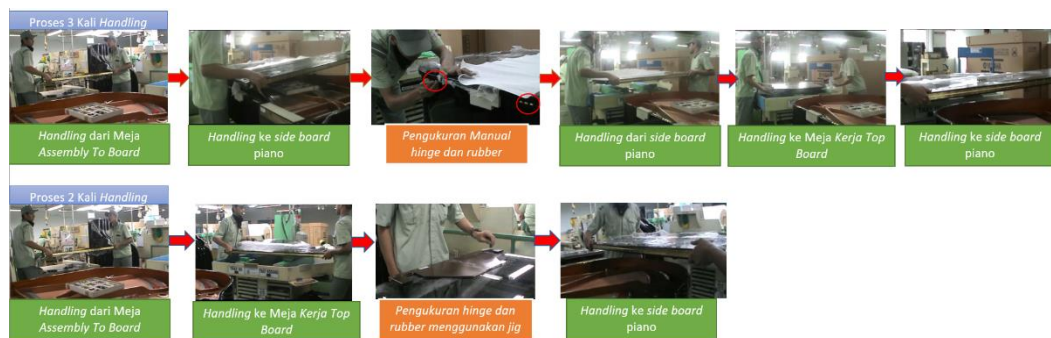
Setelah melakukan analisis terkait pengukuran nilai *hinge*, selanjutnya adalah pembuatan *jig* untuk penandaan *rubber*. Gambar 4-8 merupakan proses pembuatan *jig* untuk penandaan *rubber*. Pada saat itu penandaan *rubber* masih menggunakan *jig* sementara. Penandaan *rubber* diambil sesuai lengkungan dari

ukuran *top board* itu sendiri. Penandaan *rubber* ditunjukkan tanda lingkaran warna merah pada Gambar 4-8.



Gambar 4-8 Pengukuran penandaan *rubber* pada *top board*

Berdasarkan hasil analisis pencatatan nilai yang sering muncul pada lampiran 5, dengan menggunakan *jig hinge* dan *rubber* menghasilkan perubahan mekanisme *handling*. Pada proses sebelumnya mekanisme *handling* dilakukan 3 kali *handling*, namun dengan adanya *jig hinge* dan *rubber* dapat dilakukan menjadi 2 kali *handling*. Gambar 4-9 dan lampiran 4 menunjukkan proses mekanisme *handling* dari 3 kali *handling* menjadi 2 kali *handling*.



Gambar 4-9 Proses Mekanisme *Handling*

4.6 Analisis Perubahan *Standard Time*

Berdasarkan analisis sebelumnya terkait dengan perubahan *kaizen* mekanisme *handling* dapat berpengaruh terhadap perubahan *standard time*. *Standard time* pada bagian kelompok kerja *final regulation* mengalami perubahan

baik dari potensial *output* produksi maupun *line balance*-nya. Tabel 4-1 menunjukkan *resume standard time final regulation* sebelum ada perubahan pada proses *fixing top board* masih menggunakan 3 kali *handling*. Pada gambar tersebut terdapat beberapa istilah seperti:

1. WYD merupakan waktu yang dibutuhkan oleh pekerja (operator).
2. WYT merupakan jam kerja yang diberikan oleh perusahaan.
3. *Pitch Time* merupakan waktu tertinggi yang distandarkan.
4. *ST Nett* merupakan standard time net yang artinya standar waktu tanpa adanya margin. *Margin* artinya waktu tambah seperti minum, pergi ke toilet, ngobrol dan lainnya.

Pada proses 3 *handling fixing top board* memiliki WYD sebesar 401,36 dan *pitch time*-nya 460,8 menit dengan potensi *output* produksi sebanyak 21 unit/8 *hour* dengan plan produksi sehari-harinya yaitu sebanyak 19 unit/8 *hour*.

