

**PERANCANGAN MESIN PENGUMPAN DENGAN
MENGUNAKAN MEKANISME VAKUM DI PT. YAMAHA
INDONESIA**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Prahadid Blya Narafuadi

No. Mahasiswa : 12525053

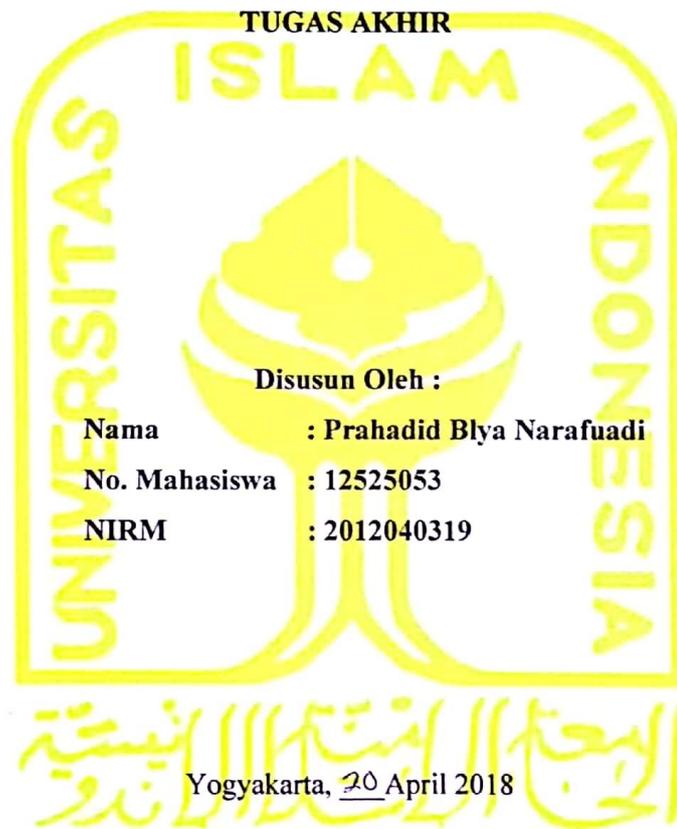
NIRM : 2012040319

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

2018

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN MESIN PENGUMPAN DENGAN
MENGGUNAKAN MEKANISME VAKUM DI PT. YAMAHA
INDONESIA



Dosen Pembimbing I,

Agung Nugroho Adhi, S.T., M.T.

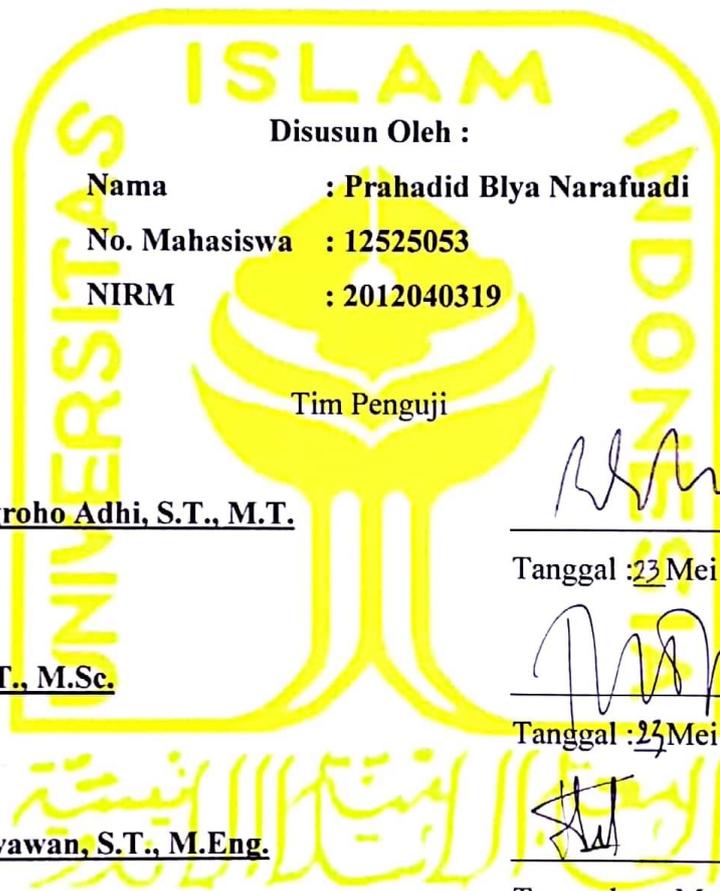
Dosen Pembimbing II,

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN MESIN PENGUMPAN DENGAN
MENGUNAKAN MEKANISME VAKUM DI PT. YAMAHA
INDONESIA**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Prahadid Blya Narafuadi

No. Mahasiswa : 12525053

NIRM : 2012040319

Tim Penguji

Agung Nugroho Adhi, S.T., M.T.

Ketua

Tanggal : 23 Mei 2018

Purtojo, S.T., M.Sc.

Anggota I

Tanggal : 23 Mei 2018

Donny Suryawan, S.T., M.Eng.

Anggota II

Tanggal : 23 Mei 2018

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini merupakan hasil kerja saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi, kecuali secara tertulis diacu dalam penulisan skripsi ini dan disebutkan sebagai referensi. Apabila kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima hukuman/sanksi apapun sesuai hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 20 April 2018

Penulis,



Prahadid Blya Narafuadi

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Saya persembahkan hasil tugas akhir ini kepada
Mama dan Papa yang tidak henti-hentinya memberi dukungan,
kasih sayang, dan doa.*

*Kepada abang, adek dan seluruh keluarga besar atas segala
motivasi, semangat dan bantuannya.*

HMJM, Tempat terbaik untuk membentuk karakter.

Saudara-saudaraku yang selalu ada saat senang maupun susah.

HALAMAN MOTTO

“Without pain, without sacrifice, we would have nothing”

[Fight Club]

“Be yourself; everyone else is already taken”

[Oscar Wilde]

“Things change. And friends leave. Life doesn't stop for anybody”

[Stephen Chbosky]

KATA PENGANTAR



“Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu”

Alhamdulillah Robbilalamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Tak lupa penulis memanjatkan shalawat kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umat muslim keluar dari zaman *jahilliyah*.

Laporan ini disusun berdasarkan data-data dan fakta-fakta yang terjadi dilapangan ketika melakukan penelitian di PT. Yamaha Indonesia untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana teknik mesin pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Selanjutnya dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta Papa, Mama, Abang dan Adekku yang selalu mendoakan, membantu dan memberikan motivasi dalam menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo M. Eng. Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri UII.
3. Bapak Dr.Eng, Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang telah mengijinkan dan menyetujui penulis untuk melaksanakan program tugas akhir di PT. Yamaha Indonesia
4. Bapak Agung Nugroho Adhi ST., MT. selaku pembimbing 1 tugas akhir penulis yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Santo Ajie Dhewanto ST., MM. selaku pembimbing 2 tugas akhir penulis yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

6. Seluruh jajaran direksi serta karyawan PT. Yamaha Indonesia yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas ilmu yang diberikan serta pengalaman bahwa dedikasi, kerja keras, serta kedisiplinan dalam bekerja adalah kunci kesuksesan.
7. Pak Oleh, Bang Opik, Bang Satria, Hexan, Mamet, Mamay dan Ganjar yang telah membantu selama magang di PT. Yamaha Indonesia.
8. Teman-teman siswa latihan batch 4 di PT. Yamaha Indonesia yang tidak dapat disebut satu persatu,

Semoga segala bantuan yang telah di berikan kepada penulis mendapat imbalan yang sesuai dari Allah SWT. Didalam penyusunan laporan ini penulis telah berusaha sebaik-baiknya. Namun, laporan ini tidak menutup kemungkinan masih terdapat kekurangan-kekurangan dan hal-hal masih belum sempurna. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Akhirnya dengan selesainya penyusunan laporan ini, semoga dapat diterima dengan baik sebagai karya dari penulis yang berharga dan dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan. Amin.

“Wabillahaufiq walhidayah,

“Wassalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuhu”

Jakarta, 2 Mei 2017
Penulis,

Prahadid Blya Narafuadi
NIM. 12525053

PERANCANGAN MESIN PENGUMPAN DENGAN MENGUNAKAN MEKANISME VAKUM DI PT. YAMAHA INDONESIA

Oleh : Prahadid Blya Narafuadi

ABSTRAK

Pada kaizen periode 194 di PT. Yamaha Indonesia, terdapat permintaan kaizen pada bagian hot press panel yaitu otomatisasi mesin glue spreader untuk meningkatkan produktivitas pada bagian tersebut. Tujuan utama dalam permintaan kaizen ini yaitu mengganti proses memasukkan kabinet ke dalam mesin glue spreader dari proses manual menjadi otomatis. Maka dilakukanlah perancangan alat bantu untuk membantu meringankan proses di mesin glue spreader. Terdapat beberapa konsep untuk perancangan mesin pengumpan, tetapi yang disetujui hanya 1 yaitu perancangan mesin pengumpan menggunakan mekanisme vakum. Konsep mekanisme vakum ini disetujui karena dapat diterapkan pada setiap ukuran kabinet serta dapat melakukan pengeleman 2 kabinet secara bersamaan. Pada perancangan mekanisme vakum ini dilakukan analisis untuk mendapatkan ukuran vakum yang digunakan. Analisis ini berdasarkan kabinet terberat yaitu kabinet key slip B2 sebesar 111,132 N dan menggunakan vakum ejector ukuran 1 mm, maka didapatkan ukuran suction pad sebesar 32mm dengan jumlah 4 suction pad. Setelah itu dilakukan simulasi waktu untuk membandingkan hasil proses manual dan otomatis, lalu didapat kapasitas mesin glue spreader berkurang dari 1627 ke 1342 kabinet per hari. Tetapi walaupun kapasitas mesin berkurang, PT. Yamaha Indonesia mendapat penghematan biaya sebesar \$ 9286,62 per tahun. Keuntungan ini didapat setelah balik modal untuk pembuatan alat dalam kurun waktu 12 bulan. Diharapkan dengan menggunakan mekanisme vakum ini, dapat mengurangi langkah kerja dan meningkatkan produktivitas pada bagian hot press panel di PT. Yamaha Indonesia.

Kata kunci : *kaizen, pengumpan, glue spreader, vakum*

DESIGNING FEEDER MACHINE WITH VACUUM MECHANISM AT PT. YAMAHA INDONESIA

By : Prahadid Blya Narafuadi

ABSTRACT

On kaizen 194th period at PT. Yamaha Indonesia, there is a kaizen request for automation glue spreader machine in hot press panel to increase productivity in that section. The main purpose of this kaizen request is to change the process of inserting the cabinet into the glue spreader machine from manual process to automatic process. To decrease the process in glue spreader machine, then make automation concept design. There are several design concepts for the feeder machine, but approved automation concept is designing feeder machine using a vacuum mechanism. The concept of this vacuum mechanism is approved because that mechanism can be applied to any size of the cabinet and can process two cabinets simultaneously. In the design of vacuum mechanism, there is an analysis to obtain the diameter of the suction pad which used in vacuum mechanism. This analysis based on the heaviest cabinet, weight of key slip B2 cabinet is 111,132 N and using vacuum ejector size 1 mm, then got the size of suction pad diameter is 32mm with 4 suction pad. Then, make a time process simulation to compare the result of the manual and automatic process, then got glue spreader machine capacity decreased from 1627 to 1342 cabinet per day. But with the reduced capacity of glue spreader machine, PT. Yamaha Indonesia got cost savings of \$ 9286.62 per year. This advantage is gained after got modal for fabrication of vacuum concept within a period of 12 months. Expected by using this vacuum mechanism, can reduce the process and increase productivity in the hot press panel section at PT. Yamaha Indonesia.

Keywords : *kaizen, feeder, glue spreader, vacuum*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iii
Pernyataan Keaslian	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
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Otomasi.....	6
2.2.2 <i>Kaizen</i>	7
2.2.3 Produktivitas.....	8
2.2.4 Mesin <i>Glue spreader</i>	9
2.2.5 <i>Computer Aided Desain (CAD)</i>	10
2.2.6 <i>Vacuum Gripper</i>	10
2.3 Menghitung diameter <i>suction pad</i>	11
2.4 Menghitung kekuatan <i>suction pad</i>	12

Bab 3 Metode Penelitian	13
3.1 Alur Penelitian	13
3.2 Identifikasi Masalah.....	14
3.3 Peralatan.....	14
3.4 Observasi Lapangan.....	14
3.4.1 Kondisi Mesin <i>Glue spreader</i>	15
3.4.2 Langkah Kerja Pengeleman Pada Mesin <i>Glue spreader</i>	16
3.4.3 Kabinet	19
3.4.4 <i>Baker</i>	19
3.4.5 <i>Layout Hot Press Panel</i>	20
3.4.6 Waktu Proses	21
3.5 Kriteria Desain	22
Bab 4 Hasil dan Pembahasan	23
4.1 Tahapan Pertama.....	23
4.1.1 Perancangan 1	23
4.1.2 Diskusi 1	25
4.2 Tahapan Kedua	26
4.2.1 Observasi 2	26
4.2.2 Perancangan 2.....	28
4.2.3 Analisis 1	30
4.2.4 Diskusi 2.....	33
4.3 Tahapan Ketiga	34
4.3.1 Simulasi	34
4.3.2 Perancangan 3.....	37
4.3.3 Analisis 2	40
4.3.4 Diskusi 3	41
4.4 Hasil Perancangan.....	43
4.4.1 Simulasi Waktu	43
4.4.2 Simulasi Biaya.....	45
4.4.3 Pemilihan Bahan.....	46
4.4.4 Cara Kerja Alat.....	48
4.5 Refleksi Tugas Akhir	49

Bab 5 Penutup.....	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
Daftar Pustaka	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 Peralatan perancangan.....	14
Tabel 3-2 Langkah Kerja.....	18
Tabel 3-3 Data kabinet mesin <i>glue spreader</i>	19
Tabel 3-4 Waktu proses kabinet <i>key slip</i> B2	21
Tabel 4-1 Jumlah tumpukan kabinet	30
Tabel 4-2 Data pemrosesan menggunakan mesin pengumpan.....	44
Tabel 4-3 Simulasi biaya	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penempatan lem.....	9
Gambar 2.2 Mesin <i>Glue spreader</i>	9
Gambar 2.3a <i>Suction pad</i> aktif	11
Gambar 2.3b <i>Suction pad</i> pasif.....	11
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian	13
Gambar 3.2 Proses pembersihan silinder	15
Gambar 3.3 Operator membersihkan mesin	15
Gambar 3.4 Dimensi <i>glue spreader</i>	16
Gambar 3.5 Lapisan <i>baker</i>	19
Gambar 3.6 <i>Layout</i> bagian <i>glue spreader</i>	20
Gambar 3.7 Kondisi <i>layout</i> aktual.....	20
Gambar 3.8 Kabinet <i>key slip</i> per proses pengepresan	21
Gambar 4.1 Visualisasi pendorong.....	23
Gambar 4.2 Mekanisme <i>ball screw</i>	24
Gambar 4.3 Mekanisme hidraulik	25
Gambar 4.4 Mekanisme <i>column actuator</i>	25
Gambar 4.5 Susunan abnormal.....	27
Gambar 4.6 pengeleman <i>baker</i>	27
Gambar 4.7 Desain mekanisme <i>screw jack</i>	28
Gambar 4.8 Dimensi mekanisme <i>screw jack</i>	29
Gambar 4.9 Perubahan mekanisme pendorong	29
Gambar 4.10 Meja pengangkat.....	32
Gambar 4.11 Analisis kekuatan meja	32
Gambar 4.12a <i>Handlift</i>	34
Gambar 4.12b <i>Forklift</i>	34
Gambar 4.13. Dimensi tanjakan 1	35
Gambar 4.14. Hasil simulasi 1	36
Gambar 4.15. Dimensi Tanjakan 2.....	36
Gambar 4.16. Hasil simulasi 2	37
Gambar 4.17 Konsep mekanisme vakum.....	38

Gambar 4.18 Roda konveyor.....	39
Gambar 4.19 Mekanisme perata kabinet.....	39
Gambar 4.20 Konsep vakum setelah perbaikan.....	39
Gambar 4.21 Hasil perancangan.....	43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman yang modern ini proses produksi pada sebuah pabrik dituntut untuk cepat dalam menghasilkan produk. Hal ini berguna untuk meningkatkan kepuasan pelanggan, seperti pesanan dapat sampai tepat waktu ataupun jumlah sesuai dengan permintaan. Oleh karena itu produsen harus mempunyai sumber daya serta teknologi yang tepat untuk menjaga serta meningkatkan produktivitas. Dalam hal ini produsen perlu melakukan perbaikan dan pengembangan secara terus menerus untuk dapat mencapai tujuan tersebut.

