PERANCANGAN MESIN *BELT SANDER* PADA KELOMPOK KERJA *FALL BOARD* DI PT YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Haikal Izkayoga
No. Mahasiswa : 14525001
NIRM : 2014010010

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

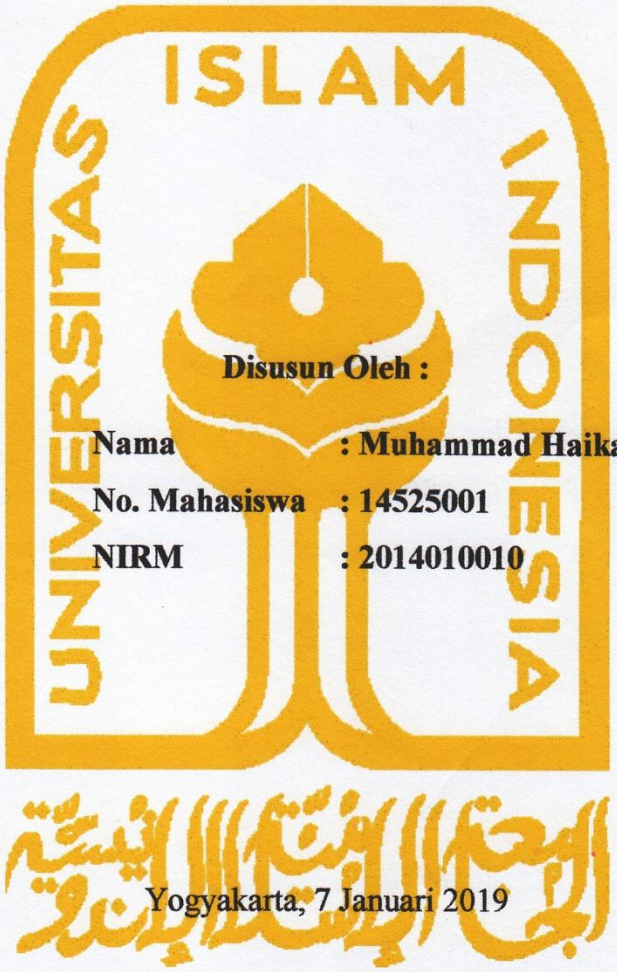
2019

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN MESIN *BELT SANDER* PADA KELOMPOK KERJA *FALL BOARD*

STUDI KASUS DI PT YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Haikal Izkayoga

No. Mahasiswa : 14525001

NIRM : 2014010010

Yogyakarta, 7 Januari 2019

Pembimbing 1	Permbimbing 2
Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.	**Santo Ajie Dhewanto, ST., MM.**

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Perancangan Mesin *Belt Sander* Pada Kelompok Kerja *Fall Board*
Studi Kasus Di PT Yamaha Indonesia

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Muhammad Haikal Izkayoga
No. Mahasiswa : 14525001
NIRM : 2014010010

Tim Penguji

Ketua	Tanggal : 04-02-2019
Anggota I	Tanggal : 04-02-2019
Anggota II	Tanggal : 04-02-2019

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, 4 Febuari 2019



Muhammad Haikal Izkayoga

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini penulis buat untuk persyaratan mendapat gelar strata satu sekaligus penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta sebagai bentuk tanggung jawab sebagai seorang anak yang telah disekolahkan.

HALAMAN MOTTO

"Kepandaian adalah kelicikan yang menyamar, kebodohan adalah kebaikan yang bernasib buruk" (Emha Ainun Najib)

"Menyesali nasib tidak akan mengubah keadaan, terus berkarya dan bekerjalah yang membuat kita berharga" (KH Abdurrahman Wahid)

"Selalu berusaha dan bekerja keras, berani dengan segala resiko, dan berfikirlah tidak ada seorang pun dibumi ini yang berhak menghambat kesuksesanmu" (penulis)

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim,
Assalamu'alaikum warahmatullahi wa barakatuhuh.

Alhamdulillaahi Rabbil'aalamiin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir dengan lancar serta menyelesaikan laporan ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Pelaksanaan tugas akhir dimaksudkan agar kemampuan mahasiswa teruji dalam menemukan, menganalisis, dan memecahkan masalah dengan pengaplikasian ilmu yang telah diperoleh selama kuliah. Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik mesin di Universitas Islam Indonesia.

Dalam pelaksanaannya, penulis menerima banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga sehingga pelaksanaan Kerja Praktek ini dapat terselesaikan.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri teladan bagi seluruh umat manusia terutama bagi penulis sehingga termotivasi untuk dapat melaksanakan dan menyelesaikan Kerja Praktek.
3. Bapak Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 1 (satu) dan Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Santo Ajie Dhewanto, ST., MM. selaku dosen pembimbing 2 (dua) Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak M.Syah Fatahillah selaku pembimbing di PT Yamaha Indonesia.
6. Rekan-rekan Magang *batch* 5 Universitas Islam Indonesia dan Politeknik Manufaktur Negeri Bandung.
7. Semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan laporan Kerja Praktek ini yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

Penulis berharap laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekeliruan karena keterbatasan penulis. Untuk itu penulis mohon saran dan kritik ke alamat email: haikal1904@gmail.com, yang bersifat membangun guna kesempurnaan laporan Kerja Praktek ini.

Wasalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuhuh.

Yogyakarta , 23 September 2018

Muhammad Haikal Izkayoga

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di PT Yamaha Indonesia yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja *sanding edge fall board* pada kelompok kerja *fall board*. Cara yang dilakukan adalah dengan merancang mesin *belt sander* yang dapat mengerjakan seluruh jenis kabinet *fall board*. Sebelumnya proses *sanding edge fall board* ini dilakukan dengan cara manual yaitu dengan menggunakan *sandpaper*. *Output* dari perancangan mesin ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja dan biaya produksi, mengurangi cacat *muke* serta menghasilkan mesin *belt sander* dengan perancangan yang baik.

Kata kunci: *edge fall board, belt abrasive, sandpaper* (amplas), *muke*.

ABSTRACT

This research conducted at PT Yamaha Indonesia was aimed to increase the work efficiency of sanding edge fall board in fall board working group by designing belt sander machine which could perform all of fall board cabinet types. Before, the sanding edge fall board process used sandpaper manually. The output of this machine design is increasing the work efficiency dan cost production, decreasing the defective muke *and producing a good design of belt sander machine.*

Keyword: edge fall board, belt abrasive, sandpaper (amplas), *muke*.

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
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiii
Daftar Gambar xiv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Perancangan 4
1.5 Manfaat Perancangan 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
Bab 2 Tinjauan Pustaka 6
2.1 Kajian Pustaka 6
2.2 Dasar Teori 7
2.2.1 Motor AC Tiga Fasa 10
2.2.2 *Variable Speed Drive* (VSD) 12
2.2.3 *Kaizen* (Perbaikan) 13
2.2.4 *Tensile Strength* (Tegangan Tarik) 14
2.2.5 Gaya Gesek 16
Bab 3 MetodE Penelitian 20
3.1 Alur Penelitian 20
3.2 Alat dan B ahan 21
3.3 Observasi Lapangan dan Pengumpulan Data 21
3.3.1 *Sandpaper* (Amplas) 21