Tabel 4-1 Resume ST Nett Final Regulation 3 Kali Handling

Resume ST Nett Final Regulation					
No	Nama	Proses	WYD	WYT	<i>Pitch Time</i>
1	Sambu	Fixing Top Board	401,36	460	406,8
2	Hesti	Final Regulation (Piano)	369,46	460	406,8
3	Siti Rahayu	Final Regulation (Piano)	369,46	460	406,8
4	Feby	Final Regulation (Meja)	386,19	460	406,8
5	Ivan	Final Regulation (Meja)	386,19	460	406,8
6	Roni	Leveling of Damper	406,8	460	406,8
7	Winata	Leveling of Damper	406,8	460	406,8
8	Fadel	Leveling of Damper	406,8	460	406,8
		Total	3.133,06	460	406,8
Rekapitulasi Hitungan					
Total ST Nett		3.133,06	Menit		
WYT		460	Menit		
Pitch Time		406,8	Menit		
Operator		8	Orang		
Plan Produksi		19	unit/8 hour		
Potensial Output		21	unit/8 hour		
Line Balancing		96%			

Pada tabel 4-2 menunjukkan perubahan *resume ST Nett* menggunakan *jig* pada proses pemasangan *hinge* dan *rubber* dengan menerapkan mekanisme 2 kali

handling. Dengan menggunakan mekanisme 2 kali *handling* WYD pada proses *fixing top board* terjadi penurunan waktu dari 460,08 menit menjadi 268,91 menit dan tidak melebihi WYT. Hal ini *pitch time*-nya pun tidak melebihi WYT sehingga dapat menghasilkan produksi dengan potensi *output* lebih besar.

Tabel 4-2 Resume ST Nett Final Regulation 2 Kali Handling

Resume ST Nett Final Regulation					
No	Nama	Proses	WYD	WYT	Pitch Time
1	Sambu	Fixing Top Board	268,91	460	360,32
2	Hesti	Final Regulation (Piano)	360,32	460	360,32
3	Siti Rahayu	Final Regulation (Piano)	360,32	460	360,32
4	Feby	Final Regulation (Meja)	332,38	460	360,32
5	Ivan	Final Regulation (Meja)	332,38	460	360,32
6	Roni	Leveling of Damper	304,58	460	360,32
7	Winata	Leveling of Damper	304,58	460	360,32
8	Fadel	Leveling of Damper	304,58	460	360,32
		Total	2.568,05	460	360,32
Rekapitulasi Hitungan					
Total ST Nett		2.568.05	Menit		
WYT		460	Menit		
Pitch Time		360.32	Menit		
Operator		8	Orang		
Plan Produksi		19	unit/8 hour		
Potensial Output		24	unit/8 hour		
Line Balancing		89%			

Dari tabel 4-2 dengan adanya *kaizen* mekanisme 2 *handling* total *ST Nett* lebih cepat yaitu 2.568,05 menit dan *pitch time* 360,32 menit dengan plan produksi 19 unit/8 hour. Hal ini *pitch time* 1 unit produksi membutuhkan waktu 18,96 menit dan *ST Nett* 1 unit produksi sebesar 135,41 menit. Berikut perhitungan untuk mendapatkan *line balance* dan jumlah potensi *output* produksi perusahaan di bagian *final regulation*.

1. Perhitungan untuk mendapatkan hasil potensi *output* produksi

$$\text{Potensi Output} = \frac{\text{WYT}}{\text{Pitch Time}}$$

$$\text{Potensi Output} = \frac{460 \text{ menit}}{18,96421 \text{ menit}}$$

$$\text{Potensi Output} = 24,21053 \text{ unit/hari}$$

$$\text{Potensi Output} = 24 \text{ unit/hari}$$

2. Perhitungan untuk mendapatkan hasil *line balance*

$$LB = \frac{\sum Ti}{N \cdot PT} \times 100\%$$

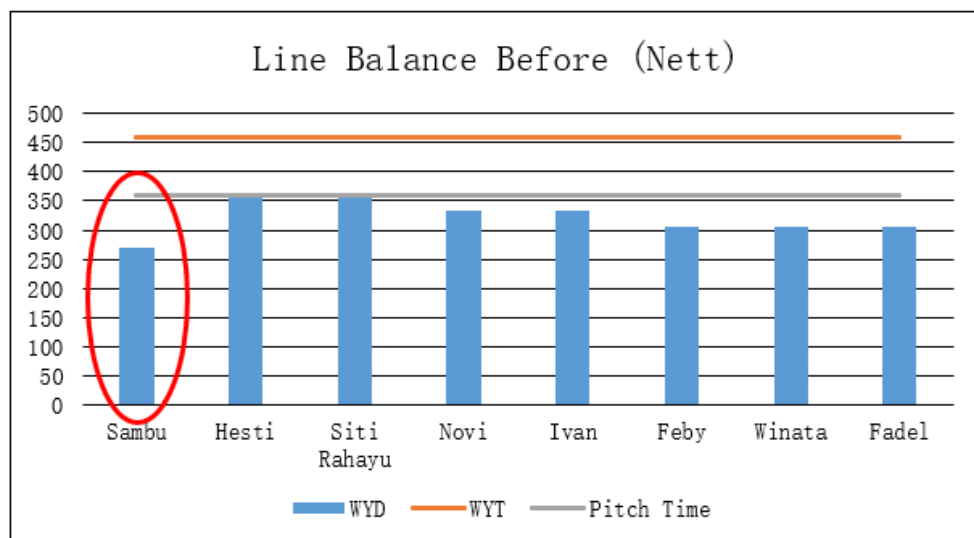
$$LB = \frac{135,4151}{8 \cdot 18,96421} \times 100\%$$