Sumber daya manusia dan teknologi merupakan peranan penting dalam proses produksi. Saat ini banyak industri yang menerapkan sistem manajemen negara Jepang yaitu *Kaizen*. *Kaizen* adalah perbaikan secara terus menerus dengan melibatkan seluruh aspek yang berada di pabrik/perusahaan. Dengan menerapkan metode ini, diharapkan nantinya dapat mengurangi pemborosan-pemborosan yang ada serta dapat menekan biaya yang di keluarkan untuk produksi.

Pada PT. Yamaha Indonesia terdapat banyak divisi, salah satunya yaitu *Production Engineering & Maintenance*. Dalam divisi ini terdapat departemen *Production Engineering* yang bertanggung jawab dalam pelaksanaan *kaizen*, guna meningkatkan produktivitas pada bagian produksi. Produktivitas disini mencakup waktu, ruang, jumlah operator, maupun biaya. Penentuan *kaizen* yang dilakukan yaitu berdasarkan permintaan dari *user* ataupun hasil *value stream mapping* (VSM). *User* yang dimaksud yaitu orang yang terlibat pada bagian tempat kerja suatu bagian produksi.

Pada saat ini ada salah satu permintaan pada periode *kaizen* 194 yang telah disetujui oleh direksi, yaitu otomatisasi mesin *glue spreader* pada bagian *hot press panel*, departemen *wood working* di PT. Yamaha Indonesia. *Glue spreader* merupakan mesin yang berguna untuk memberi lapisan lem pada benda kerja atau dikenal dengan kabinet. Pada saat ini proses pada mesin *glue spreader* masih dilakukan secara manual. Pekerjaan manual yang dilakukan secara terus menerus

akan berdampak buruk terhadap operator. Hal ini jelas menimbulkan kelelahan terhadap operator yang bersangkutan. Kelelahan ini pun akhirnya dapat berimbas kepada proses produksi yang menjadi lambat. Untuk mengatasi masalah ini, pihak *user* meminta otomatisasi dengan perancangan mesin pengumpan pada *glue spreader*. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan kecepatan dan memberi waktu luang terhadap operator untuk mengerjakan proses yang lain, serta menghilangkan dampak negatif dari proses manual. Oleh karena itu dilakukanlah perancangan mesin pengumpan untuk proses pengeleman di mesin *glue spreader*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, dibuatlah rumusan masalah yang diangkat pada perancangan ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang mekanisme yang fleksibel untuk memproses berbagai ukuran benda kerja ?
2. Bagaimana merancang sistem otomatis untuk melakukan proses pengeleman pada mesin *glue spreader* ?
3. Bagaimana cara menentukan otomatisasi ini dapat menguntungkan PT. Yamaha Indonesia.

1.3 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah guna melingkupi penelitian agar tidak terlalu melebar dan mempermudah dalam melakukan proses perancangan, yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada PT. Yamaha Indonesia.
2. Tidak membahas mengenai rangkaian listrik dan program.
3. Benda kerja yang diproses hanya yang tertera di petunjuk kerja mesin *hot press panel* seperti kabinet *side board*, *key slip* dan *top board*.
4. Acuan desain menggunakan katalog referensi dari PT. Yamaha Indonesia.
5. Dimensi mesin pengumpan tidak melebihi 2000mm x 4000mm

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan yang diharapkan tercapai dengan adanya penelitian ini yaitu :

1. Merancang desain dan sistem otomasi mesin *glue spreader* untuk melakukan proses pada berbagai jenis benda kerja.
2. Menganalisis dan menentukan bahan-bahan yang akan digunakan pada perancangan ini.
3. Membuat simulasi waktu dan biaya untuk pergantian menggunakan mesin pengumpan.

1.5 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat dengan mesin *glue spreader* yang menerapkan sistem otomasi antara lain ialah :

1. Berkurangnya pemborosan pada proses *hot press panel*.
2. Menurunnya biaya produksi.
3. Hasil produksi yang lebih stabil.
4. Meningkatnya aspek ergonomi pada mesin *glue spreader*.
5. Melakukan perancangan mesin pengumpan untuk menggantikan operator yang memasukkan benda kerja ke mesin *glue spreader*.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini diuraikan bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab yaitu :

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

5. Bab V merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan beserta saran yang didapat dalam pelaksanaan perancangan ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Pada dunia industri terdapat istilah *manual material handling* (MMH). MMH adalah semua kegiatan pengangkatan beban yang dilakukan operator (meliputi mengangkat/menurunkan, mendorong/menarik, memutar, membawa dan menahan). Kegiatan ini bertujuan untuk memindahkan beban/benda kerja tersebut dari suatu lokasi menuju suatu lokasi tujuan tertentu. Oleh karena itu, jika terlalu banyak MMH pada suatu alur proses akan berdampak buruk bagi operator ataupun waktu proses, seperti kelelahan, cedera dan kecelakaan yang dapat menyebabkan waktu proses bertambah lama (Rajesh, 2016).

Salah satu cara mengurangi MMH yaitu menggunakan alat bantu, seperti konveyor ataupun *crane*. Konveyor merupakan salah satu alat bantu yang digunakan untuk memindahkan material/benda kerja dan membantu proses produksi menjadi lebih efisien, karena akan mengurangi MMH. Tetapi jika konveyor tidak digunakan secara cermat akan menjadi sumber masalah. Hal ini mengacu kepada waktu, jika waktu yang dibutuhkan semakin banyak maka akan terjadi pemborosan. Jika penempatan konveyor tidak tepat maka akan menyulitkan operator dalam melakukan pekerjaan, sehingga lebih banyak waktu yang dibutuhkan dalam produksi. Konveyor juga menentukan kelancaran hubungan antara suatu departemen dengan departemen lain pada pabrik, dengan kata lain fungsi utama konveyor yaitu memastikan adanya suatu aliran produksi yang tetap dan bersifat terus-menerus (Rante, Tangkuman, & Rembet, 2013).

Alat bantu lain untuk mengurangi MMH yaitu *crane*. *Crane* biasanya identik dengan pekerjaan berat, seperti yang terdapat pada konstruksi bangunan ataupun bongkar muat pelabuhan. Tetapi sekarang ini *crane* sering digunakan pada pabrik untuk memindahkan barang atau peralatan dari suatu tempat ke tempat lain. Biasanya *crane* yang digunakan pada pabrik berbentuk penggantung yang memiliki lintasan horizontal. (Peterson, Harjunkoski, Hoda, & Hooker, 2014).

Pemeras tebu biasanya memiliki 2 *roll* untuk memeras tebu. Cara kerja mesin pemeras tebu yaitu batang tebu dimasukkan pada celah kedua *roll* lalu *roll* tersebut menjepit tebu hingga sari tebu dapat keluar dari tebu (Sujito, 2010). Pada dasarnya cara kerja mesin pemeras tebu sama dengan mesin *glue spreader*. Hanya saja pada mesin *glue spreader*, papan/benda kerja yang masuk terkena lapisan lem yang telah diletakkan pada *roll*. Sehingga *output* mesin *glue spreader* adalah papan yang telah dilumuri dengan lem.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dijelaskan bahwa penggunaan alat bantu akan membantu meringkas pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja pabrik. Pada dasarnya alat bantu tersebut merupakan mesin pengumpan yang berguna untuk meringkas pekerjaan operator pada bagian *hot press panel* PT. Yamaha Indonesia. Untuk itu maka dilakukan perancangan mesin pengumpan untuk mesin *glue spreader* dengan mengadaptasi konsep konveyor dan *crane*. Otomatisasi dilakukan karena pada mesin *glue spreader*, proses memasukkan benda kerja ke dalam mesin masih dilakukan dengan menggunakan tenaga manusia.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Otomasi

Otomasi adalah penggunaan sistem kontrol seperti NC, PLC dan *controller* untuk mengatur mesin serta menggunakan bantuan software (CAD/CAM/CAE) guna mengurangi kebutuhan campur tangan manusia (Rodić, 2009). Manusia adalah makhluk hidup yang mempunyai rasa letih serta membutuhkan istirahat untuk menjaga kesehatannya. Dalam dunia industri, otomasi adalah langkah membantu/menggantikan pekerjaan manusia yang membutuhkan tenaga dari otot dengan alat mekanis. Dengan menggunakan otomasi dapat mengurangi kelelahan manusia serta proses pekerjaan yang lebih singkat.

Otomatisasi merupakan hal yang perlu dilakukan dalam suatu industri. Adapun alasan penggunaan otomasi dalam industri yaitu (Ebel, Idler, Prede, & Scholz, 2008) :

1. Membutuhkan pekerja yang lebih sedikit untuk proses yang sudah otomatis.
2. Produksi dapat berjalan lebih lebih lama, kecuali pada saat *maintenance* berkala.

3. Meningkatkan kualitas produk karena mesin lebih sedikit melakukan kesalahan.
4. Proses produksi yang lebih cepat yang membuat kuantitas produk bertambah.
5. Otomasi mengurangi kebosanan, beban dan bahaya kerja bagi karyawan.

2.2.2 Kaizen

Istilah ini dalam bahasa jepang bermakna sebagai perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus. *Kaizen* adalah perbaikan-perbaikan kecil dan bertahap yang pada akhirnya akan membawa perubahan besar. Perbaikan yang dilakukan secara menyeluruh baik karyawan maupun manajer (Imai, 2012). Berikut ini merupakan konsep utama *kaizen* yang terdiri dari beberapa konsep yaitu (Jimantoro, 2016) :

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

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

2. 3M (*Muda, Mura, Muri*)

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

3. Konsep 5S

Budaya tentang bagaimana seseorang memperlakukan tempat kerjanya secara benar. *Seiri* adalah memisahkan benda yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan, kemudian menyingkirkan yang tidak diperlukan (ringkas). *Seiton* berarti mengatur tata letak barang sehingga setiap orang dapat menemukannya dengan cepat (rapi). *Seiso* adalah suatu konsep yang selalu mengutamakan

kebersihan dengan menjaga kerapihan dan kebersihan (resik). *Seiketsu* merupakan usaha yang terus-menerus guna untuk mempertahankan kerapihan tersebut (rawat). *Shitsuke* adalah metode yang digunakan untuk menyadarkan pekerja agar terus menerus melakukan dan ikut serta dalam kegiatan perawatan (rajin).

2.2.3 Produktivitas

Produktivitas adalah perbandingan jumlah hasil berupa barang ataupun jasa dibagi dengan total masukan pada waktu yang telah di tentukan. Masukan yang antara lain dapat berupa tenaga manusia, material, modal, dan mesin yang dimiliki (Olomolaiye, Jayawardane, & Harris, 1998). Seringkali kata produktivitas diartikan sama dengan kata produksi, antara produktivitas dan produksi mempunyai arti yang berbeda karena pada saat produksi tinggi belum tentu produktivitasnya juga tinggi, bisa jadi produktivitasnya malah semakin rendah (Pribadiyono, 2006). Dengan memperhatikan jumlah serta jenis masukan dan keluaran yang dilibatkan produktivitas dikelompokkan menjadi tiga jenis dasar produktivitas yaitu (Sumanth, 1984) :

1. Produktivitas Parsial

Produktivitas parsial merupakan perbandingan dari *output* terhadap salah satu faktor *input*. Sebagai contoh produktivitas tenaga kerja menunjukkan rasio antara *output* terhadap *input* tenaga kerja.

2. Produktivitas Total Faktor

Produktivitas total faktor merupakan hasil bagi dari keluaran bersih dengan masukan tenaga kerja dan nilai kapital. Keluaran bersih adalah keluaran total dikurangi dengan jumlah nilai barang dan jasa yang telah dibeli. Jadi masukan yang dilibatkan dalam tipe ini hanyalah faktor tenaga kerja dan kapital.

3. Produktivitas Total

Produktivitas total merupakan hasil bagi keluaran dengan seluruh faktor masukan. Seluruh faktor masukan akan dilihat pengaruhnya terhadap keluaran. Secara tradisional, ahli ekonomi, insinyur, para eksekutif dan manajer sudah bersandar pada pengukuran produktivitas parsial. Yang paling umum digunakan adalah produktivitas parsial tenaga kerja yang dinyatakan sebagai

output (keluaran) per jam kerja atau keluaran per tenaga kerja. *Output* dapat dinyatakan dalam satuan uang atau dalam satuan fisik.

2.2.4 Mesin *Glue spreader*

Mesin *glue spreader* merupakan mesin yang sering digunakan pada pembuatan *plywood*. Mesin ini berguna untuk memberi lapisan lem pada benda kerja. Lem pada mesin ini diletakkan ke mesin secara manual, dengan cara menuangkan lem diantara 2 silinder yang berfungsi menampung dan memutar lem. Penempatan lem dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Penempatan lem

Proses pengeleman yang dilakukan mesin ini adalah pengeleman 2 sisi karena kedua silinder dilumuri dengan lem. Pengeleman 2 sisi yang dimaksud adalah sisi atas dan sisi bawah benda kerja yang masuk ke mesin. Pada penelitian di PT. Yamaha Indonesia digunakanlah mesin ini pada bagian pengepresan panas (*hot press panel*). Mesin *glue spreader* dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Mesin *Glue spreader*

2.2.5 Computer Aided Desain (CAD)

Computer-Aided Desain (CAD) digunakan secara umum adalah perangkat lunak/*software* yang berguna untuk membantu melakukan pekerjaan perancangan suatu benda atau bangunan. Pada aplikasi CAD, gambar digunakan untuk memvisualisasikan sebuah produk baik dalam bentuk 2 dimensi maupun 3 dimensi (Ningsih, 2005). Inti dari sistem CAD adalah software ini dapat membuat desain untuk merepresentasikan sebuah produk. Desainer/*Drafter* memiliki peranan penting dalam sistem CAD, segala sesuatu analisis yang diperlukan tergantung dengannya. Adapun fungsi CAD dalam desain yaitu (Bilalis, 2000) :

1. Membuat dan mengedit desain dengan mudah. Dengan ini orang dapat melihat produk aktual dalam bentuk desain dan memudahkan dalam melakukan representasi produk tersebut.
2. Membuat desain yang kompleks dengan cepat.
3. Dengan mengimplementasikan *finite element analysis*, kita dapat dengan mudah menguji desain suatu produk.
4. Menggunakan fitur *Product Data Management* (PDM), Fungsi ini merupakan sistem yang dapat menyimpan keseluruhan desain serta alur proses yang telah dilakukan pada produk. Dengan ini desain dapat setiap saat digunakan/diperbaharui untuk kedepannya.

2.2.6 Vacuum Gripper

Vacuum gripper adalah alat bantu pencekam yang menggunakan *suction pad*. Saat ini *suction pad* banyak diadopsi pada perancangan robot *wall-climbing*. *Suction pad* dapat menempel pada permukaan yang halus tanpa merusak permukaan atau meninggalkan residu pada benda (Liu, Tanaka, Bao, & Yamaura, 2006). *Suction pad* secara umum terbagi menjadi dua yaitu aktif dan pasif.

Suction pad aktif digunakan untuk mempertahankan kondisi vakum dengan cara menggunakan pompa. Pompa vakum ini membuat *suction pad* lebih mudah untuk dikendalikan (direkatkan dan dilepaskan). Oleh karena itu, untuk mempertahankan kondisi vakum tersebut, pompa harus selalu hidup. Peningkatan kekuatan pompa akan meningkatkan beban yang dapat diangkat. *Suction pad* aktif dapat dilihat pada Gambar 2.3a. Sebaliknya, *suction pad* pasif hanya dapat

mengangkat beban yang kecil dan *suction pad* ini tidak memerlukan pompa. Akan tetapi *suction pad* pasif ini lebih sulit untuk dikendalikan. (Zhang H, Wang, González-Gómez, & Zhang J, 2009). *Suction pad* pasif dapat dilihat pada Gambar 2.3b.



Gambar 2.3a *Suction pad* aktif



Gambar 2.3b *Suction pad* pasif

2.3 Menghitung diameter *suction pad*

Untuk menghitung diameter *suction pad* perlu diketahui berapa beban yang akan diangkat oleh *suction pad*. Setelah mengetahui beban kita dapat menghitung diameter 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 :	m	= Massa (Kg)
	t	= Safety factor
	a	= Percepatan (ms^{-2})
	n	= Jumlah <i>suction pad</i>
	μ	= Faktor kegesekan
	g	= Gravitasi bumi = 9,81 (ms^{-2})
	d	= diameter <i>suction pad</i> (mm)

2.4 Menghitung kekuatan *suction pad*

Secara teori setelah mendapatkan diameter *suction pad* yang digunakan maka akan dapat dihitung beban maksimum untuk satu *suction pad*. Kekuatan *suction pad* berbanding lurus dengan besarnya tekanan vakum dan luas penampangnya *suction pad* (Tuleja & Šidlovská, 2014).