3.3.2 Proses Kerja 22
3.3.3 Kabinet 25
3.3.4 *Layout* Kelompok Kerja *Fall Board* 25
3.3.5 Cacat Produksi 26
3.3.6 Sumber Daya Manusia 28
3.3.7 *Tensioner* (Pengatur Ketegangan *Belt abrasive*) 28
3.3.8 *Drive Train* (Sistem Penggerak) 29
3.4 Kriteria Desain 31
3.5 Menentukan Konsep Desain Perancangan dan Penyelesaian Masalah .. 31
3.5.1 Konsep Desain 31
3.5.2 Melakukan Pengujian Pada *Belt Abrasive* 32
3.5.3 Solusi Masalah 33
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 34
4.1 Hasil Perancangan Mesin *Belt Sander* 34
4.2 Analisis dan Pembahasan 37
4.2.1 Menghitung Efisiensi Mesin *Belt Sander* 38
4.2.2 Menghitung Kecepatan *Belt Abrasive* 40
4.2.3 Cara Kerja *Pulley Tensioner* 43
4.2.4 Menghitung Gesekan *Belt Brasive* Terhadap Benda Kerja 44
4.2.5 Menghitung Tegangan Tarik Pada *Belt Abrasive* 48
4.2.6 Menghitung Jarak Lengan Momen Bandul Pemberat 52
4.3 Melakukan Uji Tarik *Belt Abrasive* 55
4.4 Menghitung Tegangan Ijin *Belt Abrasive* 57
Bab 5 Penutup 61
5.1 Kesimpulan 61
5.2 Saran pada Penelitian Selanjutnya 61
Daftar Pustaka 62

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Peralatan perancangan 21
Tabel 3.2 Cacat *muke* pada *edge fall board* kabinet *PPR* 27
Tabel 3.3 Cacat *muke* pada *edge fall board* kabinet *grand piano* 28
Table 4.1 Pengujian koefisien gesek *belt abrasive* 45
Table 4.2 Hasil uji tarik *belt abrasive* utuh 56
Table 4.3 Hasil uji tarik *belt abrasive* dengan sambungan bersudut 120º 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gambar bagian *fall board* 2
Gambar 1.2 *Fall board piano upright* 3
Gambar 1.3 *Fall board grand piano* 3
Gambar 2.1 *Belt abrasive* 6
Gambar 2.2 *Sandpaper* lembaran 7
Gambar 2.3 *Sandpaper* gulungan 8
Gambar 2.4 *Drive train belt* (sabuk) 9
Gambar 2.5 Motor induksi 3 fasa 11
Gambar 2.6 Blok diagram *variable speed drive* 3 fasa 12
Gambar 2.7 Kurva tegangan tarik 15
Gambar 2.8 Diagram gaya 17
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian 20
Gambar 3.2 *Sandpaper* (amplas) 22
Gambar 3.3 Alur proses *edge fall board* 23
Gambar 3.4 *Ategi* 24
Gambar 3.5 Kabinet f*all board* 25
Gambar 3.6 Layout kerja *fall board* 26
Gambar 3.7 Contoh cacat m*uke* 27
Gambar 3.8 Sistem kerja *tensioner* 29
Gambar 3.9 Motor induksi 3 fasa 29
Gambar 3.10 *Inverter* 30
Gambar 3.11 *Pulley* penghubung tenaga 30
Gambar 3.12 Pengujian koefisien gesek 32
Gambar 4.1 Hasil perancangan 35
Gambar 4.2 Meja kerja 36
Gambar 4.3 Panggung 37
Gambar 4.4 *Belt sander* 41
Gambar 4.5 Motor induksi 41
Gambar 4.6 *Inverter* 42
Gambar 4.7 Sistem transmisi motor 43
Gambar 4.8 *Belt tensioner* 44

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Yamaha Indonesia merupakan salah satu perusahan yang bergerak dalam bidang manufaktur seperti dalam bidang pembuatan dan perakitan alat musik piano. Ada dua jenis piano yaitu *Grand piano* dan *Upright Piano,* dalam pembuatan piano PT Yamaha Indonesia disini menggunakan bahan utama adalah kayu dengan proses pembuatan dan model yang sesuai dengan ketentuannya sehingga menghasilkan sebuah piano yang berkualitas.

PT Yamaha Indonesia masih banyak menggunakan mesin industri secara manual. Namun dengan berjalannya waktu sistem teknologi global yang semakin berkembang maka PT Yamaha Indonesia melakukan perbaikan sistem secara terus menerus untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan istilah Jepang adalah sistem *kaizen.* Semua sistem kerja akan bergiliran untuk dilakukan *kaizen,* bukan berarti sistem yang sudah di *kaizen* akan diberlakukan selamanya semua itu dilakukan untuk meningkatkan efisiensi kerja dan mendapatkan biaya produksi yang rendah dengan jumlah produksi yang sama. Perancangan mesin *belt sander* untuk pengerjaan *edge fall board* merupakan salah satu sistem *kaizen* di PT. Yamaha Indonesia.

Proses kerja yang dilakukan pada kelompok kerja *fall board* adalah menghaluskan hasil pengecatan yang sudah dilakukan pada proses sebelumnya menggunakan *sandpaper* guna menghilangkan *orange peel* (kulit jeruk). Penghalusan *Orange peel* (kulit jeruk) ini dilakukan agar saat dilakukan poles pada proses selanjutnya akan menghasilkan permukaan yang rata dan mengkilap. Untuk proses pengerjaan kabinet *fall board* itu sendiri dibagi lagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok pengerjaan bagian rata lebar dan bagian *edge* (sisi samping) dapat dilihat pada Gambar 1.1. Angka 1 (satu) menunjukan bagian rata lebar dan angka 2 (dua) menunjukan bagian *edge*.



Gambar 1.1 Gambar bagian *fall board*

Sumber: Dokumen pribadi

Pengerjaan bagian rata lebar kelompok 1 (satu) menggunakan mesin *belt sander* yang sudah ada, sedangkan untuk pengerjaan bagian *edge fall board* tidak bisa menggunakan mesin *belt sander* karena ukuran *fall board* yang panjang ukuran *fall board* terpanjang dimiliki oleh *Grand Piano* yaitu, 1348 mm x 220 mm sehingga kelompok *edge* masih mengerjakan proses pengamplasan secara manual menggunakan *sandpaper* dengan *grade* 240, 400, 600, 1000.

Masalah yang ditemukan saat melakukan peninjauan lapangan adalah jumlah *sandpaper* yang digunakan pada proses penghalusan cat pada bagian *edge* ini jika dilakukan secara manual masih terlalu banyak untuk menghaluskan satu sisi *edge fall board* dapat menghabiskan satu lembar *sandpaper* dari setiap *grade*, sedangkan satu *fall board* memiliki dua sisi *edge* yang harus dilakukan proses penghalusan. Tetapi jika dibuatkan mesin *belt sander* tidak menutup kemungkinan akan banyak pula *belt abrasive* yang terbuang dikarenakan sering terjadinya putus saat digunakan. Proses penghalusan cat ini membutuhkan banyak pekerja untuk *shift* pagi hingga sore sebanyak lima orang dan untuk *shift* malam berjumlah tiga orang, sehingga terlalu banyak biaya produksi yang dikeluarkan hanya untuk penghalusan bagian *edge* yang permukaanya kecil. Pengerjaan yang dilakukan secara manual ini juga banyak menimbulkan kecacatan *muke* (yang mana cacat ini terjadi karena pengamplasan yang terlalu dalam akibatnya cat terkikis habis). Ada dua jenis *fall board* piano yang dikerjakan yaitu piano *upright* dan *grand piano.* Seperti Gambar 1.2 dan 1.3.



Gambar 1.2 *Fall board piano upright*

Sumber: Dokumen pribadi



Gambar 1.3 *Fall board grand piano*

Sumber: Dokumen pribadi

Banyaknya permasalahan yang ada maka proses kerja dibagian kelompok *fall board* perlu dilakukan *kaizen*, yaitu dengan membuatkan mesin *belt sander* yang dapat mengerjakan bagian *edge fall board*. Dengan perancangan yang tepat maka dapat menghindari putusnya *belt abrasive* saat digunakan, mesin *belt sander* khusus *edge fall board* ini juga diharapkan akan menekan jumlah pekerja, mengurangi cacat *muke*, dan mengurangi jumlah pemakaian *sandpaper* (amplas).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka topik tugas akhir yang berjudul "Perencanaan Mesin *Belt Sander* Pada Kelompok Kerja *Fall Board* Studi Kasus di PT. Yamaha Indonesia". Dapat meningkatkan efisien kinerja dalam proses perakitan piano.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah pada perancangan ini yaitu :

1. Perancangan mesin *belt sander* untuk membantu dalam proses penghalusan cat pada sisi *edge fall board* dengan bentuk dan ukuran yang berbeda.
2. Perancangan mesin *belt sander* yang dapat membuat *belt abrasive* bekerja dengan optimal dan meningkatkan efisiensi kerja.
3. Perancangan mesin yang dapat meningkatkan efisiensi penggunaan *sandpaper* dan mengurangi cacat produksi.