$$LB = \frac{135,4151}{151,7137} \times 100\%$$

$$LB = 89,257 \%$$

$$LB = 89 \%$$

Berdasarkan perhitungan di atas potensi *output* dari proses mekanisme 3 kali *handling* dan proses mekanisme 2 *handling* didapatkan hasil *kaizen* potensi *output* dari 19 unit/hari menjadi 24 unit/hari. Begitu pun *line balance* menurun dari 90 % menjadi 89 %, hal ini terjadi peningkatan produktivitas produksi di bagian *final regulation*. Perubahan pun terjadi pada grafik *line balance* yang ada pada gambar 4-10 yaitu terjadinya pemerataan beban kerja. Sebelum ada *kaizen* perubahan mekanisme 3 kali *handling* operator *fixing top board* beban kerjanya melebihi *pitch time*. Dengan dilakukannya *kaizen* maka terjadi perubahan mekanisme *handling* menjadi 2 kali, sehingga beban kerja operator *fixing top board* berkurang dan produktivitas produksi meningkat setara *equal* per operator.



Gambar 4-10 Line Balance Final Regulation 2 Mekanisme Handling

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, data, dan hasil pembahasan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Adanya *kaizen* perancangan mesin pengangkat vakum pada proses *fixing top board* dapat dilakukan oleh 1 operator dengan menggunakan 4 *vacuum section pad* dan *spring balancer* 30 kg yang dapat mengangkat massa *top board* sebesar 27,5 kg.
2. Adanya *kaizen* perancangan mesin pengangkat vakum pada proses *fixing top board* dapat meningkatkan produktivitas produksi dari 96% dengan potensi output 21 menjadi 84% dengan potensi output 24.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yang dapat dilakukan yaitu:

1. *Kaizen* dan merancangan kembali dan modifikasi mesin *vacuum* menggunakan *spring balancer* dengan menggunakan mekanisme yang lebih baik lagi.
2. Adanya *kaizen* pada proses *fixing top board* yang dilakukan langsung di meja *assembly top board front* dan *rear*, guna *handling* dapat dilakukan 1 kali *handling*.
3. Perlu dilakukan perhitungan ulang terkait *line balance* pada proses *fixing top board*.

DAFTAR PUSTAKA

- Chengmao Tools Industrial Co., Ltd. (1977). Spring Balancer, 90kg-105kg Bebas Gravitasi. Diambil pada tanggal 2 November 2018 pada waktu 10.00 WIB
<https://www.chengmao.com.tw/id/product/Spring-Balancer-90kg-105kg-Bebas-Gravitasi/SB-105K.html>
- Groover, M. P. (2015). *Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing* (4 ed.). Courier Kendallville. USA: Courier Kendallville. USA.
- Haik, Y., & Shahin, T. M. M. (2011). *Engineering design process* (2nd ed). Stamford, CT: Cengage Learning.
- Indiamart. (2011). ELF Long Stroke Spring Balancer. Diambil dari
[https://www.Indiamart.com/Proddetail/elf-long-stroke-spring balancer-4662743891.html](https://www.Indiamart.com/Proddetail/elf-long-stroke-spring-balancer-4662743891.html)
- Jaiswal, A. K., & Kumar, B. (2016). Design Constraints Of Vacuum Gripper Of Robots – As A Pick And Place Operating Tool, 6(4), 10.
- Jaiswal, A. K., & Kumar, B. (2017). Vacuum Gripper- An Important Material Handling Tool, 7(1), 8.
- Liu, J., Tanaka, K., Bao, L. ., & Yamaura, I. (2006). Analytical modelling of suction cups used for window-cleaning robots, 80(6), 593–598.
- Lu, M.-L., Dufour, J. S., Weston, E. B., & Marras, W. S. (2018). Effectiveness of a vacuum lifting system in reducing spinal load during airline baggage handling. *Applied Ergonomics*, 70, 247–252.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.03.006>