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

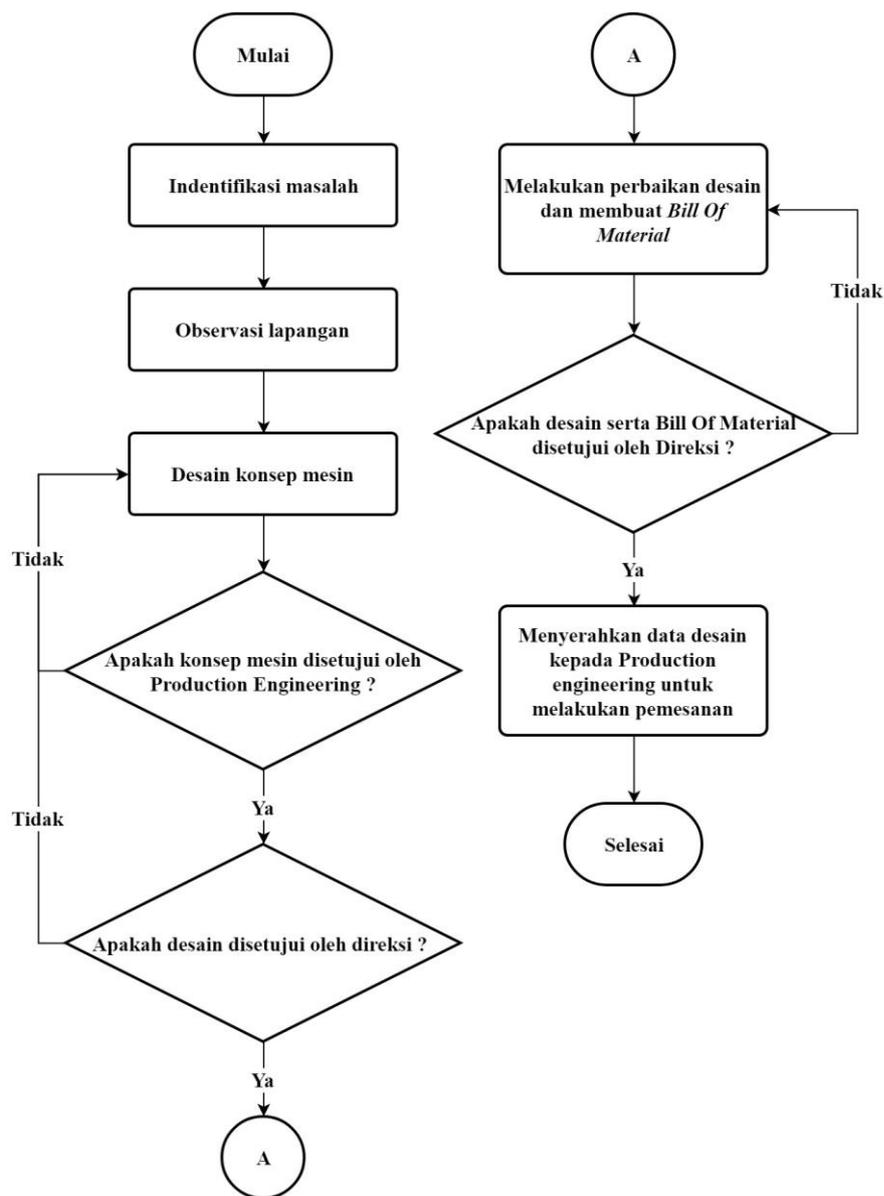
Keterangan : F = Kekuatan *suction pad* (N)
 S_{ef} = Luas efektif penampang (mm²)
 P_v = Tekanan vakum (kPa)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Penelitian tugas akhir ini terdiri dari beberapa tahapan proses yang dilakukan yang dibentuk dalam diagram alir. Berikut ini diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi dilakukan agar masalah yang terdapat pada mesin dapat dihilangkan serta mengerucutkan tujuan *kaizen*. Identifikasi merupakan penjabaran poin berdasarkan tujuan utama yang didapat dari target proyek *kaizen* ini. Adapun poin-poin utama pada proses *kaizen* ini, yaitu :

1. mensejajarkan sisi samping dari 2 benda kerja
2. Mengurangkan 1 operator.
3. Dianjurkan tidak mengubah proses yang ada.
4. Membuat konsep mesin pengumpan untuk melakukan proses memasukkan kabinet.

3.3 Peralatan

Pada perancangan mesin pengumpan untuk mesin *glue spreader* ini digunakan beberapa peralatan untuk mendukung pelaksanaan perancangan. Berikut peralatan perancangan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3-1.

Tabel 3-1 Peralatan perancangan

No.	Nama Alat	Fungsi Alat
1	Laptop/Komputer	Untuk membuat desain dengan menggunakan program <i>Solidworks</i> 2016
2	Mistar & Meteran	Sebagai alat untuk melakukan pengukuran pada dimensi, <i>layout</i> dan kabinet
3	Kamera digital	Digunakan untuk dokumentasi yang berupa foto dan video.

3.4 Observasi Lapangan

Sebelum melakukan tahapan desain terdapat tahapan observasi lapangan. Observasi lapangan ini bertujuan mendapatkan data, yang nantinya dapat digunakan untuk mendukung perancangan alat. Metode observasi yang dilakukan yaitu pengamatan langsung, pengamatan tidak langsung dan diskusi dengan operator atau kepala kelompok bagian tersebut. Pada pengamatan langsung diambil data berupa ukuran/dimensi, dokumentasi, dan alat-alat yang digunakan. Diskusi

atau wawancara dilakukan untuk mendapatkan data terkait alur dan proses yang lebih detail serta tentang *kaizen* yang akan dilakukan. Pengamatan tidak langsung terkait dengan hasil video proses yang telah ada dan pengukuran layout pada desain layout.

3.4.1 Kondisi Mesin *Glue spreader*

Mesin *glue spreader* pada PT. Yamaha Indonesia ini beroperasi mulai pukul 07.30 WIB hingga 15.30 WIB. Saat jam istirahat dan pabrik selesai beroperasi, mesin ini harus dibersihkan secara manual dengan cara silinder disiram air serta disikat, dikarenakan sisa lem pada silinder dapat mengeras. Proses pembersihan dapat dilihat pada Gambar 3.2.



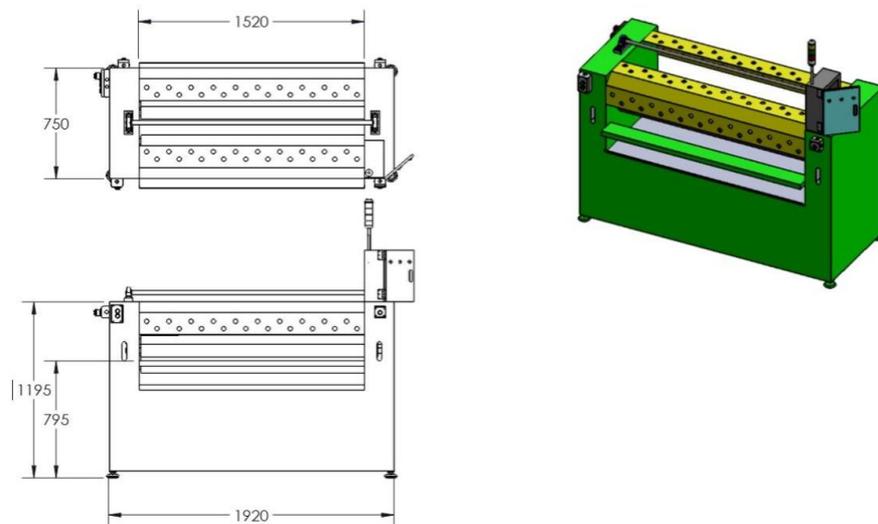
Gambar 3.2 Proses pembersihan silinder

Dalam proses pembersihan, operator memerlukan ruang yang cukup agar proses pembersihan mesin *glue spreader* dapat terlaksana. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Operator membersihkan mesin

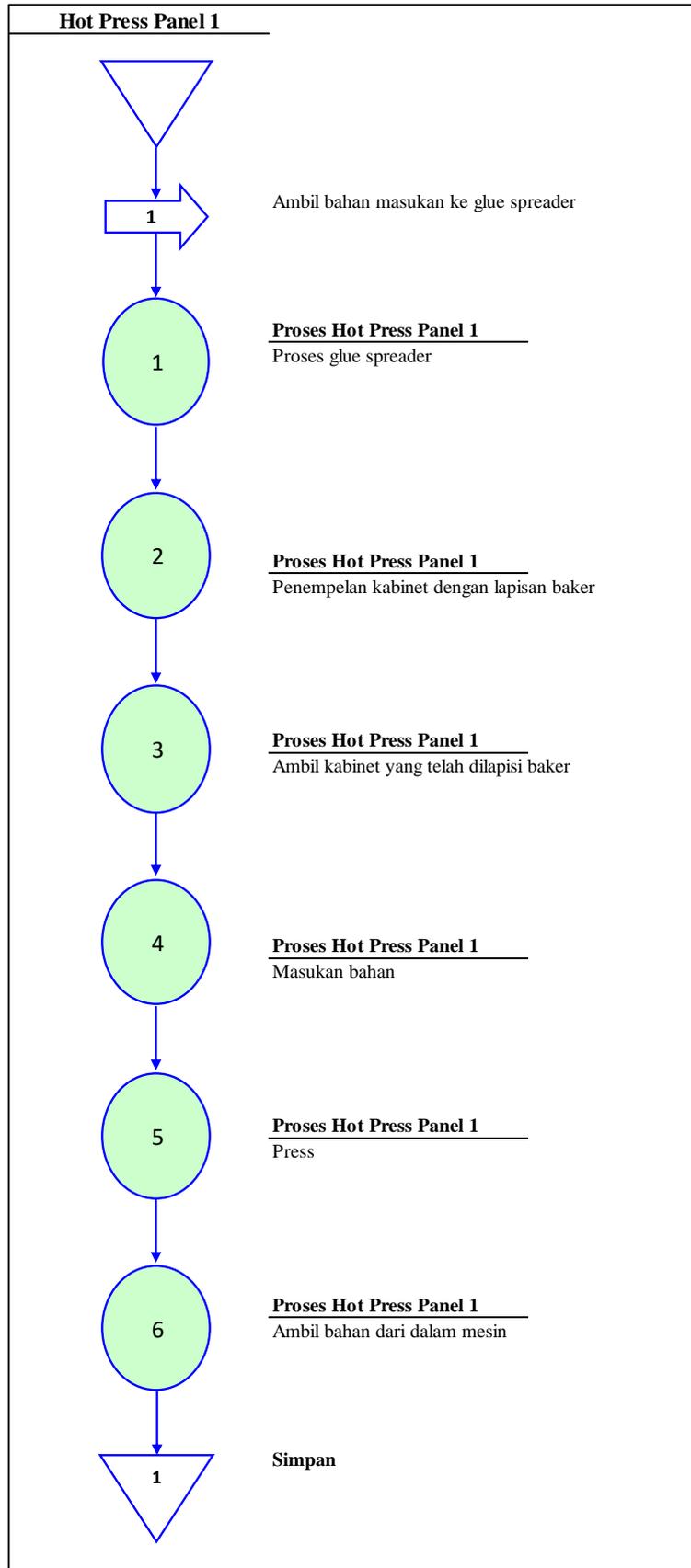
Melalui pengukuran langsung menggunakan meteran dan mistar didapat dimensi mesin *glue spreader*, lalu dimensi tersebut dituangkan dalam desain 3D *solidworks*. Desain tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Dimensi *glue spreader*

3.4.2 Langkah Kerja Pengeleman Pada Mesin *Glue spreader*

Langkah kerja ini tidak terdapat pada petunjuk kerja, akan tetapi langkah kerja ini sesuai dengan kondisi aktual di pabrik. Berikut langkah kerja pengepresan dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan detail pengeleman pada mesin *glue spreader* pada Tabel 3-2.



Gambar 3.5 Alur proses hot press panel

Tabel 3-2 Langkah Kerja

No.	Gambar	Prosedur
1		<p><i>glue spreader</i> dipastikan dalam kondisi baik.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Roller</i> berputar normal serta dapat diatur. - Lem diletakkan di atas <i>roller</i>.
2		<p>Dilakukan pengecekan jenis kabinet.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jenis kabinet dipastikan cocok dengan lem. - Kabinet diperiksa apakah cacat atau tidak.
3		<p>Kabinet dimasukkan ke <i>glue spreader</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kabinet didorong sesuai putaran <i>roller</i>. - Kabinet dipastikan masuk dengan benar.
4		<p>Kabinet diambil dari <i>glue spreader</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kabinet diambil dengan baik agar lapisan lem tidak rusak. - Lapisan lem diperiksa apakah rata dan tidak tumpah.
5		<p>Lapisan <i>baker</i> ditempel pada kabinet.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Baker</i> dipastikan dalam kondisi bagus, tidak kotor dan tidak pecah. - Lapisan <i>baker</i> tertempel dengan rapi.

3.4.3 Kabinet

Kabinet merupakan istilah untuk benda kerja pada PT. Yamaha Indonesia. Ada 3 jenis material kabinet yaitu papan partikel, triplek dan *medium density fibreboard* (MDF). Berbagai ukuran kabinet yang diproses ada mesin *glue spreader* ini dapat dilihat pada Tabel 3-3. Untuk data spesifik kabinet yang diproses pada *glue spreader* bagian *hot press panel* dapat dilihat pada lampiran 1.

Tabel 3-3 Data kabinet mesin *glue spreader*

No	Nama kabinet	Ukuran (mm)		
		Panjang	Lebar	Tinggi
1	<i>Side Board All</i>	2440	1220	4
2	<i>Side Base All</i>	1830	1220	4
3	<i>Top board P121,P116</i>	1550	340	18
4	<i>Top board B4</i>	1550	400	18
5	<i>Top board B2</i>	1520	300	18
6	<i>Key slip B1</i>	1500	600	15
7	<i>Key slip B2</i>	1500	600	18
8	<i>Pedal rail All</i>	1490	400	12
9	B/K PB 15mm	1450	680	15
10	B/K PB 15mm	1450	540	15
11	<i>Side arm B1</i>	1220	400	15
12	<i>Leg B2 , B3 ,U1J</i>	1220	450	15
13	<i>Side sleve B2</i>	1220	600	18

3.4.4 Baker

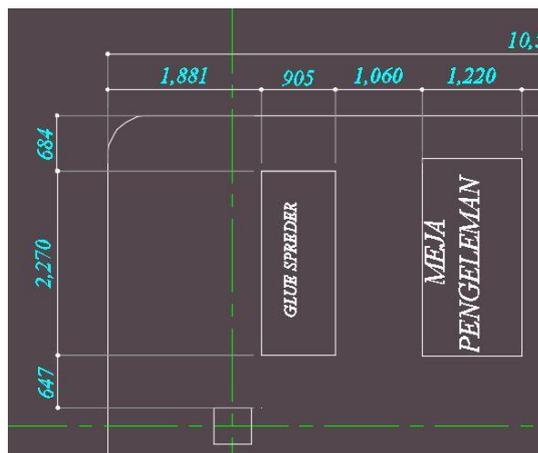
Baker merupakan bahan lapisan yang digunakan untuk melapisi kabinet yang telah diberi lapisan lem. *Baker* merupakan material *high pressure laminte* (HPL). Material ini berbentuk seperti lembaran triplek yang padat. Contoh bentuk lapisan *baker* dapat dilihat pada Gambar 3.6 berikut ini.



Gambar 3.6 Lapisan *baker*

3.4.5 *Layout Hot Press Panel*

Layout mesin *glue spreader* pada bagian *hot press panel* yang didapat melalui pengukuran langsung dan pengukuran yang dilakukan pada desain *layout* pabrik. Pada desain *layout*, keseluruhan bagian *hot press panel* mempunyai luas 10m x 10m yang dapat dilihat pada lampiran 3. *Layout* penempatan mesin *glue spreader* yaitu 2m x 1m. Jarak dari *layout* mesin *glue spreader* ke batas depan *layout* keseluruhan didapat 1,8m, sedangkan jarak *glue spreader* ke belakang hingga meja pengeleman didapat 1m. *Layout* bagian *glue spreader* dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Layout* bagian *glue spreader*

Melihat kondisi aktual di lapangan, penempatan mesin *glue spreader* ini tidak berbeda jauh dengan desain *layout*. Tetapi pada bagian *layout* yang kosong pada desain tidak semuanya kosong melainkan telah diisi dengan barang-barang yang diperlukan pada bagian tersebut. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Kondisi *layout* aktual

3.4.6 Waktu Proses

Pengamatan waktu proses dilakukan dengan mengamati video proses pada mesin *glue spreader*. Sebenarnya data terkait seluruh proses pada bagian *hot press panel* telah tersedia di PT. Yamaha Indonesia. Tetapi data tidak valid karena data tidak menampilkan waktu spesifik pada proses *glue spreader*. Maka dilakukanlah pengamatan video proses pengeleman kabinet *key slip* (1500mm x 600mm). Pada pengeleman kabinet *key slip*, kabinet ini hanya diproses 4 buah per proses pengepresan dapat dilihat pada Gambar 3.9. Hal ini terjadi karena ukuran mesin *hot press panel* yang terbatas.