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan mesin *belt sander* ini ruang lingkup yang ada sangat luas, maka disusun batasan masalah yang meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Perancangan mesin ini tidak melakukan analisis kekuatan rangka pada *software* yang digunakan karena material yang digunakan adalah material yang memiliki nilai inersia tinggi dan kekakuan dari material.
2. Perhitungan yang dilakukan hanya pada gaya-gaya yang bekerja, keamanan *belt abrasive* saat bekerja, efisiensi yang dihasilkan dengan menggunakan mesin *belt sander*, serta faktor pendukung kerja mesin seperti motor, *pulley, inverter,* panjang lengan momen bandul pemberat dan *pulley tensioner*.
3. Perhitungan tidak membahas kerugian yang diakibatkan oleh putusnya *belt abrasive* saat melakukan proses kerja.
4. Acuan desain mengikuti katalog dari PT. Yamaha Indonesia

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan yang ingin dicapai dalam perancangan ini yaitu:

1. Merancang mesin *belt sander* untuk melakukan proses kerja pada berbagai jenis *fall board.*
2. Menganalisis sistem kerja *belt abrasive* dengan perhitungan untuk mendapatkan efisiensi kerja yang baik.

3. Membandingkan efisiensi kerja cara manual dengan menggunakan mesin *belt sander*.

1.5 Manfaat Perancangan

Adapun manfaat perancangan dari sistem *belt sander* ini adalah:

1. Membantu perusahaan dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ada dalam suatu proses produksi.
2. Dapat menerapkan ilmu yang sudah diberikan di bangku kuliah secara langsung pada dunia kerja.
3. Hasil yang didapat dari penelitian yang dilakukan dapat diterapkan pada perusahaan.
4. Mendapatkan pengalaman mengenai cara merancang bangun sebuah mesin industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan ini menjelaskan mengenai urutan-urutan dan sistematika penulisan yang bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam memahami laporan tugas akhir ini. Penulisan laporan ini dibagi menjadi lima bab, yaitu:

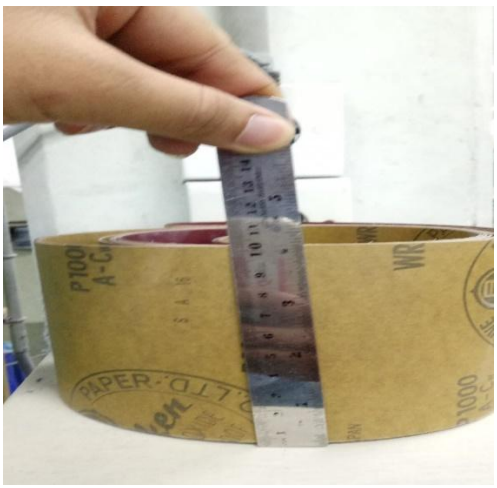
1. Bab 1 berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian atau perancangan, manfaat penelitian atau perancangan, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 berisi kajian pustaka dan landasan teori yang digunakan dalam perancangan *mesin belt sander* ini.
3. Bab 3 berisi penjelasan tentang alur perancangan yang dilengkapi dengan diagram alir proses perancangan, konsep perancangan, serta metode perhitungan yang akan dilakukan.
4. Bab 4 berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan perancangan, hasil pengujian tarik *belt abrasive* dan perhitungan yang dilakukan.
5. Bab 5 berisi tentang kesimpulan dari pembahasan serta saran yang didapat dari pelaksanaan perancangan.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dewasa ini penggunaan *sandpaper* di sektor industri semakin meningkat *sandpaper* digunakan untuk mengikis atau menghilangkan cacat dari permukaan benda kerja dengan cara digosokan (Flexner dan Bob, 1999). Tingkat kehalusan dan kekasaran *sandpaper* atau *abrasive* ditentukan oleh nomer *grade* dari *sandpaper* tersebut, semakin besar angka *grade* maka *sandpaper* akan semakin halus dan sebaliknya semakin kecil angka *grade* maka *sandpaper* akan semakin kasar.

Mesin *belt sander* merupakan mesin yang digunakan untuk menghaluskan permukaan yang lebar dan memiliki kecepatan tinggi dalam memproses pengerjaan kayu. Nama *belt sander* itu sendiri diberikan karena pada mesin ini sabuknya menggunakan *sandpaper* panjang yang kedua ujungnya disatukan seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Belt abrasive*

Gambar diatas merupakan contoh *belt abrasive* yang biasa digunakan oleh mesin *belt sander* dengan menggunakan *belt abrasive* maka pengerjakan permukaan yang lebar dapat dikerjakan dengan cepat, presisi dan debu dari *abrasive* tidak menempel pada amplas.

Mesin *belt sander* memiliki cara kerja seperti transmisi, *belt abrasive* berfungsi untuk penghubung daya putar *pulley*. Dalam sebuah transmisi *belt* hanya digunakan sebagai penghubung daya tetapi pada mesin *belt sander* ini *belt abrasive* juga digunakan untuk proses penghalusan dengan cara menggesekan permukaan *belt abrasive* yang kasar dengan permukaan benda kerja.

Mesin *belt sander* dapat disusun sedemikian sehingga dimana *pulley* primer (penggerak) dari motor listrik dihubungkan dengan *pulley* sekunder (yang digerakan) dan diantara kedua *pulley* tersebut terdapat sebuah *tensioner* guna mengatur tegangan dari *belt abrasive* tersebut (Donovan dkk, 2015).

2.2 Dasar Teori

2.2.1. *Sandpaper* atau *Abrasive*

Sandpaper merupakan suatu alat berupa kertas maupun kain (material *backing*) yang telah diberi campuran bahan kimia dengan pasir (*abrasive*) pada salah satu sisinya yang biasa digunakan untuk melakukan proses kerja penghalusan pada media kerja seperti kayu, besi, maupun jenis lainnya. Secara umum *sandpaper* digunakan dengan metode penggosokan secara manual maupun dengan menggunakan mesin. Dari sisi bahan materialnya *sandpaper* dapat dibedakan menjadi *sandpaper* kertas dan kain sedangkan dari sisi fisiknya *sandpaper* terbagi menjadi dua yaitu *sandpaper* lembaran dan gulungan seperti Gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Sandpaper* lembaran

Sumber: dokumen pribadi



Gambar 2.3 *Sandpaper* gulungan

Sumber: Dokumen pribadi

Komponen penyusun material *sandpaper* adalah *silicon carbide* dan *alumunium oxide*. *Sandpaper* sendiri terdiri dari beberapa jenis yang perlu diketahui penggunaanya agar pengerjaan yang akan dilakukan mendapat hasil yang maksimal. Berdasarkan fungsinya *sandpaper* dapat dibagi menjadi dua yaitu *sandpaper* logam dan kayu, seperti penjelasan berikut ini:

1. *Sandpaper* besi atau logam

   Sandpaper besi atau logam adalah *sandpaper* yang digunakan untuk menghaluskan atau menghilangkan karat dan cat pada logam.

   a. *Silicon carbide* adalah bahan pembuat amplas logam
   b. *Sandpaper* besi memiliki tingkat kekasaran dari angka 1 sampai 2000 yang mana semakin besar angka *grade* maka *sandpaper* akan semakin halus.