- Mohammadi, H., Motamedzade, M., Faghih, M. A., Bayat, H., Mohraz, M. H., & Musavi, S. (2013). Manual Material Handling Assessment Among Workers of Iranian Casting Workshops. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 19(4), 675–681. <https://doi.org/10.1080/10803548.2013.11077021>
- Narafuadi, P. B. (2018). Perancangan Mesin Pengumpan Dengan Menggunakan Mekanisme Vakum Di Pt. Yamaha Indonesia, 83.
- Paramita, P. D. (t.t.). Penerapan Kaizen Dalam Perusahaan, 14.
- Scholl, A., Boysen, N., & Fliedner, M. (2013). The assembly line balancing and scheduling problem with sequence-dependent setup times: problem extension, model formulation and efficient heuristics. *OR Spectrum*, 35(1), 291–320. <https://doi.org/10.1007/s00291-011-0265-0>
- Tuleja, I. P. (2014). Unilateral Gripping With Active Vacuum Suction Cup: Calculation Of Gripping Force And Number Of Suction Cups, 4.
- Zhang, P. D. H. (2010). Integration of Biological Inspirations and Modular Approach for Designing Climbing Robots, 72.

LAMPIRAN 1 CATALOG SAFETY FACTOR VACUUM CUPS

Vacuum Cups & Fittings

Vacuum Cup Selection Guide

As is true in most vacuum applications, there is more than one correct answer. In order to successfully find the best cup(s) and pumps for a specific task, it is helpful to review the guidelines below.

Vacuum Cup Sizing

Choose the cup size, quantity, material and style based on the size of the object being handled, its weight, orientation, surface temperature, conditions and space available to mount the cups.

I. Determine the cup size by using the "Vacuum Cup Holding Force Calculation."

FORCE		PRESSURE		AREA
	=		X	
OBJECT WEIGHT SAFETY FACTOR * Lbs (Kg)		CONVERT "Hg TO PSI, DIVIDE BY 2 (2Hg" = 1 PSI) PSI (Kpa)		AREA = $\pi(d/2)^2$ or AREA = πr^2 $\pi = 3.14$ in ² (cm ²)

$$\text{Force} = \text{Pressure} \times \text{Area}$$

F = the weight of the objects in lbs(kg) multiplied by the safety factor, see below.

P = the expected vacuum level in PSI (Kpa) (2Hg" = 1 PSI)

A = the area of the Vacuum cup measured by in²(cm²)

Safety Factors:

Always include safety factors when calculating lifting capabilities.



Safety Factor=2

Horizontal Lift = 2

Safety factor of 2 is recommended when cup face is in horizontal position.



Safety Factor=4

Vertical Lift = 4

Safety factor of 4 is recommended when cup face is in a vertical position.

LAMPIRAN 2 VACUUM PAD

Vacuum Pad

ZP3E Series

ø32, ø40, **ø50**, ø63, ø80, ø100, ø125

Flat Type With Groove Bellows Type With Groove RoHS

**Stability of suction position,
improved ease of removal**

**Number of mounting screws
reduced (4 pcs. → 1 pc.)**

**Pad and metal parts can be
disposed of separately.**

**Improved uneven workpiece
surface suction.**



ZP3
ZP3E
ZP2
ZP2V
ZP
ZP1
ZPN
X7991

SMC

377

LAMPIRAN 3 CATALOG EJECTOR VACUUM

Body Ported Type Vacuum Ejector

ZH Series

ZK2
ZQ
ZR
ZB
ZA
ZX
ZM
ZL
ZH
ZH
ZH
ZHP
ZU
VGO-V

Compact and Lightweight

Overall length Max. **11%** reduction (6.7 mm shorter)

Current model: ZH100CA-06-06-06

Port length Max. **25%** reduction (9.1 mm shorter)

Current model: ZH200CA-10-12-12N

Weight Max. **74%** reduction (65.1 g lighter)