Gambar 3.9 Kabinet *key slip* per proses pengepresan

Adapun data waktu proses kabinet *key slip* B2 dapat dilihat pada Tabel 3-4 sebagai berikut.

Tabel 3-4 Waktu proses kabinet *key slip* B2

No.	Proses	Waktu (s)
1	Pengambilan dan memasukkan kabinet	2
2	Proses mesin <i>glue spreader</i>	5
3	Mengambil kabinet dan menempel lapisan <i>baker</i>	12,2
Total		19,2

Dari data yang telah diperoleh, dapat dilihat untuk memasukkan kabinet *key slip* B2 ke kabinet *key slip* B2 berikutnya dibutuhkan jeda waktu sebesar 17,2 detik. Jika operator langsung mengambil kabinet, maka operator akan menunggu selama 15,2 detik untuk memasukkannya kembali ke mesin. Waktu menunggu tersebut

dapat disebut sebagai waktu *overhead*. Jadi dapat dikatakan kabinet tidak dapat terus-menerus dimasukkan, karena harus menunggu proses mesin hingga menempel lapisan *baker* dan juga terdapat batasan jumlah kabinet per proses pengepresan yang membuat proses ini terhenti.

3.5 Kriteria Desain

Dari hasil observasi lapangan serta diskusi yang dilakukan sebelum pembuatan konsep, maka dapat ditentukan kriteria desain alat yang akan dibuat, yaitu :

1. Mesin pengumpan yang dibuat tidak mengubah mesin *glue spreader*.
2. Desain alat sederhana agar tidak memerlukan dana yang berlebih dalam pembuatan.
3. Memperhatikan keamanan dan keselamatan kerja.
4. Dimensi mesin pengumpan tidak melebihi *layout* yang telah tersedia.
5. Penggunaan bahan-bahan yang telah ada lebih diprioritaskan pada pembuatan mesin pengumpan.
6. Mesin pengumpan tidak menghambat proses *maintenance glue spreader*.

BAB 4

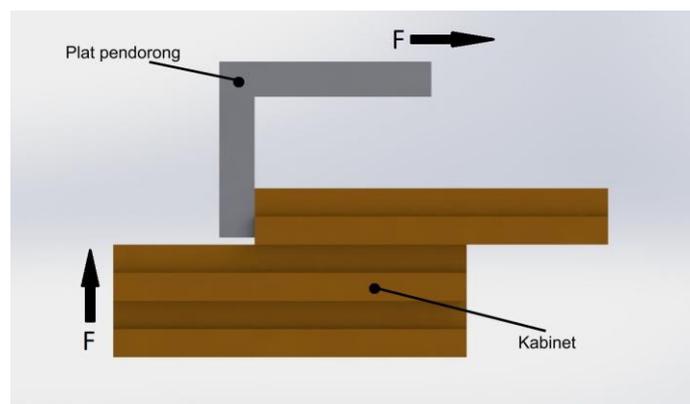
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan mesin pengumpan untuk mesin *glue spreader* melalui banyak tahapan, hal ini untuk mendapatkan hasil perancangan yang sesuai dengan permintaan *user* maupun direksi. Tahapan yang dimaksud adalah diskusi serta analisis lapangan, sebagaimana yang dapat dilihat pada alur penelitian. Terdapat dua tahapan diskusi yaitu pertama diskusi internal kemudian dilanjutkan dengan diskusi direksi. Diskusi internal melibatkan staf internal *Production Engineering* (PE), sedangkan diskusi direksi melibatkan staf PE, Direksi (*President* dan *Vice President*), *user* (Manajer Departemen dan Kepala Kelompok). Tahapan-tahapan ini dituliskan dalam beberapa sub bab, yaitu :

4.1 Tahapan Pertama

4.1.1 Perancangan 1

Pada tahap perancangan pertama dilakukan pembuatan konsep alat. Mekanisme alat mengacu pada mekanisme *card dispenser*. Pada mekanisme ini, kabinet dianggap menjadi kartu/*card*. Kartu tersebut disusun kemudian diangkat dan didorong untuk masuk ke proses selanjutnya. Mekanisme pengangkat pada alat ini dirancang dengan menggunakan *ball screw*, yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Pada mekanisme pendorong digunakan plat yang berbentuk L, lalu plat tersebut digerakkan oleh *air cylinder* untuk mendorong kabinet yang akan diproses. Visualisasi pendorong dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Visualisasi pendorong



Gambar 4.2 Mekanisme *ball screw*

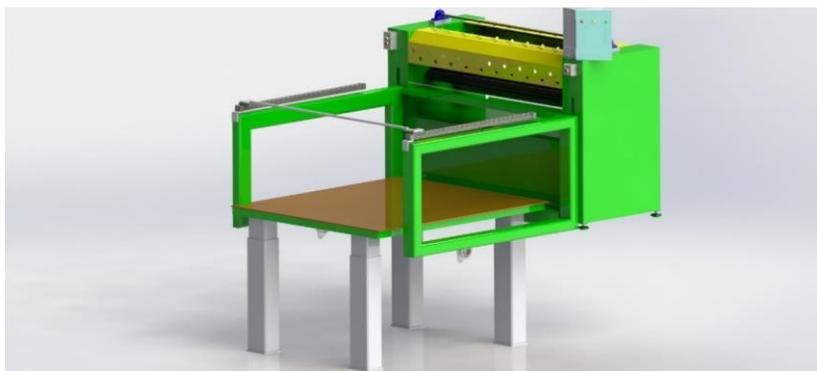
Selanjutnya dilakukan diskusi internal untuk mengajukan konsep alat yang telah dibuat tersebut. Dalam diskusi internal didapat masukan-masukan dari staf PE, diantaranya yaitu :

1. Menambah mekanisme pengangkat dengan bahan/alat yang dipunyai oleh PE, yaitu *column actuator* dan hidraulik.
2. Dengan menggunakan mekanisme *card* dispenser ini maka berkuranglah kapasitas kabinet yang dapat diproses.
3. Mengajukan untuk penggalan rantai agar mekanisme dapat lebih banyak menampung kabinet.

Setelah hasil diskusi didapat, maka dilakukan perbaikan sesuai dengan masukan yang didapat. Pertama menambahkan 2 mekanisme dengan alat yang dipunyai oleh PE. Mekanisme pengangkat pertama menggunakan hidraulik yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan mekanisme pengangkat kedua menggunakan *column actuator* yang dapat dilihat pada Gambar 4.4. Pada 3 mekanisme ini pendorong tetap menggunakan konsep yang telah digambarkan di awal. Dengan 3 mekanisme ini dilakukanlah diskusi direksi untuk mengajukan mekanisme-mekanisme tersebut.



Gambar 4.3 Mekanisme hidraulik



Gambar 4.4 Mekanisme *column actuator*

4.1.2 Diskusi 1

Pada diskusi direksi, dilakukan penjelasan terkait masalah-masalah yang didapat di proyek *kaizen* ini. Masalah-masalah yang dipaparkan antara lain :

1. Jika menggunakan mekanisme pengangkat maka berkuranglah kapasitas benda kerja yang dapat disuplai karena tinggi tumpukan kabinet hanya dari meja pengangkat hingga mulut *glue spreader*.
2. Menjelaskan kekurangan serta kelebihan masing-masing mekanisme.
 - 2.1. *Ball screw* lebih mudah untuk diatur posisinya tetapi membutuhkan motor yang besar untuk beban yang besar.
 - 2.2. Hidrolik mempunyai kekuatan yang besar tetapi sulit untuk mengatur posisinya.
 - 2.3. *Column actuator* merupakan mekanisme yang simpel tetapi terdapat kekurangan di bagian kekuatan dan kendali untuk *column actuator*

3. Mengajukan untuk melakukan penggalian lantai jika memakai konsep desain ini.

Setelah memaparkan hal di atas, direksi dan *user* mengerti bahwa dengan membuat mesin pengumpan ini dapat mengurangi kapasitas benda kerja. Mereka memberikan catatan sebagai berikut :

1. Menolak 2 mekanisme yaitu mekanisme hidraulik dan *column actuator*. Dengan alasan jika menggunakan hidraulik akan mengeluarkan banyak biaya, sedangkan menggunakan *column actuator* maka akan sulit untuk menggerakkan 4 *column actuator* secara bersamaan.
2. Menolak penggalian karena jika melakukan akan merusak rangka bangunan yang ada di bawah daerah mesin tersebut.
3. Meminta mekanisme yang dapat menampung lebih banyak benda kerja.
4. Meminta berdiskusi dengan *user* terkait tujuan *kaizen* yang ingin dicapai dan hal yang diperlukan untuk melaksanakannya.

4.2 Tahapan Kedua

4.2.1 Observasi 2

Observasi kedua dilakukan untuk memastikan kembali data yang didapat adalah benar. Pada observasi ke-2 ini ditemukan beberapa hal yang pada dasarnya menyimpang/abnormal, karena hal ini berbeda dengan ketetapan yang telah diatur dalam *Standard Operating Procedure* (SOP). Hal-hal tersebut dijabarkan melalui subbab-subbab di bawah ini, yaitu :

4.2.1.1 Susunan kabinet

Pada susunan kabinet sesuai dengan petunjuk kerja yaitu dalam 1 palet hanya ada 1 jenis kabinet. Palet merupakan bantalan kayu yang digunakan untuk menumpuk benda kerja yang akan diproses. Tetapi pada observasi ini ditemukan 2 hingga 3 jenis kabinet dalam 1 palet. Kondisi abnormal ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Susunan abnormal

4.2.1.2 Baker yang diproses

Pada petunjuk kerja diketahui bahan yang diproses pada mesin *glue spreader* hanya kabinet. Tetapi pada pengeleman kabinet *side board* (2440mm x 1220mm) proses pengelemannya terbalik. Benda kerja yang diproses bukan kabinet, melainkan lapisan *baker* itu sendiri. Saat berdiskusi *user* menjelaskan bahwa, jika tetap kabinet *side board* yang proses maka akan mengakibatkan hasil pengelemannya tidak merata. Hal ini dikarenakan ukuran kabinet yang lebar membuat lem tidak dapat menjangkau seluruh permukaan kabinet. Kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 4.6.

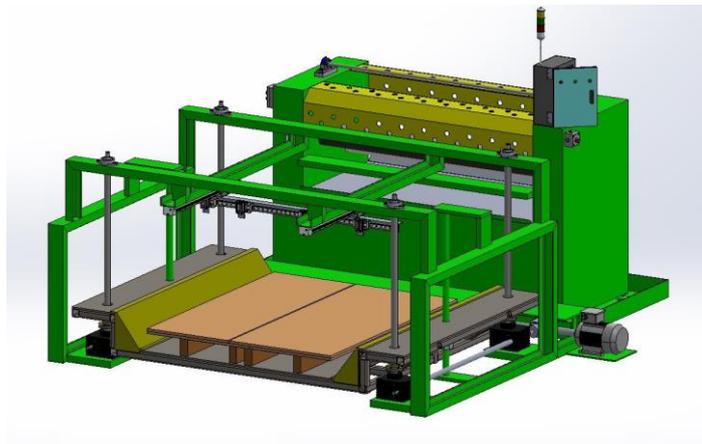


Gambar 4.6 pengeleman baker

4.2.2 Perancangan 2

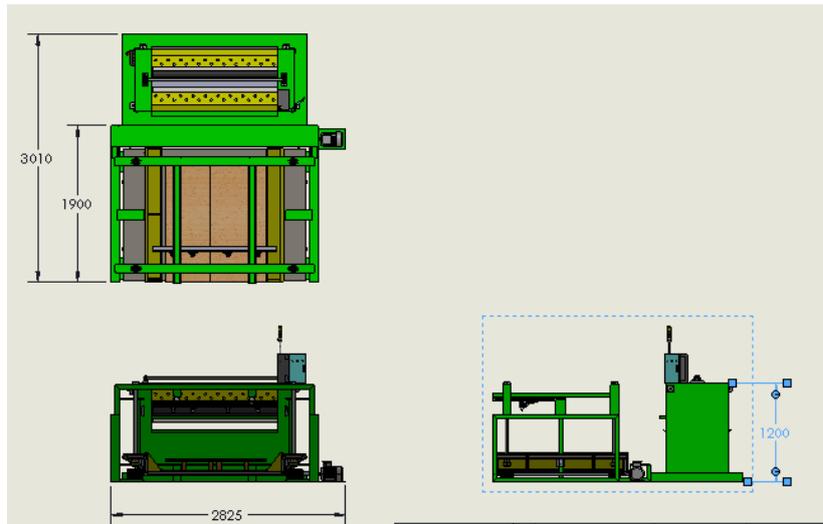
Melihat dari hasil diskusi direksi sebelumnya, didapat masukan untuk melakukan diskusi dengan *user* terkait mesin pengumpan yang akan dibuat. Setelah melakukan diskusi dengan *user*, *user* meminta kapasitas benda kerja dimaksimalkan, hal ini terkait dengan penjelasan pada diskusi sebelumnya mengenai pengurangan kapasitas. *User* menjelaskan jika mengubah kapasitas benda kerja, maka akan berpengaruh diproses-proses sebelumnya. Hal ini terjadi karena akan terdapat penumpukan kabinet yang akan diproses jika mengurangi kapasitas mesin pengumpan.

Setelah berdiskusi didapatkan saran untuk menggunakan mekanisme *ball screw* baru, yang memungkinkan untuk memuat lebih banyak benda kerja. *Ball screw* jenis ini dikenal dengan nama *screw jack*. Maka dibuatlah konsep desain mesin pengumpan menggunakan mekanisme *screw jack* yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.



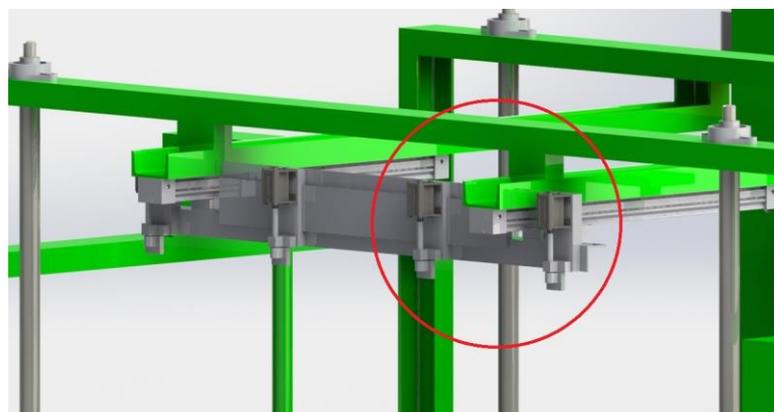
Gambar 4.7 Desain mekanisme *screw jack*

Pada konsep desain ke-2 ini, meja pengangkat didesain agar dapat memproses lebih banyak kabinet. Dengan begitu desain meja pengangkat harus dibuat lebih rendah. Rangka meja pengangkat dirancang dapat mencapai hingga 10mm di atas permukaan lantai, lalu ditetapkan ukuran tumpukan tertinggi kabinet yaitu maksimal 600mm. Ketinggian ini didapat dari tinggi celah untuk memasukkan kabinet dengan tinggi palet yang disusun di atas meja pengangkat Adapun dimensi dari mekanisme tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Dimensi mekanisme *screw jack*

Pada tahap perancangan ke-2 ini, mekanisme pendorong diganti agar dapat memproses benda kerja yang berbeda. Cara kerja mekanisme pendorong yang baru ini sebenarnya tidak terlalu berbeda dengan yang pertama. Tetapi mekanisme pendorong ini ditambahkan *air cylinder* yang berfungsi untuk memilih kabinet yang akan didorong. Dengan menggunakan 4 *air cylinder*, yang dua diantaranya dapat digeser/dipindahkan posisinya. Pemindahan posisi ini dilakukan secara manual untuk menyesuaikan pendorong dengan ukuran kabinet yang diproses. Perubahan mekanisme pendorong ini dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Perubahan mekanisme pendorong

4.2.3 Analisis 1

Analisis dilakukan sesuai dengan hasil diskusi direksi sebelumnya. Pertama dilakukan analisis untuk melihat berapa tumpuk kabinet serta menentukan beban yang bekerja pada meja pengangkat. Berdasarkan ketetapan tinggi benda kerja yang telah ditetapkan pada perancangan yaitu 600mm, maka dibuatlah tabel yang menunjukkan jumlah tumpukan perkabinet. Tabel ini dapat dilihat pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1 Jumlah tumpukan kabinet

NAMA KABINET	UKURAN (mm)			Jumlah kabinet (/600mm)
	P	L	T	
<i>SIDE BOARD ALL</i>	2440	1220	4	150
<i>SIDE BOARD P22</i>	2440	1220	2.5	240
<i>SIDE BASE ALL</i>	1830	1220	4	150
<i>TOP BOARD P121,P116</i>	1550	340	18	33
<i>TOP BOARD B4</i>	1550	400	18	33
<i>SOUND BOARD B2</i>	1530	1080	6	100
<i>TOP BOARD B2</i>	1520	300	18	33
<i>KEY SLIP B1</i>	1500	600	15	40
<i>KEY SLIP B2</i>	1500	600	18	33
<i>SOUND BOARD B1</i>	1500	900	6	100
<i>PEDAL RAIL ALL</i>	1490	400	12	50
<i>B/K PB 15MM</i>	1450	680	15	40
<i>B/K PB 15MM</i>	1450	540	15	40
<i>SIDE ARM B1</i>	1220	400	15	40
<i>LEG B2 , B3 ,U1J</i>	1220	450	15	40
<i>SIDE ARM B3</i>	1220	450	2.7	222
<i>SIDE SLEVE B2</i>	1220	600	18	33

Setelah didapat maksimal jumlah kabinet yang diproses, dilanjutkan menentukan beban maksimal yang berguna untuk mengukur kekuatan meja pengangkat.