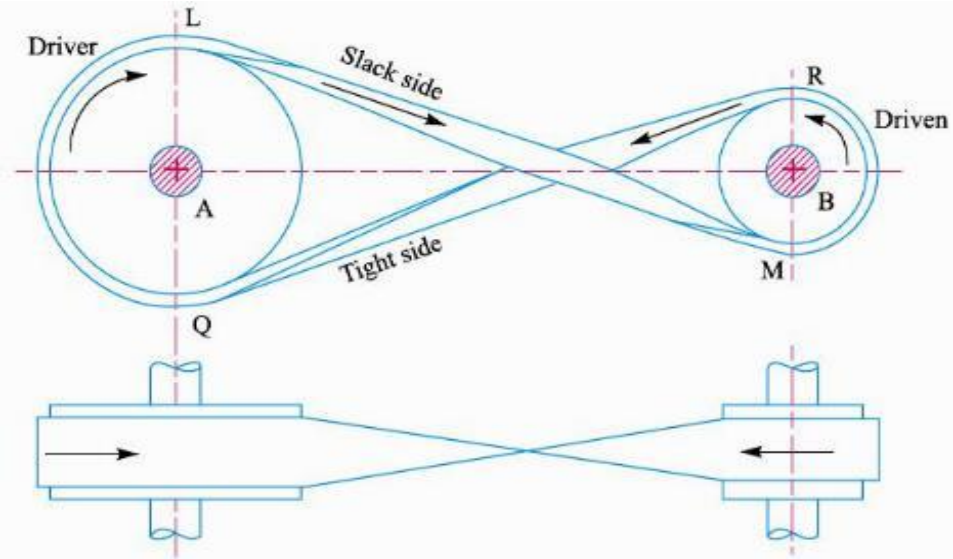
2. *Sandpaper* kayu

   Sandpaper kayu sama seperti *sandpaper* yang digunakan untuk menghaluskan besi, hanya saja pada *sandpaper* kayu *grade* yang digunakan berkisar dari 240 sampai 600 karena kayu memiliki serat yang lebih kasar dari besi, jika terlalu kasar seratnya akan rusak dan jika terlalu halus maka *sandpaper* tidak dapat bekerja maksimal.

2.2.2 *Drive Train*

Drive train adalah sebuah perangkat dalam sebuah sistem penyalur daya yang berfungsi untuk mengendalikan penggunaan daya. *Drive train* dalam penyaluran daya biasa menggunakan *chain* (rantai) dan *belt* (sabuk) juga bisa dengan menggunakan *gear* (roda gigi) juga sering disebut sebagai "*gearbox"* merupakan serangkaian roda gigi yang digunakan untuk mengkonversi kecepatan putar dan torsi dari suatu sumber daya (Uicker, Pennock, & Shigley, 2003). Dalam bidang *engineering* dan teknologi, istilah "*gear"* atau "roda gigi" didefinisikan sebagai suatu elemen mesin yang digunakan untuk mentransmisikan gerak dan daya antar poros yang berputar melalui persinggungan proyeksi progresif yang disebut gigi (Meitra, 1994).

Drive train untuk *belt* (sabuk) atau *rope* (tali) digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros yang satu ke poros yang lain dengan memakai *pulley* yang berputar pada kecepatan yang sama atau pada kecepatan yang berbeda



Gambar 2.4 *Drive train belt* (sabuk)

Sumber: Ahmad Zainuri

Seperti pada Gambar 2.4. Besarnya daya yang ditransmisikan tergantung pada faktor berikut:

1. Kecepatan *belt*.

2. Tarikan *belt* yang ditempatkan pada *pulley*.
3. Luas kontak antara *belt* dan *pulley* terkecil.
4. Kondisi *belt* yang digunakan.

Pemilihan *belt* yang akan dipasang pada *pulley* tergantung pada faktor sebagai berikut:

1. Kecepatan poros penggerak dan poros yang digerakkan
2. Rasio kecepatan reduksi,
3. Daya yang ditransmisikan,
4. Jarak antara pusat poros,
5. *Layout* poros,
6. Ketersedian tempat,
7. Kondisi pelayanan.

Jenis *belt* (sabuk) biasanya diklasifikasikan kedalam tiga kelompok sebagai berikut:

1. *Light drives* (penggerak ringan). Ini digunakan untuk mentransmisikan daya yang lebih kecil pada kecepatan *belt* sampai 10m/s seperti pada mesin pertanian dan mesin perkakas ukuran kecil.
2. Medium *drivers* (penggerak sedang) Ini digunakan untuk mentransmisikan daya yang berukuran sedang pada kecepatan *belt* 10 m/s sampai 22 m/s seperti pada mesin perkakas.
3. *Heavy drives* (penggerak besar). Ini digunakan untuk mentransmisikan daya yang berukuran besar pada kecepatan *belt* di atas 22 m/s seperti pada mesin kompresor dan generator.

2.2.1 Motor AC Tiga Fasa

Motor tiga fasa atau sering disebut juga motor induksi ini merupakan motor yang bergerak berdasarkan medan elektromagnetik yang diinduksikan melalui *stator* ke *rotor*, seperti Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Motor induksi 3 fasa

Motor ini juga sangat populer digunakan untuk peralatan industry untuk pemilihan motor ini karena memiliki kelebihan yaitu rancangan yang sederhana, harganya murah, dan mudah didapat serta langsung dapat dihubungkan dengan sumber arus AC yang mana sumber arus ini langsung bisa digunakan tanpa perlu menggunakan *inverter* pengubah arus listrik menjadi arus DC (Parekh, 2003). Kecepatan putaran motor dipengaruhi berdasarkan frekuensi yang masuk ke kotor berdasarkan persamaan berikut:

$$N_s = 120\ x\ \frac{f}{p}$$

Keterangan :

f = frekuensi sumber AC (Hz)

p = jumlah kutub yang terbentuk pada motor

N_s = kecepatan putaran medan magnet stator dalam putaran/menit (rpm)

Putaran medan magnet ini diikuti oleh putaran rotor motor induksi. Semakin berat beban motor, maka kecepatan rotor juga akan turun sehingga terjadi *slip* atau tidak terjadi gesekan yang besarnya:

$$\%_{slip} = N_s - N_b\ x\ 100\ x\ N_s$$

Keterangan:

s = *slip*

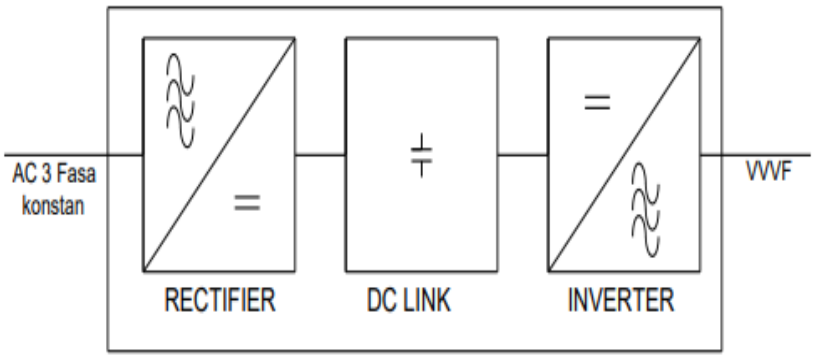
Nr = kecepatan putaran rotor pada motor

Maka medan putar stator akan memotong batang konduktor yang ada pada rotor, sehingga pada batang konduktor akan muncul GGL induksi. GGL akan menghasilkan arus (I) serta gaya (F) pada rotor.