Current model: ZH200CA-10-12-12N

4 mounting types

Direct mounting

Standard bracket mounting

L-bracket mounting

DIN rail mounting

Variations

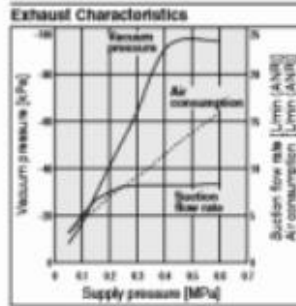
Model	Nozzle nominal size [mm]	Maximum suction flow rate [L/min] (ANSI)		Air consumption [L/min] (ANSI)
		Type S	Type L	
ZH100CA	0.5	40	6	13
ZH100CA	0.7		12	26
ZH100CA	1.0		26	52
ZH100CA	1.3	40	40	78
ZH100CA	1.5		58	78
ZH100CA	1.8		76	128
ZH200CA	2.0	40	90	155
ZH200CA	2.0		90	155

* Supply pressure: 0.45 MPa

221

(Flow rate characteristics: Supply pressure 0.45 MPa)

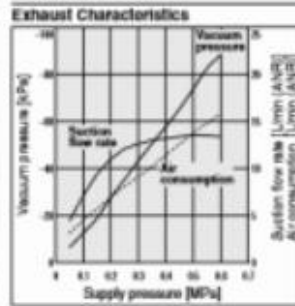
ZH05 SA



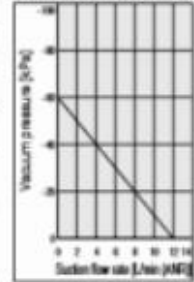
Flow Rate Characteristics



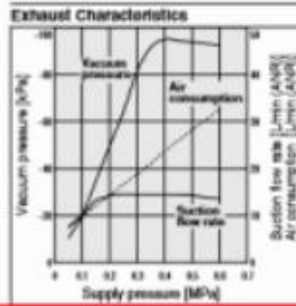
ZHOSILA



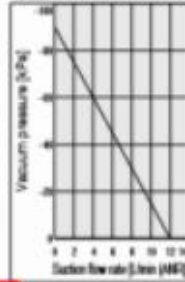
Flow Rate Characteristics



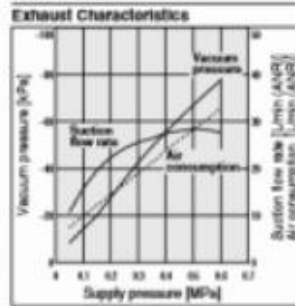
ZH07USA



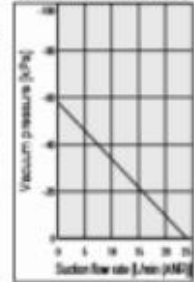
Flow Rate Characteristics



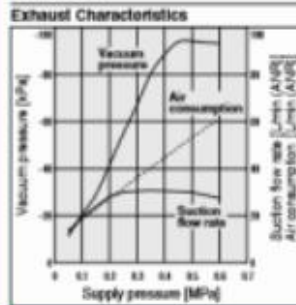
ZH07ILA



Flow Rate Characteristics



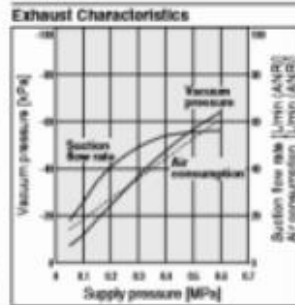
ZH10USA



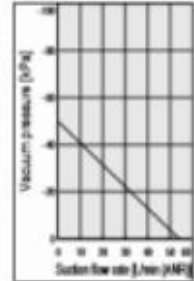
Flow Rate Characteristics



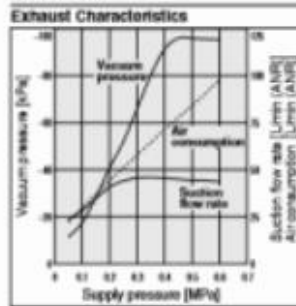
ZH10□LA



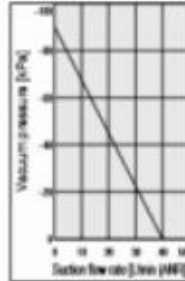
Flow Rate Characteristics



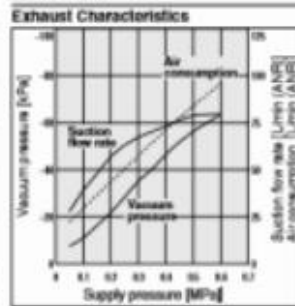
ZH13ISA



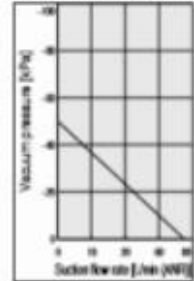
Flow Rate Characteristics



ZH13ILA



Flow Rate Characteristics



LAMPIRAN 4 PROSES MEKANISME *HANDLING*



**LAMPIRAN 5 DATA PENGUKURAN NILAI SERING
MUNCUL *HINGE***

No	Tanggal	No. Seri Piano	Ukuran Hinge pada Top Board		
			Model	Depan	Belakang
1	16-Apr-18	3898	GN2 PWH A2	15.5	14
2		3946	GB1 PE C2	5	7.5
3		3892	GN1 PE C2	5	7
4		3972	GN1 PE L2	3.5	5.5
5		3981	GB1 PE SELP	3.5	5
6		3919	GB1 PE J2		
7		3940	GB1PE C2	3.5	5.5
8		3969	GB1 PE STLP	3.5	5
9		3947	GB1 PE C2	2	3.5
10		3900	GB1 PE STLP	3	4
11		3813	GB1 PM L2	4.5	6.5
12		3923	GB1 PE A2	2.5	3.5
13		3932	GN1 PE C2	5	7.5
14		4031	GN1 PE A2	3.5	5.5
15		3913	GN1 PE U		
16		4022	GN1 PE A2	3.5	6.5
17		3973	GN1 PE A2	2.5	3.5
18		3911	GB1 PE L2	3.5	4.5
19		3982	GB1 PE SGEP	4.5	7
20		3951	GN1 PE C2	3.5	5
21		3916	GN2 PE C2	16.5	13.5
22		3927	GB1 PE C2	5.5	7.5
23		3952	GN1 PE 12		
24		3953	GN1 PE A2	4.5	5.5
			modus depan	3.5	
			modus belakar	5.5	