Dengan melihat data kabinet tersebut, maka didapat kabinet dengan volume terbesar yaitu kabinet *key slip* B2.

Dengan menggunakan dimensi yang telah tercantum maka didapat volume kabinet *key slip* B2 sebesar :

$$\begin{aligned}V &= p \cdot l \cdot t \\V &= 1500 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm} \cdot 18 \text{ mm} \\V &= 16200000 \text{ mm}^3 \\V &= 0.0162 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Dari volume tersebut dapat ditentukan gaya yang akan diberikan oleh kabinet *key slip* B2 yaitu sebesar :

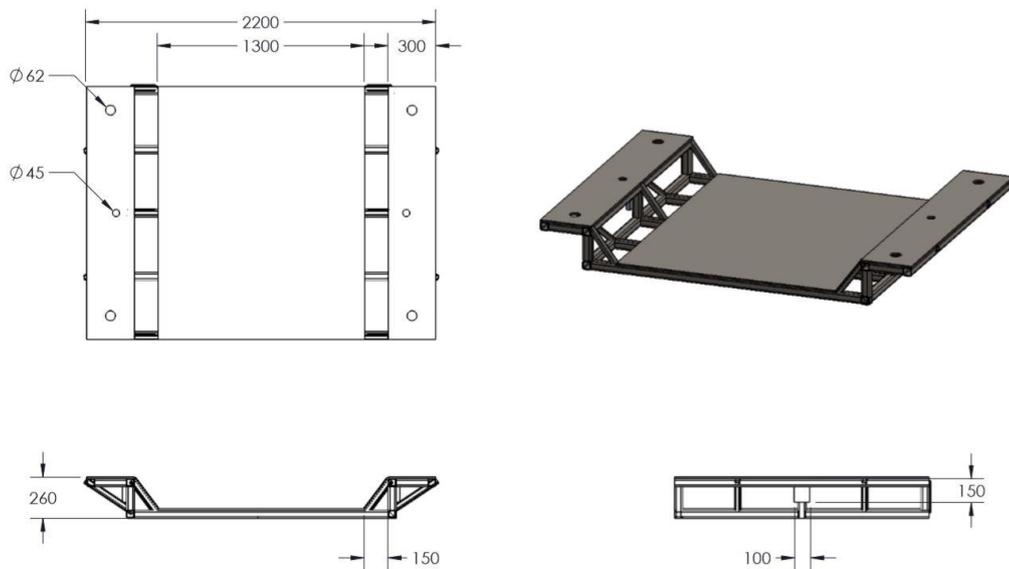
$$\begin{aligned}w &= \rho \cdot V \cdot g \\w &= 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.0162 \text{ m}^3 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\w &= 111.132 \text{ N}\end{aligned}$$

n merupakan jumlah tumpukan maksimal kabinet. Dengan memberikan *safety factor* sebesar 2.5, maka didapat gaya untuk 1 tumpuk kabinet *key slip* B2 sebesar :

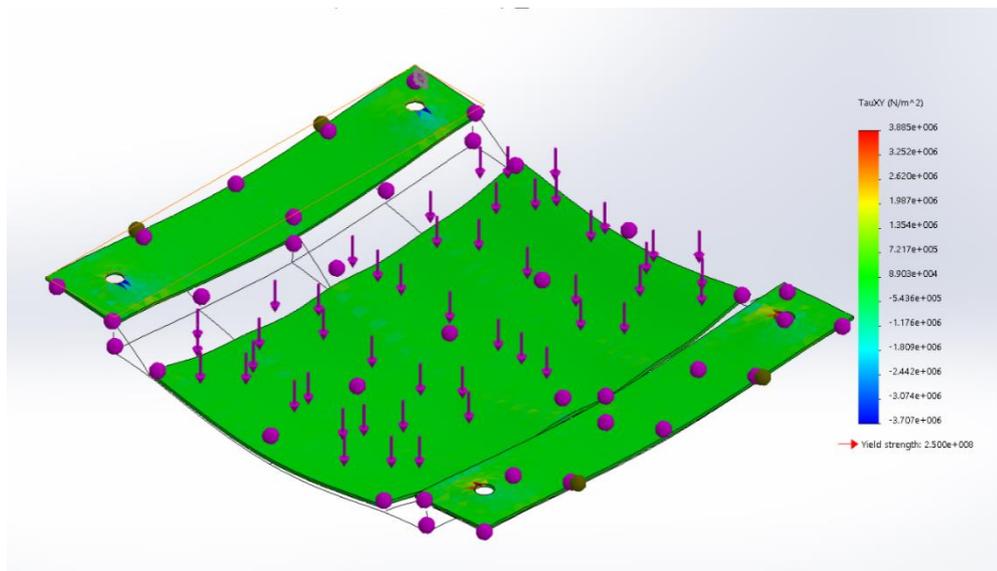
$$\begin{aligned}F &= 111.132 \text{ N} \cdot n \cdot F_s \\F &= 111.132 \text{ N} \cdot 33 \cdot 2.5 \\F &= 111.132 \text{ N} \cdot 33 \cdot 2.5 \\F &\approx 10000 \text{ N}\end{aligned}$$

Dari data yang didapat di atas, dibuatlah analisis untuk melihat beban yang bekerja pada meja pengangkat. Desain meja pengangkat dapat dilihat pada Gambar 4.10. Analisis dilakukan dengan menggunakan program *CAD/CAE*. Pada proses analisis kekuatan, material yang digunakan yaitu ASTM A36, material ini digunakan atas permintaan pihak PT. Yamaha Indonesia terkait memanfaatkan bahan-bahan yang

telah ada di bagian *maintenance*. Hasil analisis kekuatan meja yang mengangkat benda kerja yang dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.10 Meja pengangkat



Gambar 4.11 Analisis kekuatan meja

Hasil analisis tersebut didapat dengan menggunakan material bahan ASTM 36. Dari hasil tersebut dapat dilihat beban tertinggi yaitu sebesar 3.885×10^6 Pa sedangkan *yeild strength* bahan 2.5×10^8 Pa. Beban yang diijinkan agar material tetap pada daerah elastis yaitu $\frac{1}{3}$ *yeild strength*, maka didapat tegangan ijin sebesar

0.83×10^8 Pa. Karena beban yang bekerja < tegangan ijin maka dapat dikatakan bahwa meja aman.

$$\frac{\text{Beban}}{\text{Kekuatan}} \times 100\% = \% \text{ beban}$$
$$\frac{3.885 \times 10^6}{0.83 \times 10^8} \times 100\% = 4.68\%$$

Jadi beban yang bekerja bernilai 4.68% dari kekuatan yang diijinkan.

4.2.4 Diskusi 2

Setelah membuat konsep desain dan melakukan analisis lalu dilanjutkan pada diskusi 2. Pada diskusi ini dijelaskan poin-poin yang menjadi catatan pada diskusi sebelumnya. poin-poin tersebut dapat dilihat di bawah ini :

1. Mekanisme pengangkat menggunakan *screw jack*. *Screw jack* merupakan alat yang mempunyai *ball screw* yang menyatu dengan *reducer*. Dengan mekanisme ini beban yang bekerja pada *ball screw* akan lebih kecil karena menggunakan 4 *screw jack*.
2. Pada mekanisme ini kapasitas kabinet dimaksimalkan dengan membuat meja pengangkat yang dapat mencapai 10 mm di atas lantai. Lalu menetapkan maksimal tumpukan kabinet dengan menjelaskan Tabel 4-1.
3. Memberikan analisis terhadap kekuatan meja dalam menampung tumpukan kabinet terberat.
4. Memberikan hasil observasi abnormal, yaitu terdapat pengeleman *baker* yang tidak dapat dilakukan dengan mekanisme saat ini.
5. Mekanisme pendorong yang dimodifikasi berdasarkan hasil observasi tetap dapat melakukan proses dengan maksimal 2 jenis tumpukan kabinet yang disusun horisontal.

Setelah itu dilanjutkan diskusi direksi, maka didapat hasil sebagai berikut :

1. Mengganti ukuran *side board* agar dapat diproses menggunakan mekanisme ini. Ukuran *side board* dibagi 3 dengan ukuran awalnya.
2. Menyetujui hasil desain dan meminta *Bill Of Material* (BOM) untuk mekanisme ini.

Pada kesempatan diskusi berikutnya diajukan BOM yang telah dibuat bersama dengan staf PE. Untuk BOM dapat dilihat pada lampiran 4. Setelah memberikan BOM, direksi menyetujui untuk melanjutkan desain ini ke proses selanjutnya. Direksi kembali menyarankan untuk melakukan diskusi terkait proyek ini dengan *user* agar tidak terdapat perbedaan pemikiran yang dapat menyebabkan hasil mesin tidak sesuai dengan ekspektasi *user*.

4.3 Tahapan Ketiga

4.3.1 Simulasi

Pada tahapan ketiga ini dilakukanlah diskusi dengan *user* terkait konsep mekanisme mesin pembantu yang telah disepakati pada diskusi 2. Hasil diskusi yang didapatkan yaitu :

1. *User* ingin menggunakan *handlift* untuk meletakkan benda kerja pada mesin yang biasanya dilakukan dengan menggunakan *forklift*. *Handlift* dan *forklift* dapat dilihat pada Gambar 4.12a dan Gambar 4.12b.
2. *Handlift* digunakan dengan alasan jika menggunakan *forklift* akan memakan waktu lebih lama karena *forklift* tidak selalu berada di bagian tersebut.



Gambar 4.12a *Handlift*



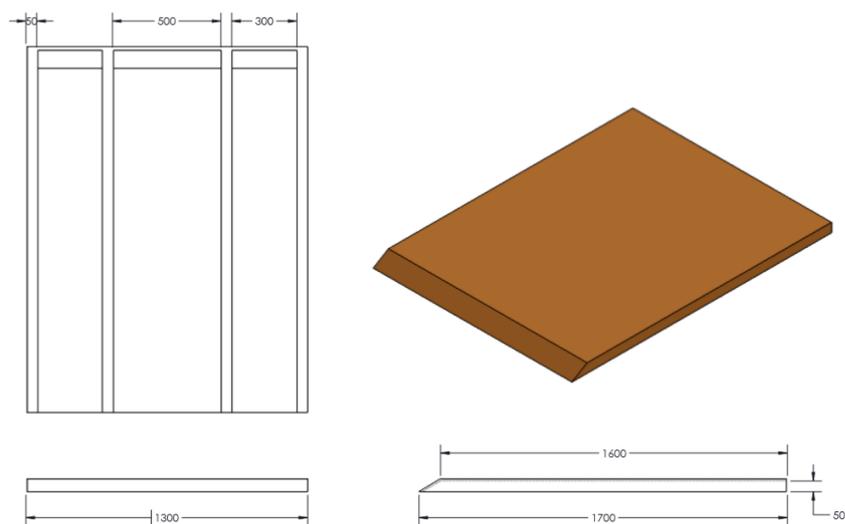
Gambar 4.12b *Forklift*

Dari hasil diskusi tersebut dibuatlah simulasi tanjakan yang berguna untuk menaikkan *handlift* ke meja. Hal ini dilakukan karena melihat dari dimensi *layout*, jarak yang tersisa untuk bagian depan meja hanya 100 mm. Pada tahap ini simulasi

dilakukan sebanyak 2 kali. Simulasi 1 merupakan tanjakan dengan acuan *layout* dan simulasi 2 dilakukan dengan dimensi yang sesuai dengan *handlift*.

4.3.1.1 Simulasi 1

Mengacu dari *layout* dan lebar meja maka dibuat tanjakan dengan panjang 100mm. dimensi tanjakan 1 dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Dimensi tanjakan 1

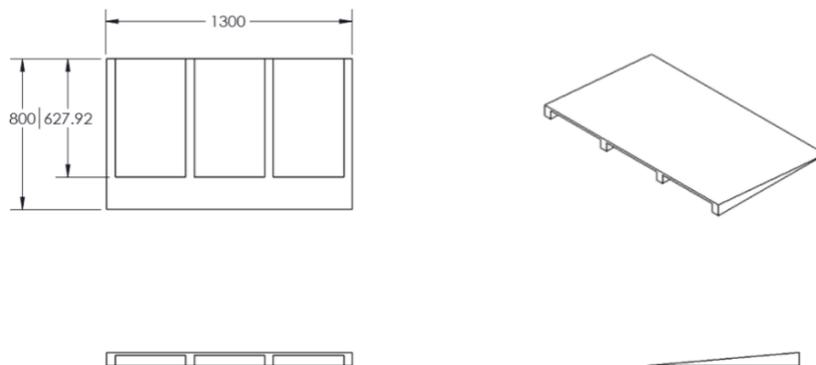
Dari dimensi tersebut dibuat prototipe tanjakan meja dengan kayu dan dilakukan simulasi. Pada simulasi digunakan *handlift* yang tidak berisi kabinet, lalu *handlift* tersebut dinaikkan ke meja dengan menaiki tanjakan yang telah didesain. Akan tetapi *handlift* tidak dapat naik/turun meja karena tersangkut. Dengan ini dapat dikatakan, tanjakan 1 tidak dapat membantu *handlift* untuk naik keatas meja. Hasil simulasi 1 dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Hasil simulasi 1

4.3.1.2 Simulasi 2

Dari hasil simulasi 1 didapat bagian bawah *handlift* tersangkut dengan meja saat menaikkan/menurunkan kabinet. Lalu dibuatlah tanjakan 2 dengan mengacu ukuran *handlift* agar tidak tersangkut dengan meja. Maka didapat dimensi tanjakan 2 yang dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15. Dimensi Tanjakan 2

Pada simulasi ini dibuat prototipe tanjakan kembali dengan desain ke-2. Pertama dilakukan simulasi menggunakan *handlift* dengan valet kosong, lalu didapat hasil *handlift* dapat naik/turun meja dengan mudah. Untuk memastikan hasil simulasi dilakukan simulasi dengan menggunakan benda kerja yang telah disusun. Tetapi didapat hasil *handlift* tidak dapat naik ke meja karena beban yang didorong sangat berat walaupun dilakukan dengan 2 orang. Dengan kata lain menggunakan *handlift* untuk meletakkan benda kerja pada meja mesin tidak dapat dilakukan. Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16. Hasil simulasi 2

4.3.2 Perancangan 3

Setelah melakukan simulasi tahanan, dilakukan kembali diskusi internal untuk memaparkan hasil diskusi dan simulasi. Berdasarkan hasil simulasi dan permintaan *user*, didapat hasil untuk tidak melanjutkan pembuatan mesin pengumpan dengan mekanisme *screw jack* (perancangan 2), dan mencari mekanisme yang dapat memenuhi kekurangan pada perancangan 2 tersebut. Setelah didapat hasil itu, dilakukan pengajuan konsep alat baru. Konsep ini mengacu pada sistem kerja *crane* yang digunakan pada bongkat muat pelabuhan. Pada konsep ini alat menggunakan mekanisme vakum digunakan sebagai pengangkat dan konveyor untuk mendorong. Sistem kerja alat ini dimulai dengan vakum yang memindahkan kabinet dari palet lalu diletakkan pada konveyor. Kemudian konveyor memasukkan kabinet ke mesin *glue spreader*. Dengan menjelaskan konsep vakum ini, pihak PE tertarik lalu memberi instruksi untuk menggambar konsep tersebut. Sehingga dilanjutkan dan dibuatlah desain mesin pengumpan menggunakan sistem vakum dan konveyor. Hasil konsep dapat dilihat pada Gambar 4.17.