2.2.2 *Variable Speed Drive* (VSD)

Variable speed drive atau biasa disebut dengan *inverter* merupakan sebuah alat untuk mengubah tegangan AC menjadi DC atau sebaliknya, alat ini biasa digunakan untuk mengatur kecepatan motor seperti motor AC maupun DC. *Inverter* ini bekerja menggunakan gelombang frekuensi yang masuk untuk mengatur kecepatan motor, maka dari itu alat ini disebut *variable speed drive.*

*Variable speed drive di*gunakan sebagai penyearah tegangan AC-DC, *diode* (untuk penyearah tidak terkendali), dan *thyristor* (sebagai penyearah terkendali). Untuk memperbaiki kualitas tegangan DC maka dibutuhkan sebuah *capasitor* sebagai perata tegangan, kemudian setelah tegangan menjadi DC *inverter* mengubah kembali tegangan tersebut menjadi tegangan AC dengan teknik *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mendapatkan amplitudo dan frekuensi keluaran yang diinginkan. Dari frekuensi keluaran itulah motor diatur kecepatanya. Prinsip kerja dari *Variable speed drive* yang telah disederhanakan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Blok diagram *variable speed drive* 3 fasa

Sumber: Dzikri Ilman Fadilah

Penjelasan prinsip kerja *variable speed drive* yang telah disederhanakan sesuai gambar diatas adalah sebagai berikut:

1. Tegangan yang masuk dari jala-jala 220/380 volt dan frekuensi 50 hz merupakan arus bolak-balik (AC) dengan nilai tegangan dan frekuensi yang konstan kemudian dialirkan ke *board rectifier* (penyearah) DC, jadi dari AC dijadikan DC. Jika penyearah yang digunakan adalah penyearah terkendali maka tegangan DC akan diatur.
2. Untuk meratakan tegangan DC, maka akan dimasukan ke DC *link* yang berupa *capasitor* atau induktor.
3. Tegangan DC kemudian diumpankan ke rangkaian *inverter* untuk dijadikan AC kembali dengan frekuensi sesuai kebutuhan. Jadi dari tegangan DC diubah kembali ke tegangan AC 3 fasa (Huda, 2012).

2.2.3 *Kaizen* (Perbaikan)

Kaizen adalah sebuah istilah dalam bahasa jepang yang artinya suatu usaha perbaikan yang dilakukan secara terus menerus (*continuous improvement*) yang dilakukan melibatkan semua orang dalam struktur organisasi atau perusahaan. Perbaikan berkelanjutan ini dimaksudkan untuk mendapatkan proses kerja ataupun kehidupan terbaik dalam suatu perusahaan ataupun organisasi.

Konsep utama *kaizen* adalah 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu*, dan *Shitsuke)* yang merupakan sebuah prinsip kerja manajemen perusahaan yang mana 5S ini menjadi tolak ukur bagaimana partisipasi pekerja dalam sebuah organisasi atau perusahaan. *Seiri* merupakan pemilihan barang yang masih berguna dan tidak berguna (ringkas), *Seiton* menata barang berguna agar mudah dicari, *Seiso* adalah penataan barang dan tempat kerja yang telah rapi agar tidak kotor, *Seiketsu* merupakan tahap selanjutnya dari *3S* yakni: *Seiri, Seiton* dan *Seiso* agar menjadi standar kerja yang mudah dipahami, diterapkan, dan dijaga. *Shitsuke* adalah penyadaran diri untuk melakukan dan ikut serta dalam kegiatan perawatan dan aktivitas perbaikan secara berkelanjutan serta membuat pekerja terbiasa menaati aturan (rajin) (Imai, 1986).

Berikut ini adalah beberapa hal yang penting untuk melakukan Standarisasi (Bwemelo, Gordian 2014):

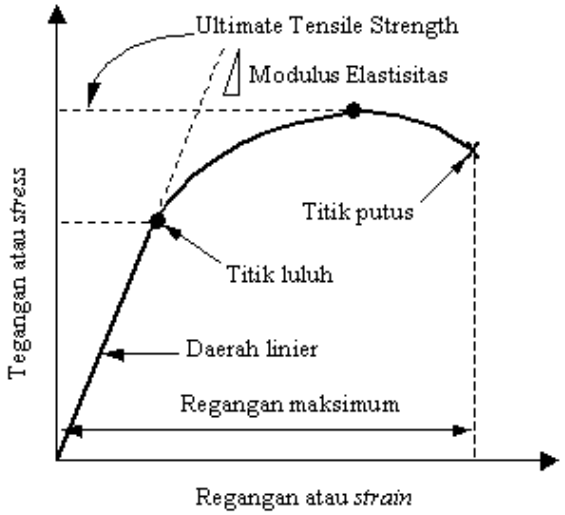
1. Standarisasi Teknik atau Metode Proses Pengerjaan (*Standard Work Technique*)
2. Standarisasi siklus waktu pengerjaan (*Standard Cycle Time*)
3. Standarisasi urutan kerja (*Standard Work Sequence*)
4. Standarisasi jumlah barang setengah jadi (*Work In Progress*)

Kemudian *3M* atau kepanjangan dari *(Muda, Mura, Muri)* merupakan konsep kedua dari *kaizen. Muda* yang artinya menghilangkan pemborosan kerja yang tidak efektif, *Mura* diartikan sebagai pengurangan ketidakmerataan atau ketimpangan/ketidak teraturan dalam bekerja, *Muri* diartikan sebagai pengurangan ketegangan, pembebanan yang berlebihan, keterpaksaan, atau melampaui batas yang diberikan kepada sumber daya.

PDCA *(Plan, Do, Check, Action)* merupakan konsep utama dari *kaizen.* Yang mana *Plan* berkaitan dengan rencana dan target, *Do* berkaitan dengan pelaksanaan rencana, *Check* berkaitan dengan pemantauan terhadap pelaksanaan dan bagaimana kemajuan dari rencana yang sudah disusun dan terakhir *Action* berkaitan dengan standarisasi prosedur baru guna menghindari terjadinya kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya.

2.2.4 *Tensile Strength* (Tegangan Tarik)

Tensile strength atau tegangan tarik adalah suatu tegangan maksimum yang dapat ditahan suatu material ketika dilakukan penarikan atau peregangan yang sebelum material tersebut sobek atau patah. Kekuatan tarik atau nilai tegangan tarik maksimum suatu material dapat dicari dengan cara pengujian tarik terhadap material tersebut dan mencatat perubahan nilai regangan dan tegangan yang terjadi. Pada Gambar 2.7 menjelaskan titik tertinggi dari kurva yang tercatat dari mesin uji tarik adalah nilai maksimum kekuatan tarik material tersebut.



Gambar 2.7 Kurva tegangan tarik

Nilai tegangan tarik tidak bergantung pada ukuran penampang bahan dan faktor jenis bahan. Dalam satuan internasional tegangan tarik adalah *pascal* (pa) yang didapat dari *Force* (gaya) dibagi dengan *Area* (luas penampang), sehingga *pascal* juga *ekivalen* dengan Newton/meter persegi. Berikut adalah persamaan dari tegangan tarik:

$$\sigma t = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σt : Tegangan tarik

F : gaya (N)

A : luas penampang (m^2)

Tegangan tarik ijin adalah nilai tegangan yang diijinkan untuk pembebanan yang diberikan, dimana besaran tegangan tersebut masih dianggap aman untuk bahan yang akan diberi beban, atau dapat dikatakan bahan akan aman jika tegangan yang tidak melebihi tegangan maksimum (σt). Adapun persamaan untuk mencari tegangan ijin yang diperbolehkan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{\sigma t}{V}$$

Keterangan:

σt : Tegangan tarik yang diijinkan

V : Faktor keamanan

2.2.5 Gaya Gesek

Gaya gesek merupakan gaya yang terjadi akibat gesekan antara 2 permukaan benda yang saling bersentuhan yang menimbulkan besarnya gaya gesek. Arah gaya gesek adalah berlawanan dengan arah gerak benda. Gaya gesek dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Gaya gesek statis

   Gaya gesek statis adalah besarnya gaya gesek sama dengan gaya yang diberikan pada benda atau sama dengan diam. Menurut hukum I Newton, benda yang diam berarti resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut adalah nol. Persamaan rumusnya adalah:

   $F_{statis} = \mu_s$. N

   N = gaya yang diberikan benda

   μ_s = Koefisien gaya gesek statis

2. Gaya gesek kinetik

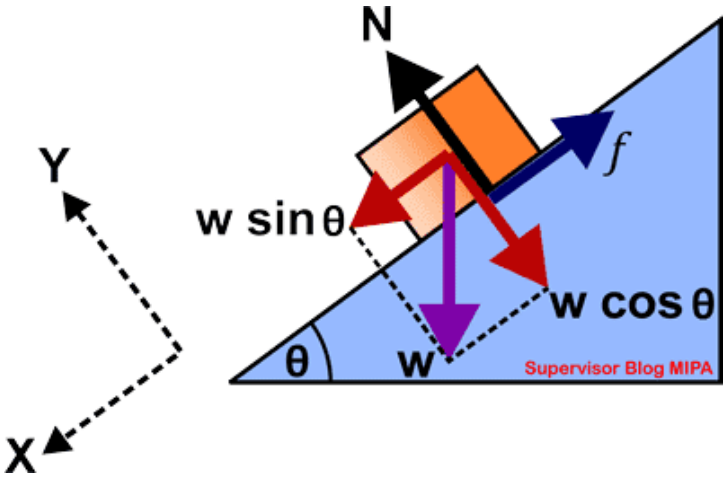
   Gaya gesek kinetik adalah gaya gesek yang terjadi pada saat benda dalam keadaan bergerak. Gaya ini termasuk gaya *dissipatif* yaitu gaya dengan usaha yang dilakukan akan berubah menjadi kalor. Persamaan gaya gesek kinetik adalah:

   $F_{kinetik} = \mu_k$. N

   N = gaya yang diberikan benda

   μ_k = Koefisien gaya gesek kinetik

Koefisien gesek merupakan gaya-gaya yang bekerja pada suatu permukaan yang halus maupun kasar sehingga menimbulkan gesekan. Untuk mengetahui nilai koefisien gaya gesek statis maupun kinetik, maka perlu dilakukan pengujian benda pada sebuah bidang miring dengan menggunakan ketetapan hukum 1 dan 2 Newton. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Diagram gaya

Diketahui :

N = Gaya Normal benda (N)
w = Gaya berat benda (N)
m = Massa benda (kg)
θ = Sudut kemiringan bidang
a = Percepatan benda (m/s^2)
g = Percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

Ditanya : Koefisien gesek kinetik dan statis ?

1. Koefisien gesek statis

   Sebuah benda yang diam pada bidang miring maka benda dikatakan tidak melakukan perpindahan atau diam yang artinya percepatan sama-dengan 0, maka berlaku hukum I Newton sebagai berikut:

   $F_y = 0$

   $N - W \cos\theta = 0$

   $N - mg \cos\theta = 0$

   $N = mg \cos\theta$

   $F_x = 0$

   $W \sin\theta - F_s = 0$

   $mg \sin\theta - \mu_s = 0$

   Karena $N = mg \cos\theta$

Maka

$mg \sin\theta - \mu_s\ mg \cos\theta\ = 0$

$\mu_s\, mg \cos\theta = mg \sin\theta$

$\mu_s = \frac{mg\ \sin\theta}{mg\ \cos\theta}$

Karena $\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \tan\theta$

Maka $\mu_s = \tan\theta$

2. Koefisien gesek kinetik

Sebuah benda yang awalnya diam kemudian berpindah, maka benda tersebut mengalami percepatan saat menuruni sebuah bidang miring dan berlaku hukum II Newton sebagai berikut:

$F_y = ma$

$N - W\ \cos\theta = ma$

$N - mg\ \cos\theta = ma$

Karena tidak ada gerak dalam arah vertikal, maka $a = 0$ sehingga

$N - mg\ \cos\theta = 0$

$N = mg\ \cos\theta$

$F_x = ma$

$mg\ \sin\theta - \mu_\theta\, N = ma$

Karena $N = mg\ \cos\theta$

Maka,

$mg\ \sin\theta - \mu_k\ \ mg\ \sin\theta\ = ma$

$mg\ \sin\theta - \mu_k\ \cos\theta = ma$

$\mu_k\, mg\ \cos\theta = mg\ \sin\theta - ma$

$\mu_k = \frac{mg\ \sin\theta - ma}{mg \cos\theta}$

Atau bisa kita tuliskan sebagai berikut.

$\mu_\theta = \tan\theta - \frac{a}{g\ \cos\theta}$

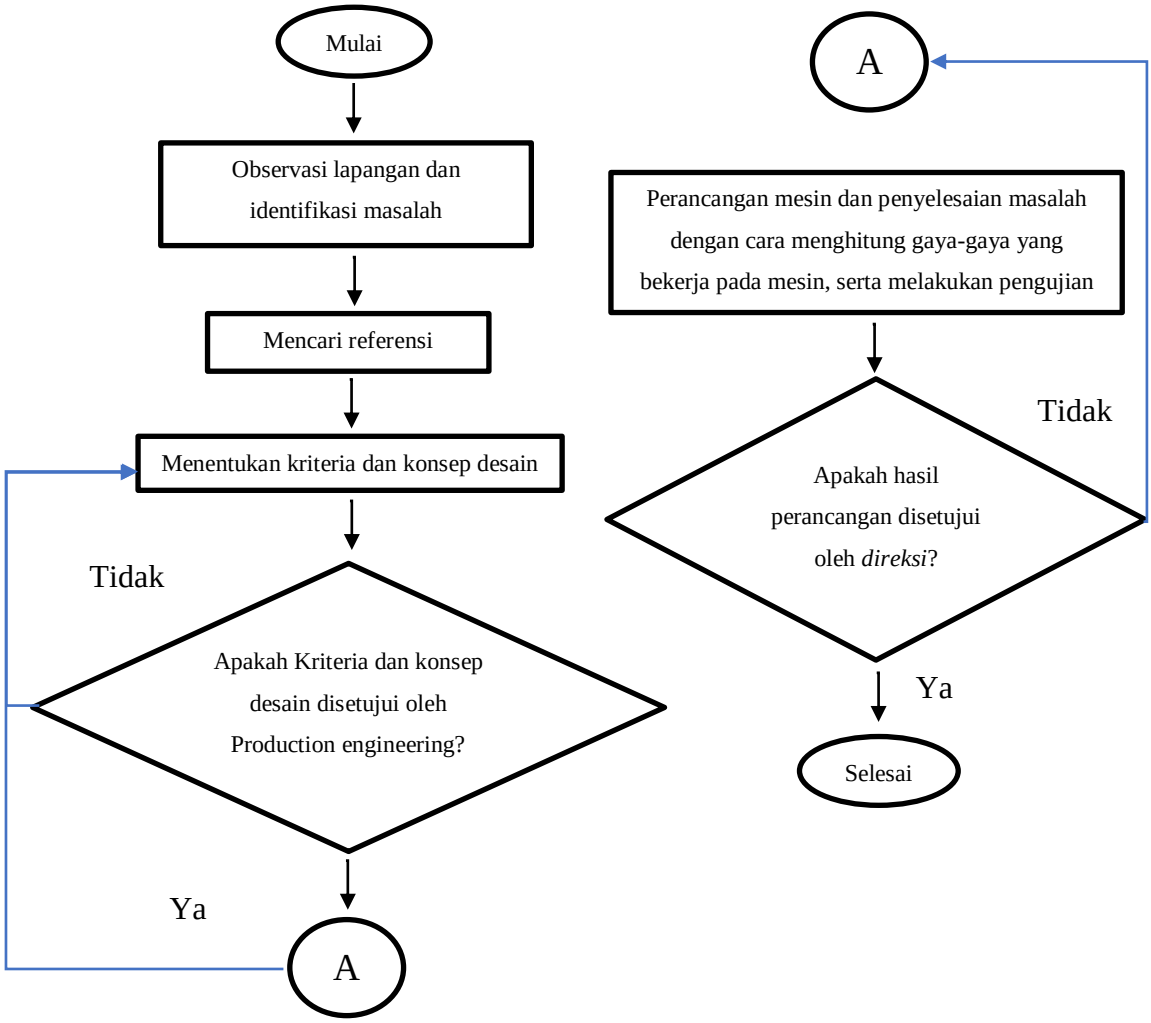
Jadi, besarnya koefisien gesek (kinetik) pada benda yang bergerak di atas bidang miring dapat kita tentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\mu_\theta = \tan\theta - \frac{a}{g\ \cos\theta}$$

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Tahapan pelaksanaan perancangan dapat ditunjukan pada diagram alir perancangan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2 Alat dan B ahan

Peralatan dan bahan merupakan pendukung untuk menyelesaikan tugas akhir. Berikut ini alat dan bahan yang digunakan seperti pada table 3.1 Peralatan perancangan dalam proses merancang sebuah alat.