LAMPIRAN 6 BILL OF MATERIAL PERANCANGAN MESIN PENGANGKAT VAKUM

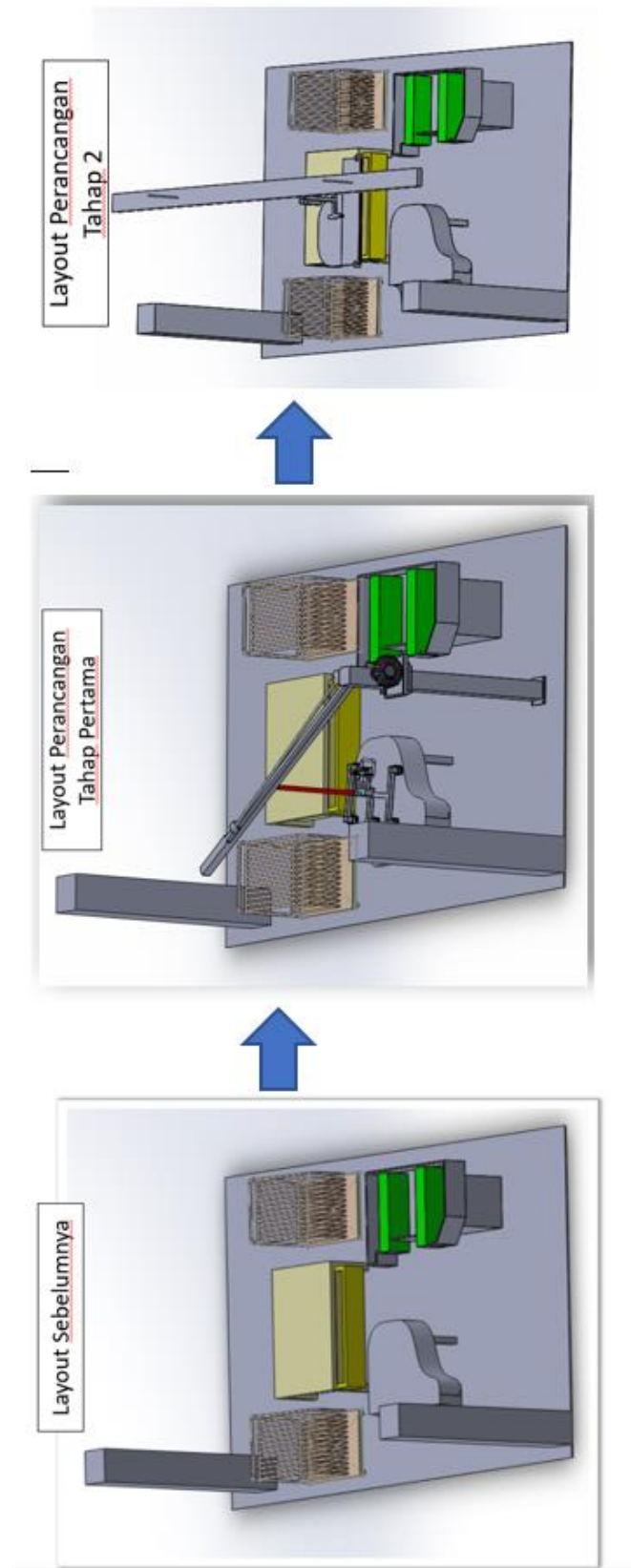
No.	Part Name	QTY	Material/ Maker	Spec.	Price	Total
1	Spring Balancer	1	Unit	ENDO	EW40 capacity 30KG	Rp7,690,000
2	Vacuum Pad	4	pcs	SMC	ZP3E-T50UMN-AL10	Rp1,950,000
3	AIR SUCTION FILTER	4	pcs	SMC	ZFC75-B-X05	Rp300,000
4	PRESSURE SWITCH FOR VACUM,	4	pcs	SMC	ZSE10-M5-B-M	Rp900,000
5	SOLENOID VALVE SMC,	4	pcs	SMC	VQ21A1-4Y-C8-F	Rp1,316,000
6	Air Preparation Unit	1	pcs	SMC	AC30	Rp1,750,000
7	PUSH BUTTON	2	pcs	FUJI	AR22 FOR-10G (GREEN)	Rp71,500
8	PUSH BUTTON	1	pcs	FUJI	AR22 FOR-10R (RED)	Rp71,500
9	RELAY OMRON	4	pcs	OMRON	MY4N-GS 220Volt	Rp57,000
10	MCB	1	pcs	Schneider	Schneider 2A	Rp45,000
11	kabel wiring	3	roll	Supreme	0.75mm NYAF	Rp415,000
12	Panel Box	1	pcs	Traytek	40x30x20cm	Rp457,000
13	Crane Atas	1	unit	Custom	7000 x 4000 x 50 (mm)	Rp1,200,000
14	Frame Dudukan Vacuum	1	unit	Custom	frame and roller slider	Rp2,000,000
					Grand Total	Rp32,693,500



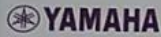
LAMPIRAN 7 BREAK EVENT POINT PERANCANGAN MESIN PENGANGKAT VAKUM

Analisa Cost / Benefit				
Mesin : Vacuum Handling Fixing Top Board				