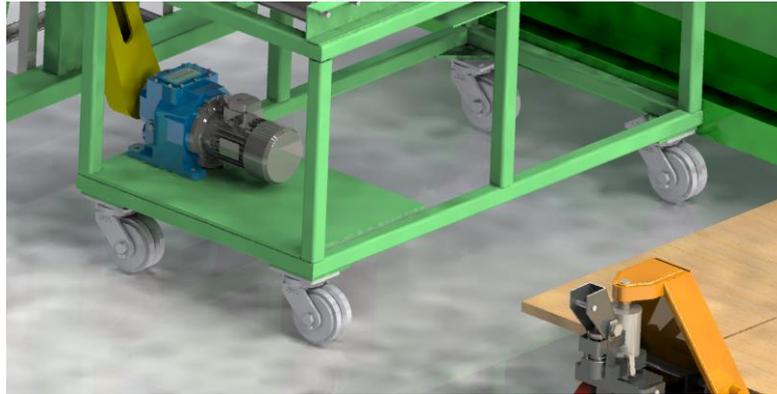


Gambar 4.17 Konsep mekanisme vakum

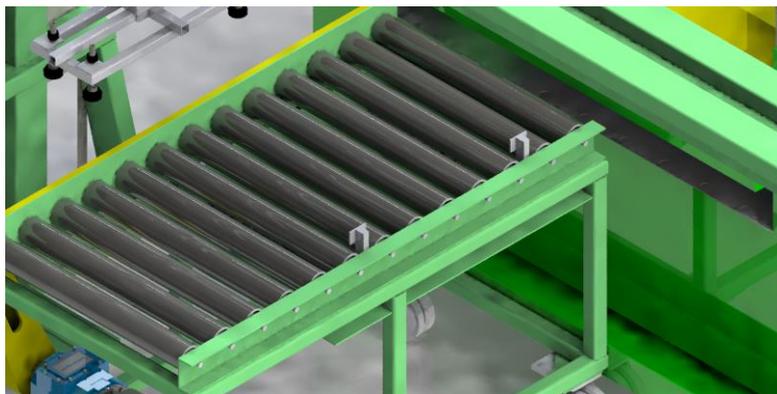
Pada diskusi internal selanjutnya dilakukan pemaparan mengenai mekanisme vakum serta langkah kerjanya. Setelah memaparkan dan mendiskusikan hal tersebut, didapat saran perbaikan untuk konsep mekanisme vakum ini. Adapun poinnya adalah :

1. Menambahkan roda pada konveyor yang akan dibuat yang berguna untuk memindahkan konveyor agar memudahkan pada proses pembersihan mesin
2. Perlu menambahkan mekanisme untuk meratakan kabinet yang akan diproses. Hal ini berguna untuk memastikan kabinet rata pada pengeleman 2 kabinet.
3. Penambahan batang rangka untuk memudahkan proses pemasangan *actuator* pada rangka.

Selanjutnya dilakukanlah perubahan dalam desain sesuai dengan poin-poin yang telah didapat pada diskusi internal. Penambahan roda konveyor dapat dilihat pada Gambar 4.18 dan penambahan mekanisme perata dapat dilihat pada Gambar 4.19.

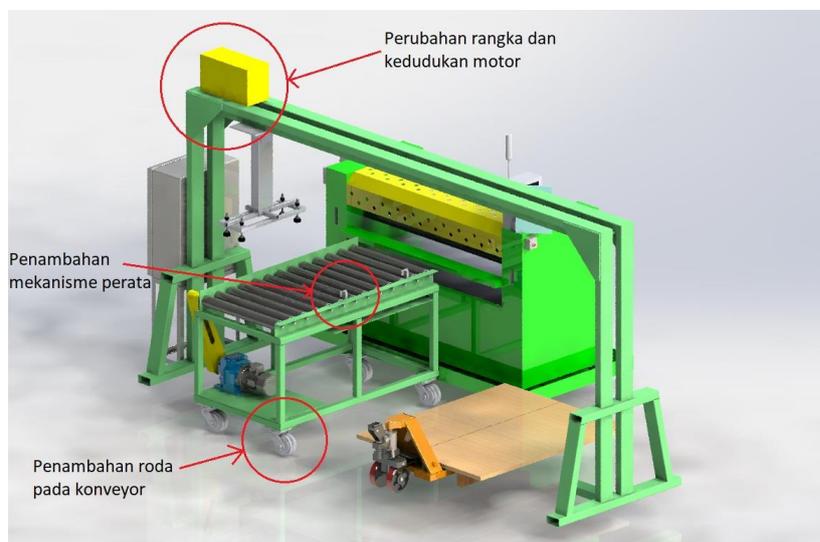


Gambar 4.18 Roda konveyor



Gambar 4.19 Mekanisme perata kabinet

Setelah penambahan sesuai poin-poin yang telah didiskusikan. Hasil keseluruhan desain dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Konsep vakum setelah perbaikan

4.3.3 Analisis 2

Analisis ini dilakukan untuk mendukung hasil rancangan alat yang akan dibuat. Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis, analisis tersebut dijelaskan pada subbab-subbab di bawah ini.

4.3.3.1 Beban yang bekerja pada 1 *suction pad*

Pada analisis 1 telah didapatkan kabinet terberat yaitu kabinet *key slip* B2 yaitu 111,132 N. Pada desain ini digunakan 4 buah *suction pad* yang berguna menahan distribusi beban yang terjadi pada *suction pad* yang dinotasikan dengan n . Dengan begitu dapat dicari beban yang bekerja pada 1 *suction pad* :

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

$$F = \frac{111.132 \cdot 2.5}{4}$$

$$F \approx 70 \text{ N}$$

4.3.3.2 Menentukan diameter *suction pad*

Tekanan angin yang digunakan pada PT. Yamaha Indonesia adalah 4 bar. Berdasar dari tekanan angin dan katalog *ejector* pada lampiran 2, didapat tekanan vakum yang bekerja pada 4 bar menggunakan *ejector* ukuran 1 mm type S yaitu sebesar 90 kPa. Berdasarkan beban yang terjadi serta tekanan vakum tersebut dapat ditentukan ukuran diameter *suction pad* yang digunakan.

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

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 70}{10^{-3} \cdot \pi \cdot 90}}$$

$$d = 31.4 \text{ mm}$$

Setelah didapat ukuran sesuai teori, maka dilanjutkan mencocokkan ukuran teori dengan ukuran katalog *suction pad*. Mengacu dari hal tersebut didapatkan ukuran *suction pad* standar yaitu sebesar 32 mm.

4.3.3.3 Kekuatan yang dihasilkan *suction pad*

Berdasarkan analisis sebelumnya didapat diameter *suction pad* sebesar 32 mm, maka dapat ditentukan luas efektif penampang yaitu :

$$S_{ef} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$
$$S_{ef} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 32^2$$
$$S_{ef} = 804.25 \text{ mm}$$

Lalu dilanjutkan dengan menghitung kekuatan yang dihasilkan 1 *suction pad*.

$$F = 10^{-3} \cdot S_{ef} \cdot P_v$$
$$F = 10^{-3} \cdot 804.25 \cdot 90$$
$$F = 72.38 \text{ N}$$

Dari perhitungan di atas didapat kekuatan untuk *suction pad* berdiameter 32 mm dan menggunakan ejector 1 mm yaitu sebesar 72,38 N. Pada analisis beban didapat beban yang bekerja pada 1 *suction pad* yaitu 70 N pada *safety factor* 2.5. Dengan membandingkan nilai kekuatan dengan beban maka didapat bahwa *suction pad* mampu mengangkat kabinet *key slip* B2.

4.3.4 Diskusi 3

Setelah memperbaiki desain alat sesuai dengan hasil diskusi internal sebelumnya dan menambah analisis yang akan diperlukan, maka dilanjutkan dengan tahap diskusi direksi. Saat diskusi direksi, hal pertama yang dilakukan yaitu memberikan informasi terkait permintaan *user* menggunakan *handlift* untuk melakukan suplai. Oleh karena adanya permintaan itu dilakukanlah simulasi

tanjakan. Simulasi tanjakan ini digunakan guna memastikan hasil perancangan 2 dapat bekerja dengan baik, walau menggunakan *handlift* sebagai media alat bantu suplai kabinet ke mesin. Hal selanjutnya menjelaskan hasil simulasi yang telah dilakukan serta keputusan untuk membuat konsep mesin pengumpan yang baru. Setelah dijelaskan hal tersebut, direksi setuju dengan keputusan internal PE terkait pergantian konsep mesin pengumpan. Lalu dijelaskan konsep mesin pengumpan yang baru, seperti poin-poin yang dapat dilihat di bawah ini :

1. Menggunakan konsep *crane* yang pencekamnya diganti menggunakan mekanisme *vacuum gripper*.
2. Menjelaskan kelebihan dengan mekanisme vakum ini.
3. Memberikan konsep desain hasil perancangan mekanisme vakum.
4. Memberikan analisis terkait kekuatan *suction cup* terhadap kabinet dan tekanan udara di pabrik.

Setelah direksi dan *user* mendengarkan penjelasan di atas, lalu disetujui untuk melanjutkan konsep direalisasikan, meminta BOM untuk desain konsep vakum dan melakukan diskusi dengan vendor untuk pembuatan. Setelah itu dilakukan diskusi vendor oleh perwakilan pihak PE. Pada diskusi tersebut vendor memberi tahu bahwa memiliki bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan. Setelah itu dibuat BOM yang dapat dilihat pada lampiran 5.

Pada diskusi direksi *user* selanjutnya dipaparkanlah BOM yang telah dibuat, lalu dilanjutkan memberikan penawaran kepada direksi. Penawaran ini untuk meminta izin pembuatan alat dilakukan oleh PE dan vendor cuma sebagai perantara untuk membeli bahan yang dibutuhkan. Penawaran ini dilakukan karena biasanya proses realisasi alat bantu pada *kaizen* diserahkan kepada vendor. Setelah mendengar itu direksi menyetujui permintaan tersebut karena sebelumnya PT. Yamaha Indonesia belum pernah menggunakan vakum sebagai mekanisme alat bantu. Direksi mengatakan bahwa ini menjadi nilai tambah bagi PE untuk pembelajaran. Karena jika sukses merealisasikan alat ini, maka akan berkemungkinan besar untuk memakai mekanisme ini pada proses-proses lain yang ada pada PT. Yamaha Indonesia.

4.4 Hasil Perancangan

Perancangan telah dilakukan dengan menggunakan konsep vakum. mesin pengumpan masih dalam kondisi uji coba, belum dapat dimasukkan ke bagian produksi. Hasil perancangan dapat dilihat pada Gambar 4.21 berikut ini.



Gambar 4.21 Hasil perancangan

4.4.1 Simulasi Waktu

Simulasi waktu dilakukan untuk melihat perbedaan antara pekerjaan yang dilakukan secara manual dan otomatis dengan mesin pengumpan.

4.4.1.1 Proses manual

Dari data observasi sebelumnya dapat dihitung waktu yg dibutuhkan untuk pengeleman 4 kabinet *key slip* B2, seperti dibawah ini

$$T \text{ proses 4 kabinet} = T \text{ inisial} + (T \text{ proses} + T \text{ pengeleman}) \cdot 4$$

$$T \text{ proses 4 kabinet} = 2 + (5 + 12,2) \cdot 4$$

$$T \text{ proses 4 kabinet} = 70,8 \text{ detik}$$

Jika diasumsikan kabinet yang diproses hanya *key slip* B2 dan tidak perlu terkena proses pengepresan, maka dapat dihitung kapasitas mesin perharinya.

$$\text{Kapasitas} = \frac{T \text{ 1 hari kerja}}{T \text{ proses 4 kabinet}} \cdot 4 \text{ kabinet}$$

$$\text{Kapasitas} = \frac{28800 \text{ detik}}{78,8 \text{ detik}} \cdot 4 \text{ kabinet}$$

$$\text{Kapasitas} \approx 1627 \text{ kabinet per hari}$$

4.4.1.2 Proses otomatis

Pada simulasi ini waktu dihitung menggunakan video dokumentasi uji coba yang memproses kabinet *key slip* B2. Melalui perhitungan itu didapat data pemrosesan yang dapat dilihat pada Tabel 4-2.

Tabel 4-2 Data pemrosesan menggunakan mesin pengumpan.

No.	Proses	Waktu (s)
1	Pengambilan kabinet	6.7
2	Memindahkan kabinet ke konveyor	5.3
3	Merapatkan dan memasukkan kabinet	5
Total		17

Proses ini hanya menggantikan proses memasukkan kabinet ke mesin *glue spreader*. Pada proses otomatis ini kabinet tetap mempunyai waktu *overhead* yaitu sebesar 0,2 detik. Lalu dapat dihitung kembali waktu untuk proses 4 kabinet *key slip* B2.

$$T \text{ proses 4 kabinet} = T \text{ inisial} + (T \text{ proses} + T \text{ pengeleman}) \cdot 4$$

$$T \text{ proses 4 kabinet} = 17 + (5 + 12,2) \cdot 4$$

$$T \text{ proses 4 kabinet} = 85,8 \text{ detik}$$

Maka kapasitas mesin setelah otomatis menjadi,

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{T 1 hari kerja}}{\text{T proses 4 kabinet}} \cdot 4 \text{ kabinet}$$

$$\text{Kapasitas} = \frac{28800 \text{ detik}}{85,8 \text{ detik}} \cdot 4 \text{ kabinet}$$

$$\text{Kapasitas} \approx 1342 \text{ kabinet per hari}$$

4.4.1.3 Hasil simulasi waktu

Jadi dengan menggunakan mesin pengumpan ini maka kapasitas mesin *glue spreader* akan menurun. Maka dari itu perlu dihitung waktu efektif proses manual untuk menghasilkan kabinet sebesar kapasitas proses otomatis. Waktu efektif proses manual dapat dihitung melalui perhitungan di bawah ini.

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{T 1 hari kerja}}{\text{T proses 4 kabinet}} \cdot 4 \text{ kabinet}$$

$$1342 \text{ kabinet} = \frac{\text{T 1 hari kerja}}{70.8 \text{ detik}} \cdot 4 \text{ kabinet}$$

$$\text{T 1 hari kerja} = 23753.4 \text{ detik}$$

Jadi didapat waktu efektif proses manual untuk menghasilkan 1342 kabinet sebesar 23753,4 detik. Dengan menggunakan waktu ini maka dapat dilakukan simulasi biaya.

4.4.2 Simulasi Biaya

Simulasi biaya dibuat untuk mendapatkan perbandingan biaya sebelum dan sesudah menggunakan mesin pengumpan. Pada simulasi biaya ini tidak dimasukkan biaya untuk pembuatan alat karena biaya pembuatan tidak dapat ditampilkan. Simulasi biaya dihitung berdasarkan kapasitas proses otomatis. Ada beberapa faktor yang berpengaruh pada simulasi biaya ini, faktor dan detail perhitungan biaya dapat dilihat pada lampiran 5. Berikut simulasi biaya dapat dilihat pada Tabel 4-3.

Tabel 4-3 Simulasi biaya

No.	Faktor	Biaya per bulan (\$)	
		Alat bantu	Proses lama
1	Operator	0	1 operator (968,347)
2	Biaya listrik	2 x motor 1 HP (25,607)	0
3	Perawatan	3 operator (168,855)	0
Total per bulan		194,462	968,347
Total per tahun		2333,544	11620,164

Dari tabel di atas didapat data, penghematan pertahun sebesar: \$ 11620,164 – \$ 2333,544 = \$ 9286,62. Jika diasumsikan biaya pembuatan alat sebesar \$ 7000, maka dapat dihitung :

$$\text{Pergantian dengan alat bantu} = \frac{\text{Biaya pembuatan alat} + \text{Pengeluaran per tahun}}{\text{Penghematan per tahun}}$$

$$\text{Pergantian dengan alat bantu} = \frac{7000 + 2333,544}{9286,62} = 1,005 \text{ Tahun}$$

Pergantian dengan alat bantu \approx 12 bulan

Jadi menurut simulasi biaya di atas, PT. Yamaha Indonesia dapat kembali modal untuk pembuatan alat tersebut dalam kurun waktu 12 bulan.