Tabel 3.1 Peralatan perancangan

No	Nama Alat	Fungsi Alat
1	Laptop	Mendesain mesin menggunakan *Solidwork* 2016 dan juga pengolahan data lapangan.
2	Kamera digital	Mengumpulkan data di lapangan.
3	Meteran dan Mistar	Berfungsi untuk melakukan pengukuran dimensi kabinet dan *layout.*

3.3 Observasi Lapangan dan Pengumpulan Data

Observasi lapangan dilakukan guna mendapatkan data sebagai referensi dalam merancang sebuah alat yang diharapkan dapat menjadi sebuah solusi dalam memecahkan masalah yang ada, untuk itu maka digunakan beberapa metode dalam mencari data dilapangan. Adapun metode yang digunakan dengan cara pengamatan lapangan, melakukan dokumentasi berupa foto, video, pengujian material, serta wawancara langsung dengan kepala kelompok dan operator.

3.3.1 *Sandpaper* (Amplas)

Kelompok kerja *fall board* setiap harinya melakukan proses kerja terhadap *fall board* menggunakan *sandpaper* (amplas) dalam menghaluskan permukaan lebar, *edge* (samping), dan *radius* (sisi lengkung) setelah melalui proses pengecatan guna menghilangkan *orange peel* (kulit jeruk) pada permukaan cat, untuk jenis amplas yang digunakan berupa material dasar kertas dengan kekasaran 240 dan 400 untuk proses dasar kemudian dilanjutkan 600 dan 1.000 untuk melakukan penghalusan yang ditunjukan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Sandpaper* (amplas)

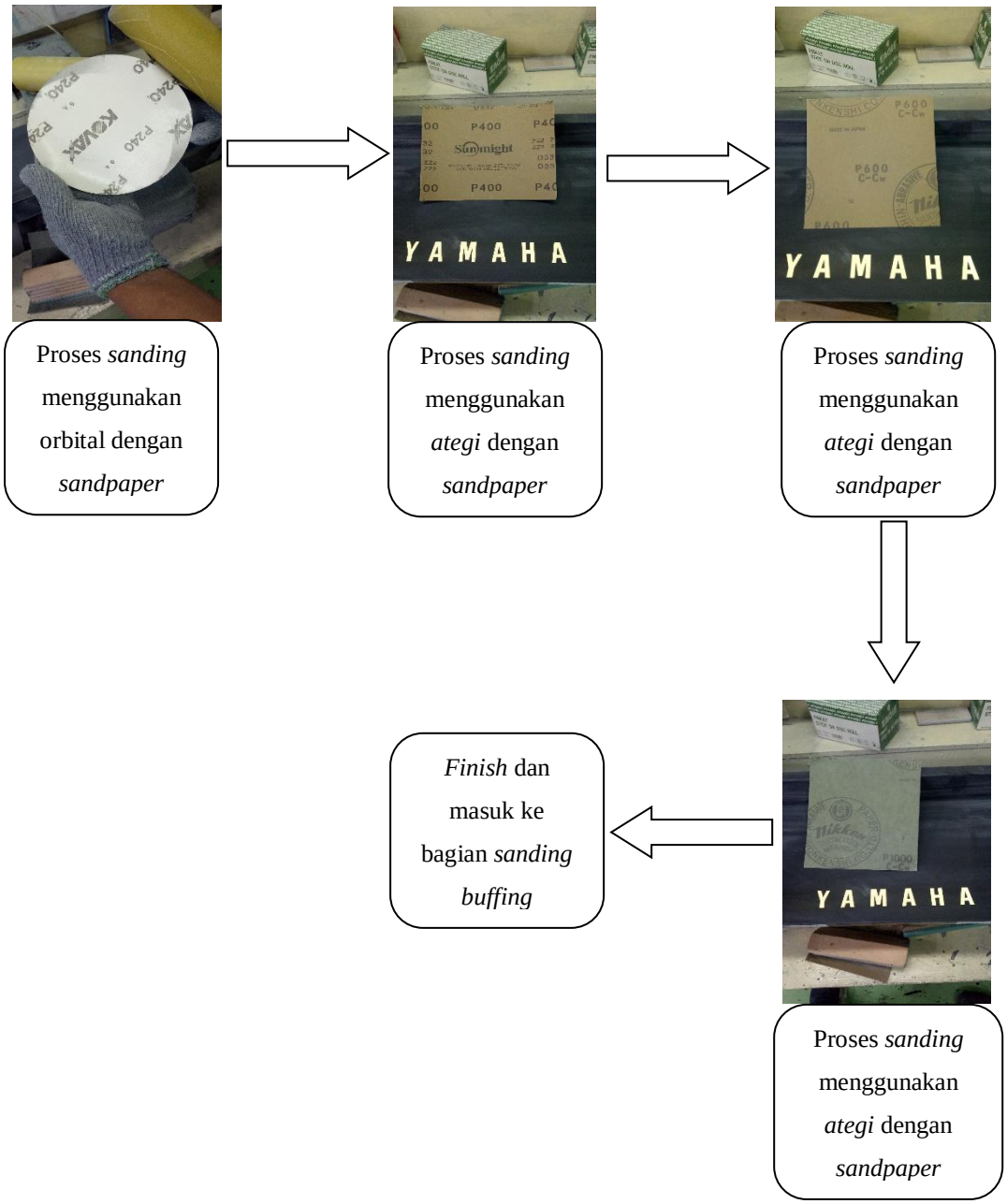
Sumber: Dokumen pribadi

PT Yamaha Indonesia sendiri menggunakan 3 jenis bentuk *sandpaper* yaitu berbentuk gulungan dengan Panjang 4 meter dan 6 meter, berbentuk lembaran bulat dengan diameter 120 mm untuk mesin orbital dan lembaran berbentuk persegi panjang dengan ukuran 125 mm x 150 mm yang mana menggunakan *ategi* sebagai alasnya. Sedangkan untuk *belt sander* sendiri, 1 gulungan *belt sander* dengan panjang 4 meter dapat mengerjakan sebanyak 15 *kabinet fall board.* Adapun jumlah *sandpaper* yang dibutuhkan dalam melakukan proses penghalusan untuk bagian *edge fall board* adalah sebagai berikut:

1. #240 = untuk 5 kabinet *fall board*
2. #400 = menghabiskan 2 lembar untuk 1 kabinet *fall board*
3. #600 = menghabiskan 2 lembar untuk 1 kabinet *fall board*
4. #1000 = menghabiskan 2 lembar untuk 1 kabinet *fall board*

3.3.2 Proses Kerja

Proses kerja kelompok *fall board* terbagi menjadi 2 bagian yaitu pengerjaan menggunakan mesin *belt sander* untuk bagian permukaan lebar dan manual untuk pengerjaan bagian *edge* (sisi samping) dan *radius* (sisi lengkung). Berikut adalah alur proses pengerjaan yang ditujukan pada gambar 3.3 Alur proses *edge fall board* menurut urutan cara memprosesnya:



Gambar 3.3 Alur proses *edge fall board*

Jumlah kabinet *fall board* yang harus diproses oleh kelompok ini dalam sehari sebanyak 70 kabinet yaitu terdiri dari jenis piano *PPR* dan *Grand Piano*. Untuk menghaluskan permukaan lebar *sandpaper* maka *mesin belt sander* hanya membutuhkan 2 jenis *sandpaper* dengan kekasaran 400 dan 600. *Sandpaper* yang digunakan untuk *belt sander* berupa gulungan, sedangkan proses manual

menggunakan *sandpaper* berbentuk lembaran dan masing-masing sisi samping dan lengkung menggunakan 1 lembar *sandpaper* untuk setiap tingkat kekasarannya. Pada proses pengerjaan bagian *edge* (sisi samping) operator dibantu dengan alat berupa mesin *orbital* dan *ategi* sebagai alat pemegang *sandpaper* seperti ditunjukan pada gambar Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Ategi*
Sumber: Dokumen pribadi