	Sebelum Perbaikan (Menit)	Sesudah Perbaikan (Menit)	Hasil	Total \$ / Bulan
Jumlah Waktu	25.35	22.35	3.00	101.51
Space (M2)	0	0	0	0
Total Cost Saving (\$) / Bulan				101.51
Break Event Point		Efek & Keuntungan Lain (Intangible)		
Harga Mesin (\$)	2,515			
Instalasi Mesin				
Total	2,515			
Hasil Kaizen				
Pengurangan Waktu (\$)	1,218.07			
BEP	1.55			

LAMPIRAN 9 LAYOUT SEBELUM DAN SESUDAH



LAMPIRAN 10 SURAT KETERANGAN INTERSHIP



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. : 394 /YI/ PKL /VIII/2018

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

Nama : NURLENI
Nomor Induk Mahasiswa : 14525020
Jurusan : TEKNIK MESIN
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

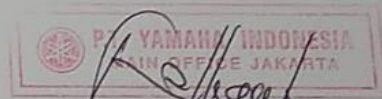
Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul *"Perancangan Mesin Vacuum Lifting Pada Proses Fixing Top Board Final Regulation Di Departemen GP Assy PT. Yamaha Indonesia"*.

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Maret 2018 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2018. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Agustus 2018

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chalid
Manager

CC: - Arsip