4.4.3 Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan ditujukan untuk memudahkan pembuatan BOM. Pemilihan bahan terbagi atas 2, yaitu bahan konveyor dan mekanisme vakum yang akan dijelaskan di bawah ini.

4.4.3.1 Pemilihan Bahan Konveyor

Pada bagian konveyor, *roller* yang digunakan berukuran 50 mm dan menggunakan bahan *polyurethane*. Ukuran 50 mm merupakan ukuran standar

roller di PT. Yamaha Indonesia. Bahan *polyurethane* dipilih agar *roller* mudah dibersihkan dari serbuk kayu yang menempel dan terbawa oleh kabinet.

Motor dan reducer yang menggunakan motor yang telah ada di bagian PE. Motor yang digunakan mempunyai daya 1 HP dan kecepatan 1450 Rpm. Target kecepatan *roller* konveyor sama dengan kecepatan *roller glue spreader* yaitu sebesar 0,3 m/s (linear). Melalui data tersebut maka dapat ditentukan rasio kecepatan yang dibutuhkan pada konveyor.

Langkah pertama, mengubah kecepatan linier tersebut ke kecepatan putaran *roller*.

$$V = \text{kec. roller} \div \text{keliling roller konveyor}$$

$$V = 0,3 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \div \pi \cdot 50 \text{ mm}$$

$$V = 0,3 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \div 157 \text{ mm}$$

$$V = 1,9 \frac{\text{put}}{\text{s}} \approx 2 \text{ put/s}$$

$$V = 2 \frac{\text{put}}{\text{s}} * 60 \text{ s}$$

$$V = 120 \text{ rpm}$$

Didapat kecepatan yang dibutuhkan pada *roller* yaitu sebesar 120 Rpm dengan membagi kecepatan motor dengan kecepatan yang didapat maka dapat dirasionya. Maka rasio yang digunakan yaitu : 1420 Rpm / 120 Rpm = 12 :1.

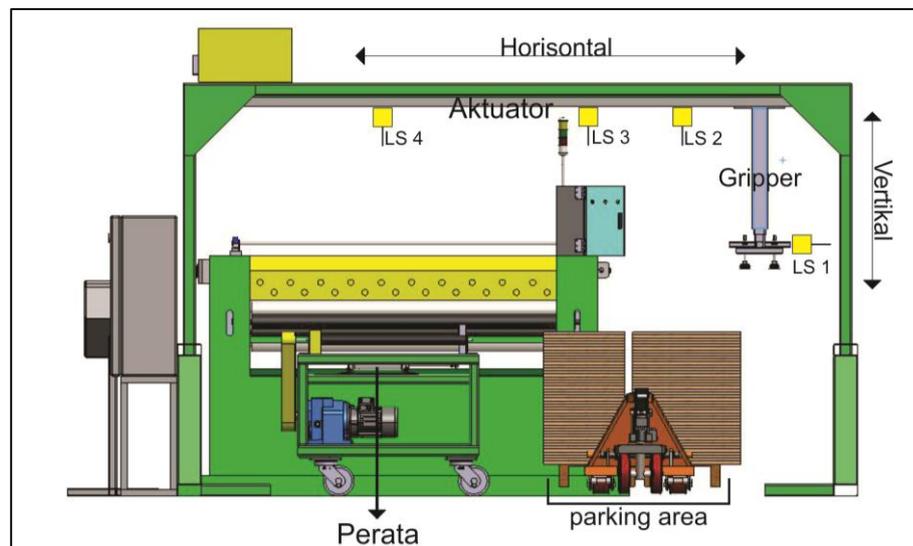
4.4.3.2 Pemilihan Bahan Mekanisme Vakum

Pada pemilihan bahan mekanisme vakum, terdapat 2 aktuator yaitu aktuator yang bergerak horisontal dan vertikal. Aktuator vertikal berfungsi untuk menggerakkan vakum *gripper* untuk mengangkat kabinet dari palet ke atas. Sedangkan aktuator horisontal berfungsi untuk memindahkan kabinet yang telah diangkat ke konveyor. Pada pemilihan aktuator vertikal, panjang *stroke*/langkah aktuator akan berpengaruh pada ketinggian rangka mekanisme vakum, jika rangka terlalu tinggi dapat menyebabkan proses *maintenance* menjadi susah. Agar rangka mekanisme vakum tidak terlalu tinggi, maka dipilih aktuator vertikal menggunakan *air cylinder* bertipe *telescopic*. *Air cylinder* bertipe *telescopic* ini mempunyai

stroke/langkah yang lebih panjang dari ukuran air cylinder itu sendiri. Lalu pemilihan aktuator horisontal dilakukan oleh vendor, hal ini di karenakan PT. Yamaha Indonesia tidak memiliki katalog referensi untuk aktuator horisontal tersebut.

4.4.4 Cara Kerja Alat

Pada aktualnya palet harus diletakkan pada tempat yang telah ditentukan. Sedangkan *gripper* hanya bergerak secara vertikal dan aktuator bergerak secara horisontal. Terdapat mekanisme perata yang terletak pada konveyor. Lalu pada mesin pengumpan ini digunakan 4 *proximity*. Penjelasan di atas dapat dilihat pada Gambar 4.22



Gambar 4.22 Cara kerja mesin pengumpan

Berikut penjelasan cara kerja mesin pengumpan dalam poin-poin di bawah:

1. Palet diparkirkan pada tempat telah ditentukan.
2. Pilih kabinet yang akan diproses untuk menentukan *proximity* (LS 2 atau LS 3).
3. Aktuator akan menggerakkan *gripper* hingga *proximity* yang dipilih aktif.
4. *Gripper* bergerak kebawah hingga LS 1 aktif dan *suction cup* aktif lalu gripper kembali ke atas.
5. Aktuator menggerakkan *gripper* hingga LS 4 yang berada pada atas konveyor aktif lalu *gripper* turun dan *suction cup* tidak aktif.

6. Setelah kabinet terletak di atas konveyor, perata aktif beberapa saat setelah itu dilanjutkan dengan motor konveyor aktif.
7. Aktuator menggerakkan kembali *gripper* hingga *proximity* yang dipilih aktif dan motor konveyor pun mati.
8. Jika melakukan pengeleman kabinet proses diulang hingga kabinet tertumpuk menjadi 2.

4.5 Refleksi Tugas Akhir

Penelitian tugas akhir ini dilakukan di PT. Yamaha Indonesia dalam rangka magang selama 6 bulan. Mahasiswa teknik mesin yang melakukan magang ditempatkan pada departemen *production engineering* di bagian desain. Proses desain dilakukan tergantung dengan hasil *kaizen* pada bagian produksi tertentu. Jika terdapat *kaizen* untuk penambahan atau modifikasi mesin, barulah proyek *kaizen* tersebut dilimpahkan ke bagian desain di PE. Pada dasarnya pekerjaan yang dilakukan saat magang adalah melakukan desain mesin atau jig/alat bantu. Akan tetapi saat tidak ada proyek desain yang dilimpahkan, mahasiswa magang dapat diberi tugas untuk membantu pekerjaan-pekerjaan lain. Pekerjaan tersebut seperti fabrikasi atau membantu desain yang dilimpahkan ke mahasiswa magang lain.

Proses desain pada perusahaan ini melalui tahapan yang panjang. Tahapan-tahapan tersebut telah dijelaskan pada proses perancangan di atas. Dengan proses yang panjang ini, mahasiswa mendapat peluang untuk bernegosiasi/diskusi dengan jajaran direksi perusahaan. Akan tetapi dengan banyaknya peluang yang didapatkan maka akan banyak pula masalah yang dilewati. Masalah yang biasa ditemukan yaitu istilah-istilah asing ,bahan-bahan yang digunakan dan proses negosiasi tidak ada pada masa perkuliahan. Dengan kata lain mahasiswa harus paham secara baik teori maupun praktek dalam pembuatan alat serta dapat meyakinkan pihak perusahaan terkait alat yang didesain. Jadi, mendesain suatu alat harus mempertimbangkan bahan-bahan yang ada atau standar, manfaat alat, biaya yang dikeluarkan serta proses pembuatan alatnya.

Kesempatan magang ini merupakan suatu pengalaman yang sangat bagus. Baik pengalaman dari proses mendesain suatu alat yang harus mempertimbangkan bahan-bahan yang ada atau standar, manfaat alat, biaya yang dikeluarkan

serta proses pembuatan alatnya hingga kesempatan untuk berdiskusi dengan jajaran direksi suatu perusahaan. Melalui pengalaman yang berharga ini didapat pelajaran yang sangat banyak yang tidak dapat ditemukan dalam perkuliahan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dirancang alat bantu untuk menggantikan proses memasukkan kabinet pada mesin *glue spreader*, dengan melakukan perancangan mesin pengumpan menggunakan vakum *gripper* dan konveyor. Dengan menggunakan mekanisme vakum *gripper* dapat dilakukan penumpukan kabinet, sehingga dapat melakukan pengeleman 2 kabinet sekaligus yang bermaksud untuk memberi lapisan lem hanya pada sebelah sisi kabinet saja.
2. Berdasarkan desain yang telah disetujui, terdapat komponen utama pada mekanisme vakum yaitu vakum *gripper*. Vakum menggunakan 4 suction pad berukuran sebesar 32 mm yang bekerja pada tekanan 4 bar yang digerakkan secara vertikal menggunakan *air cylinder* bertipe *telescopic*.
3. Berdasarkan analisis terdapat komponen utama pada konveyor yaitu roller konveyor yang berbahan poly urethane dan digerakkan oleh motor 1450 Rpm yang menggunakan rasio 1 : 12.
4. Berdasarkan simulasi waktu dari proses uji coba, mesin pengumpan dapat menurunkan kapasitas mesin dari 1627 kabinet per hari menjadi 1342 kabinet per hari. Tetapi PT. Yamaha Indonesia akan mendapat keuntungan dalam pembuatan mesin pengumpan ini setelah 12 bulan yaitu sebesar \$ 9286,62 per tahun.

5.2 Saran

Dari perancangan yang dilakukan ini masih terdapat kekurangan yang memungkinkan untuk dilakukan perancangan selanjutnya, diantaranya adalah :

1. Dalam perancangan ini belum dilakukan proses perancangan program PLC, sehingga untuk selanjutnya dapat dilakukan perancangan program PLC yang memungkinkan untuk mempercepat proses suplai kabinet *glue spreader*.

2. Proses peletakan palet masih diatur secara manual dengan menyesuaikan *layout* yang ditetapkan, sehingga memungkinkan membuat perancangan untuk memudahkan peletakan palet.
3. Masih perlu dilakukan perhitungan ulang untuk melihat produktivitas setelah digunakannya alat bantu ini.
4. Pada perancangan alat/mesin lainnya di PT. Yamaha Indonesia, perlunya penjelasan detail terkait tujuan kaizen agar proses desain dapat dilakukan lebih cepat dan sesuai dengan apa yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bilalis, N. (2000). *Computer Aided Design - CAD*. Crete: Technical University of Crete.
- Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & Scholz, D. (2008). *Fundamentals of Automation Technology*. Denkendorf: Festo Didactic GmbH & Co. KG.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen - A Commonsense Approach To A Continuous Improvement Strategy, Second Edition*. United States: McGraw Hill Professional.
- Jimantoro, R. (2016). Analisis Penerapan Budaya Kerja Kaizen pada PT Istana Mobil Surabaya Indah. *Jurnal AGORA*, 4(2), 127-132.
- Liu, J., Tanaka, K., Bao, L., & Yamaura, I. (2006). Analytical modelling of suction cups used for window-cleaning robots. *Vacuum* 80, 593-598.
- Ningsih, D. H. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur [CAD/CAM] . *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Volume X, No. 3*, 143-149.
- Olomolaiye, P., Jayawardane, A., & Harris, F. (1998). *Construction Productivity Management*. Singapore: McGraw-Hill, Inc.
- Peterson, B., Harjunkski, I., Hoda, S., & Hooker, J. (2014). Scheduling multiple factory cranes on a common track. *Computers & Operations Research* 48, 102-112.
- Pribadiyono. (2006). Aplikasi Sistem Pengukuran Produktivitas Kaitannya Dengan Pengupahan. *Jurnal Teknik Industri Volume 8, No. 2*, 114-121.
- Rajesh, R. (2016). Manual material handling: A classification scheme. *Procedia Technology* 24, 568-575.
- Rante, A., Tangkuman, S., & Rembet, M. (2013). Perancangan Konveyor Rantai Kapasitas 8 Ton Per Jam. *Jurnal Online Poros Teknik Mesin Volume 2 Nomor 2*.
- Rodić, A. (2009). *Automation & Control - Theory and Practice*. Croatia: In-Tech.
- Sujito. (2010). Mesin Pemeras Tebu Dengan Sistem Kontrol. *TEKNO Volume 13*, 64-74.

- Sumanth, D. J. (1984). *Productivity Engineering and Management*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Tuleja, P., & Šidlovská, L. (2014). Unilateral Gripping With Active Vacuum Suction Cup: Calculation Of Gripping Force And Number Of Suction Cups . *Transfer inovácií* 29, 232-235.
- Zhang, H., Wang, W., González-Gómez, J., & Zhang, J. (2009). Design and Realization of a Novel Modular Climbing Caterpillar Using Low-Frequency Vibrating Passive Suckers. *Advance Robotic Vol.23*, 889-906.

LAMPIRAN 1

DAFTAR KABINET DALAM PERUNJUK KERJA

PETUNJUK KERJA / 標準作業基準書											
PT YAMAHA INDONESIA											
【社外秘】											
Product 品名 : Upright Piano		Sub Sect 木工製成 : Hand Press		Approved by 承認 :		(Inspector) (検査) :		Inspector 審査 :		Prepared By 作成 :	
Dept 部門名 : Wood Working		Process 工程名 : Hot Press		Doc. No. 文件 No : SPK-IP-0030		Page ページ : 1 / 1		Revision 改版 : 0		Issued date 作成日 : 19-10-2012	
Model モデル名 : All Model		Operation 作業名 : Proses Pengerosan Material		Priyono		Yanto E.		Dedi K.		Nurdin A.R.	
No. 順序	Operation Procedure 作業手順		Operation Content 作業内容		Operation Point / Standard Criteria 作業ポイント / 合否判定基準				ST 時間		
NO	Nama Kabinet / Model	Susunan Material	Ukuran Material (mm)	Lem	No. Spesifikasi	Berat Lem yang di oleskan (gr/pcs)	Tekanan Hidrolik (Mpa)	Setting Suhu (°C)	Waktu Press (Detik)		
1	Side Board all	B/K + RC	2440x1220x4	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	422±70	23.4-31.2	103	120		
2	Side Arm b1	B/K + MDF	1220x400x15	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	59±10	2.5-3.5	120	120		
3	B/K PB 15mm	B/K + PB + B/K	1450x680x15	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	236±40	7.7-10.3	120	120		
4	B/K PB 15mm	B/K + PB + B/K	1450x540x15	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	188±32	6.1-8.2	120	120		
5	Side Base all	B/K + RC	1830x1220x4	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	268±65	17.5-23.4	103	120		
6	Vn Side Board Dalam	Vn + Vn	2100x360x1,5	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	91±15	5.9-7.9	103	120		
7	Top Board b2	B/K + PB + B/K	1520x300x18	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	112±17	3.6-4.8	120	120		
8	Top Board b3	B/K + PB + B/K	1550x340x18	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	126±21	4.1-5.5	120	120		
9	Top Board P121, P116	B/K + MDF + B/K	1550x400x18	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	149±25	3.2-4.3	120	120		
10	Side Board P22	B/K + MDF	2440x1220x2,5	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	422±70	15.6-20.8	103	120		
11	Leg b2, b3, U1J	B/K + RC	1220x450x15	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	66±11	4.3-5.6	120	120		
12	Side Arm b3	B/K + RC	1220x450x2,7	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	66±11	4.3-5.6	103	120		
13	Key Slip b1	B/K + MDF + B/K	1500x600x15	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	216±36	4.5-6.3	120	120		
14	Key Slip b2	B/K + MDF + B/K	1500x600x18	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	216±36	4.5-6.3	120	120		
15	Side Sleeve b2	B/K + MDF + B/K	1220x600x18	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	176±30	3.8-5.1	120	120		
16	Sound Board b1	Vn + RC + Vn	1500x900x6	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	324±34	10.6-14.1	105	120		
17	Pedal Rail all	B/K + RC	1490x400x12	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	72±12	4.7-6.2	120	120		
18	Sound Board b3	Vn + RC + Vn	1530x1080x6	MUF-202/Terigu/Hardener H-100	156.01 YIZP-A	396±66	12.9-17.3	105	120		
Color 塗色 : PE		Change record 変更記録									
Parts Name 部品名		No 号	Reason 理由	Date 年月日	PIC 担当	Approve 承認					
Quantity 数量 : [台]		1									
Cycle Time 有効作業時間 : [DM]		2									

LAMPIRAN 2 CATALOG *EJECTOR VAKUM*

Body Ported Type Vacuum Ejector

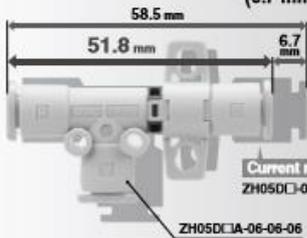
ZH Series



Compact and Lightweight

- ZK2
- ZQ
- ZR
- ZB
- ZA
- ZX
- ZM
- ZL
- ZH**
- ZH
- ZH-X267
- ZHP
- ZU
- VQ0-V

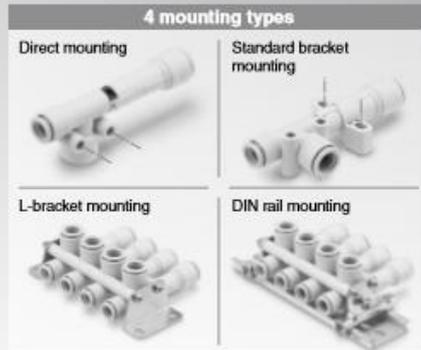
Overall length **Max. 11% reduction**
(6.7 mm shorter)



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



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



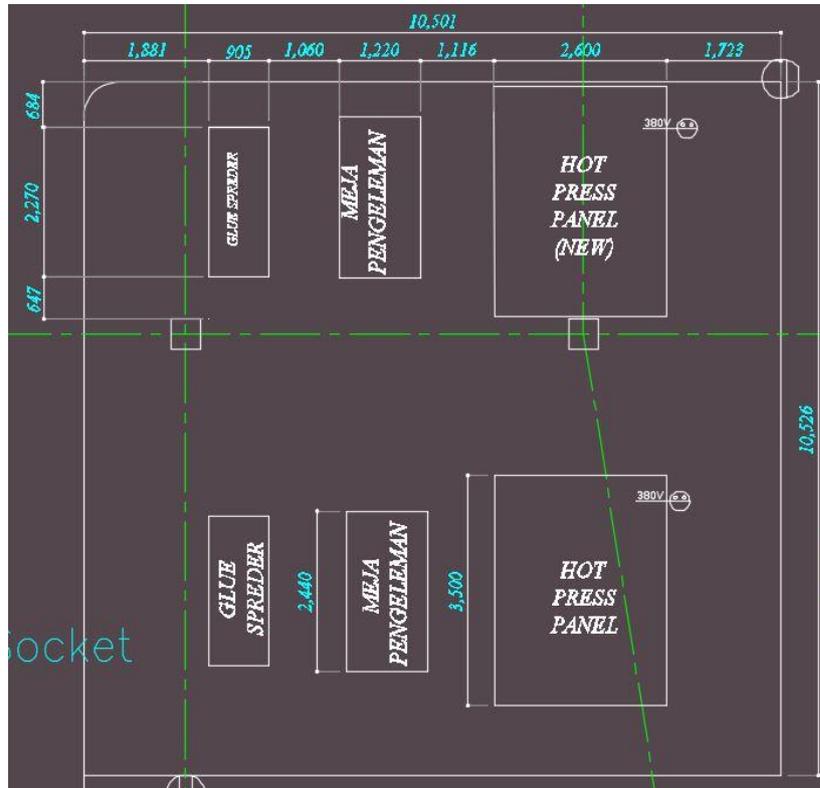
Variations

Model	Nozzle nominal size [mm]	Maximum suction pressure* [kPa]		Maximum suction flow rate [L/min (ANR)]		Air consumption [L/min (ANR)]
		Type S	Type L	Type S	Type L	
ZH05D□A	0.5	-90	-48	6	13	13
ZH07D□A	0.7			12	28	27
ZH10D□A	1.0	-66	-66	26	52	52
ZH13D□A	1.3			40	78	84
ZH15D□A	1.5			58	78	113
ZH18D□A	1.8			76	128	162
ZH20D□A	2.0			90	155	196

* Supply pressure: 0.45 MPa



LAMPIRAN 3
LAYOUT KESELURUHAN BAGIAN *HOT PRESS* PANEL



LAMPIRAN 4
BILL OF MATERIAL KONSEP SCREW JACK

No	Part Name	Amount		Material / Maker	Spec.
	Electical part				
1	MCCB	1	pcs	Fuji	3 pole BW32 6 Ampere 380 volt
2	MCB	1	pcs	Fuji	single pole BC series 2 Ampere 220 volt
3	Transformator	1	pcs	Matsuyoshi	100watt step down 380 to 220
4	Pilot Lamp	3	pcs	Hanyoung	25mm LED lamp
5	Fuse	3	pcs	Hanyoung	2Ampere plus housing
6	Selector switch	1	pcs	Fuji	AR22
7	Push Button on	3	pcs	Fuji	AR22
8	Push Button off	1	pcs	Fuji	AR22
9	Emergency Button	2	pcs	Fuji	AR22 plus box
10	Limit Switch	2	pcs	Omron	D4MC 2000
11	Reed Switch	4	pcs	SMC	D-M9P
12	Sign Tower	1	pcs	Hanyoung	3 lamp 220volt LED
13	Magnetic Contactor	2	istilah pcs	Fuji	SC0 3 pole
14	Overload Relay	1	pcs	Fuji	TH-T10
15	Relay MY4N plus socket	12	pcs	Omron	MY4N
16	Solenoid Valve	3	pcs	SMC	VF3230
17	Terminal Block	50	pcs	General	TR10
18	Cable wiring motor	20	meter	Supreme	NYHY 1.5mm
19	Cable wiring control	3	roll	Supreme	NYAF 0.75mm
20	Panel box control	1	pcs	Traytek	400x500x250mm t:2mm
21	Lain Lain	2	pak	General	skun, cable numbering, etc..
	Mechanical Parts				
1	<i>Air cylinder</i>	4	pcs	SMC	CQ2L25-50
2	<i>Rodless air cylinder</i>	2	pcs	SMC	MY1B22-500

3	Air Combination	1	pcs	SMC	AW0-03
4	Motor	1	pcs	TECO	Axial mounting 2.2kw 1350rpm
5	<i>Screw jack</i> plus Nut	4	pcs	Dayton	SJB50 stroke 900mm
6	Pillow block	4	Pcs	FYH	UCFL X05J
7	Bevel Gear set	2	pcs	Custom	RSV90/1
8	Coupler Shaft	4	Pcs	Lovjoy	
9	Lain Lain	1	lot	-	Oiling, greasing and etc
	Machining and Fabrication Parts				
1	Main Frame	1	unit	ASTM32	UNP 80 frame
2	Table Frame	1	unit	SS400	Plate 15mm
3	Motor Mounting	1	unit	SS400	Custom by desain
4	Screw Nut Holder	4	unit	S45C	Custom by desain
5	Lain Lain	1	lot	custom	Painting and finishing assy

LAMPIRAN 5
BILL OF MATERIAL VAKUM

No.	Part Name	Amount		Material / Maker	Spec.
	Electical part				
1	MCCB	1	pcs	Fuji	3 pole BW32 15 Ampere 380 volt
2	MCB	1	pcs	Fuji	single pole BC series 5 Ampere 220 volt
3	Transformator	1	pcs	Matsuyoshi	300watt step down 380 to 220
4	Pilot Lamp	3	pcs	Hanyoung	25mm LED lamp
5	Fuse	3	pcs	Hanyoung	2Ampere plus housing
6	Selector switch	2	pcs	Fuji	AR22
7	Push Button on	2	pcs	Fuji	AR22
8	Push Button off	1	pcs	Fuji	AR22
9	Emergency Button	2	pcs	Fuji	AR22 plus box
10	Sign Tower	1	pcs	Hanyoung	3 lamp 220volt LED
11	Magnetic Contactor	1	pcs	Fuji	SC0 3 pole
12	Overload Relay	1	pcs	Fuji	TH-T10
13	Relay MY4N plus socket	10	pcs	Omron	MY4N
14	Solenoid Valve	2	pcs	SMC	VF3230
15	Terminal Block	100	pcs	General	TR10
16	Cable wiring motor	20	meter	Supreme	NYYHY 1.5mm
17	Cable wiring control	3	roll	Supreme	NYAF 0.75mm
18	Panel box control	1	pcs	Traytek	400x500x200mm t:2mm
	PLC control	1	pcs	Autonics	LP S070-T9D6-C5R
	Power Supply 5V	1	pcs	Autonics	SPB 030 - 05
	Power Supply 24V	1	pcs	Autonics	SPB 030 - 024
	Motor Driver	1	pcs	Autonics	MD5- HF28
	PLC cable	2	pcs	Autonics	CJ-HPHP 20- V1N010-2ANR
	Terminal PLC connector	2	pcs	Autonics	AFS-H20
	Proximity sensor	5	pcs	Autonics	PR18-8DN
	Photo sensor	1	pcs	Autonics	BJ30BDT

	skun connector	8	pak	General	3-1.25 Y
	Mechanical Parts				
1	Air Cylinder	2	pcs	SMC	CA2L40-200
2	Vacuum	4	pcs	Vacmotion	Circular ball mounting
3	rodless actuator	1	pcs	CCM	CCM-W60 3500mm
4	coloumn actuator	1	pcs	Motorize	Double Stage stroke 800mm
5	Air Combination	1	pcs	SMC	AW30-03
6	Motor Stapper	1	pcs	Autonics	A140K-G599-GB5
7	Motor gearbox	1	pcs	Teco	1HP 1450Rpm 1:20 ratio gear
8	sprocket	2	pcs	FSCM	sprocket 25-50 teeth RS40
9	double sprocket	13	pcs	FSCM	20teeth RS40
10	chain	1	lot	FSCM	RS40
11	Caster	4	pcs	Hammer	RHJTW lock
12	Lain Lain	1	lot	-	Oiling, greasing and etc
	Machining and Fabrication Parts				
1	Main Frame	1	unit	ASTM32	Custom by design
2	Table Frame	1	unit	SS400	Custom by design
3	vacum lifting frame	1	unit	custom	Custom by design
4	PU Roller	13	unit	custom	diameter 50 lenght 700mm
5	Standing Frame	1	lot	custom	Custom by design
6	Lain Lain	3	lot	custom	Painting and finnishng assy

LAMPIRAN 5 DETAIL SIMULASI BIAYA

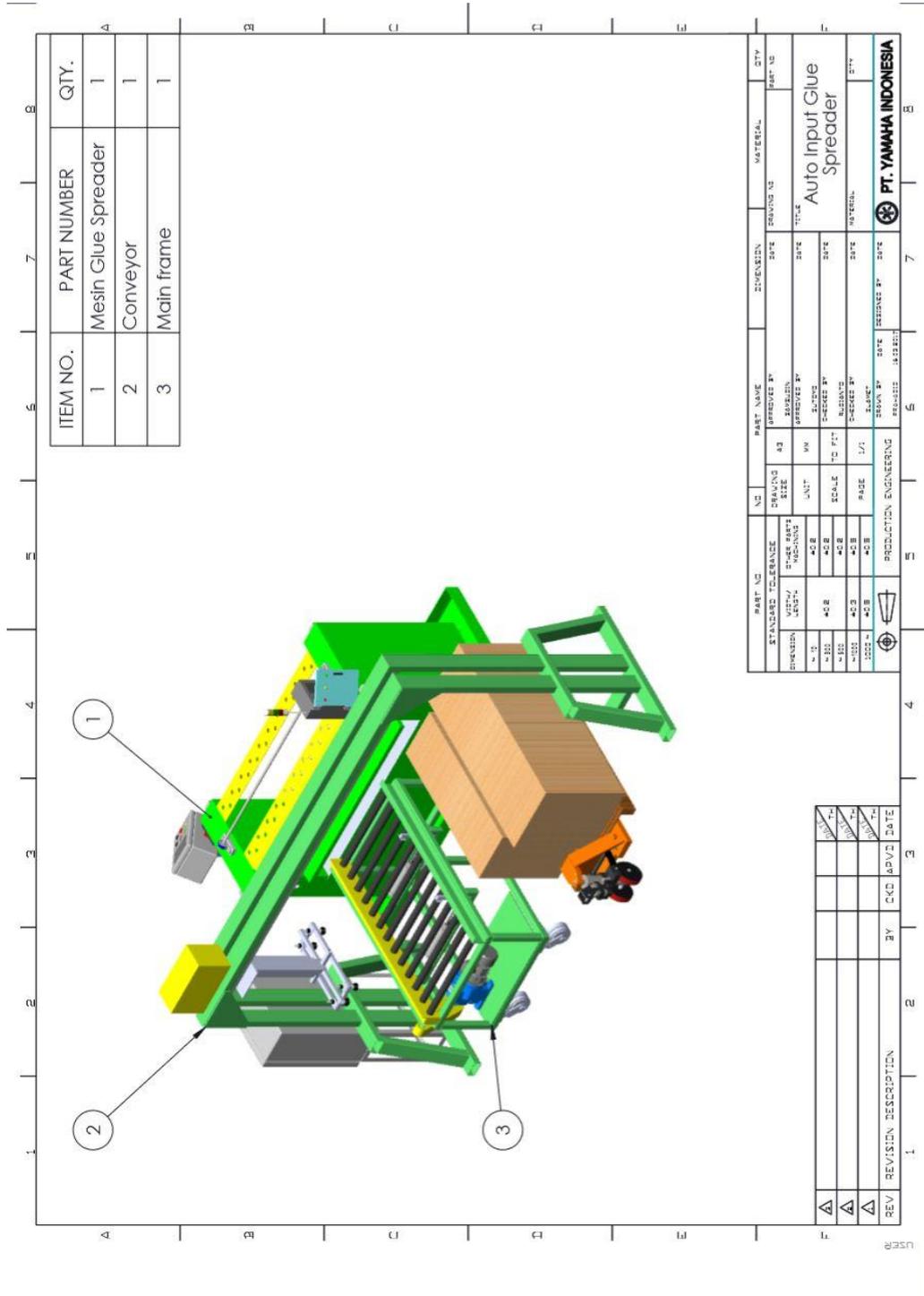
Faktor :

1. Biaya operator : \$ 0,1223/menit = \$ 56,285/hari
2. Dolar : 13751,9 rupiah
3. Tarif dasar listrik : 1467,28 rupiah/kWh = $(1467,28 / \$ 13751,9) / \text{kWh} = 0.107$
4. Waktu kerja proses otomatis: 480 menit/hari
5. Waktu kerja proses manual : 23758,4 detik/hari = 395,89 menit/hari
6. Waktu kerja efektif : 20 hari
7. Waktu perawatan : 1 hari

Perhitungan biaya

1. Operator proses manual
Waktu efektif kerja manual x biaya operator
 $395.89 \text{ menit/hari} \times \$0,1223/\text{menit} = \$ 48,417 / \text{hari}$
 $\$ 48,417 / \text{hari} \times 20 \text{ hari/bulan} = \$ 968,347 / \text{bulan}$
2. Motor
2 x motor 1 HP x biaya listrik
 $2 \times 0,75 \text{ kWh} \times 1467,28 \text{ rupiah/ kWh} = 2200,92 \text{ Rupiah/jam}$
 $2200,92 \text{ Rupiah} \times 8 \text{ jam} = 17607,36 \text{ Rupiah/hari}$
 $17607,36 \text{ Rupiah} \times 20 \text{ hari} = 352147,2 \text{ Rupiah/bulan}$
 $352147,2 / \$ 13751,9 / \text{bulan} = \$ 25,607 / \text{bulan}$
3. Perawatan (1 kali dalam sebulan)
3 operator x biaya operator x waktu kerja operator
 $3 \times \$ 56,285 / \text{hari} \times 1 \text{ hari} = \$168,855$

LAMPIRAN 6 GAMBAR 2D MEKANISME VAKUM



LAMPIRAN 7

SURAT KETERANGAN PROGRAM *INTERNSHIP*



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. : 306 /YI/ PKL /VIII/2017

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

Nama	: PRAHADID BLYA NARAFUADI
Nomor Induk Mahasiswa	: 12525053
Jurusan	: TEKNIK MESIN
Fakultas	: TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

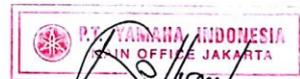
Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan Judul "*Otomatisasi Mesin Glue Spreader Guna Meningkatkan Produktivitas di PT. Yamaha Indonesia*".

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 Maret sampai dengan Tanggal 30 Agustus 2017 Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 03 Agustus 2017

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chafid
Manager

CC: - Arsip