Proses pengerjaan *edge fall board* ini masih menggunakan cara manual dikarenakan pada kelompok tersebut tidak memiliki mesin *belt sander* khusus yang dapat mengerjakan bagian *edge fall board.* Ukuran *fall board* yang terlalu panjang menjadi kendala dalam melakukan proses pengerjaan pada mesin yang sudah ada. Kemudian jika melihat mesin *belt sander* yang sudah ada di PT Yamaha Indonesia maka mesin tersebut masih banyak memiliki kekurangan yaitu *belt abrasive* atau *sandpaper* sering terjadi putus pada saat proses pengerjaan penghalusan permukaan *kabinet.* Penyebabnya adalah mesin yang dirancang tersebut tidak melalui tahapan perhitungan terhadap tegangan yang bekerja pada *belt abrasive* tersebut, namun dalam artian pengaturan hanya berdasarkan *trial and error* (coba-coba). Untuk itu perancangan ini dilakukan untuk membuat standarisasi mesin agar *belt abrasive* aman parameter yang digunakan adalah pemberat pada *tensioner*, data tegangan tarik ijin *belt abrasive*, serta pengaruh *torsi* serta gaya gesek kinetik pada *belt abrasive* saat proses pengerjaan yang menyebabkan tegangan tarik. Perhitungan menggunakan data tegangan tarik maksimum dari hasil uji tarik yang dilakukan pada *belt abrasive* yang selanjutnya mencari nilai tegangan tarik ijin *belt abrasive*.

3.3.3 Kabinet

Kelompok kerja *fall board* setiap harinya memproses kabinet *fall board* untuk jenis piano *PPR* dan *grand piano*. Kabinet sendiri adalah sebutan di PT Yamaha Indonesia untuk sebuah *part* seperti pada Gambar 3.5 Kabinet *fall board* yang nantinya akan di *Assembly* menjadi sebuah piano yang utuh.



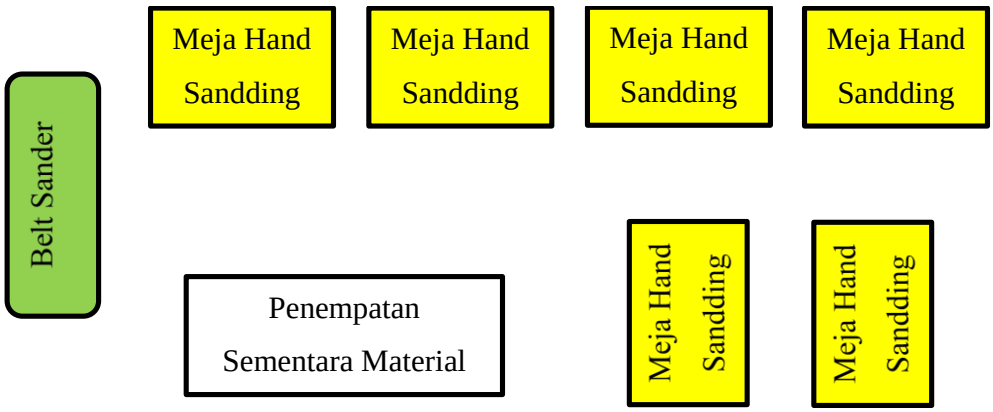
Gambar 3.5 Kabinet f*all board*

Sumber: Dokumen pribadi

Dimensi kabinet *fall board* sendiri terbagi menjadi 2 jenis kabinet yaitu kabinet *grand piano* dengan ukuran 1348 mm x 220 mm dan kabinet *PPR* dengan ukuran 1.390 mm x 190 mm.

3.3.4 *Layout* Kelompok Kerja *Fall Board*

Layout proses kerja pada kelompok *fall board* didapat dengan cara pengukuran secara langsung untuk *layout* sendiri dijelaskan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Layout kerja *fall board*

Kelompok kerja ini terdiri dari 1 mesin *belt sander*, 5 meja kerja *sanding edge fall board* serta tempat penempatan material sementara. Untuk total ukuran *layout* sendiri berkisar lebar 4 meter serta panjang 6,5 meter, sedangkan jika menambah jumlah mesin *belt sander* dan ukuran *layout* yang tersedia yaitu hanya 2 meter lebar dan 1,5 meter panjang, dimana ukuran tersebut adalah ukuran *layout* untuk 1 meja *hand sanding*, sehingga dimensi perancangan harus menyesuaikan dengan ukuran *layout yang* tersedia.

3.3.5 Cacat Produksi

Proses penghalusan cat pada kabinet *fall board* sering terjadi cacat *muke* (cat tergerus habis), cacat ini sendiri paling sering dijumpai pada bagian *edge fall board* karena pada proses penghalusan masih menggunakan metode manual. Untuk perbaikan sendiri terbagi menjadi 2 kategori yaitu cacat ringan dan cacat berat, dimana jika cacat ringan cat hanya perlu di tambal kemudian dilakukan *sanding* ulang tetapi jika cacat berat maka kabinet *fall board* harus memasuki proses kerja sebelumnya yaitu pengecatan dan lama waktu tunggu cat kering sempurna adalah 2 hari. Contoh cacat *muke* pada ditunjukan oleh Gambar 3.7.



Rusak ringan cukup di cor	Rusak ringan cukup di cor	Rusak ringan cukup di cor	Rusak berat harus spray ulang

Gambar 3.7 Contoh cacat m*uke*

Meninjau lebih jauh mengenai apakah perancangan mesin *belt sander* untuk kabinet *fall board* adalah solusi yang tepat, maka dibutuhkan data mengenai jumlah kabinet *fall board* yang mengalami cacat *muke* pada bagian *edge* selama satu bulan berikut ini adalah data cacat *muke* pada *edge fall board* yang tertera pada Tabel 3.2 dan 3.3.

Tabel 3.2 Cacat *muke* pada *edge fall board* kabinet *PPR*

NO	Kabinet PPR	Bulan Desember 2017		
		Muke Edge		
		Spray ulang /Rework (pcs)	Repair (pcs)	Total Produksi
1	FALL BOARD W/K U1 BLAA	9	26	383
2	FALL BOARD YU11 BLAA	2	17	222
3	FALL BOARD W/K U3 BLAA	1	11	85
4	FALL BOARD YU33 BLAA	0	0	3
5	FALL BOARD W/K YUS1-S3 BLAA	8	34	248
6	FALL BOARD W/K YUS5 BLAA	0	3	11
7	FALL BOARD W/K SU7 BLAA	0	0	0
8	FALL BOARD FLAT YC1SH BLAA	0	0	34
	Jumlah	20	91	986
	Jumlah Muke Edge			111
	Rata-Rata Produksi/ hari			31.80645161

Tabel 3.3 Cacat *muke* pada *edge fall board* kabinet *grand piano*

NO	Kabinet GP	Bulan Desember 2017		
		Muke Edge		
		spray ulang /Rework (pcs)	Repair (pcs)	Total Produksi
1	FALL BOARD GB Black	0	0	134
2	FALL BOARD GB. PM	0	0	2
3	FALL BOARD GB. PW	0	0	3
4	FALL BOARD GB FP	0	0	1
5	FALL BOARD GB 1 G	0	0	0
6	FALL BOARD GB 1 PWH	0	0	24
	Jumlah	0	0	164
	Jumlah Muke Edge			0
	Rata-Rata Produksi/ hari			5.290322581

3.3.6 Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia yang dimiliki oleh kelompok *fall board* terdiri dari 11 orang operator 1 KK/WKK dan dibagi menjadi 2 *shift* pagi dan malam, yang mana untuk *shift* pagi terdiri dari 7 orang operator dan malam 4 orang operator. Masing-masing operator bertanggung jawab terhadap mesin yang digunakannya sedangkan seorang KK/WKK bertugas memimpin dan mengarahkan operator. Terkadang seorang KK/WKK juga membantu pekerjaan operator untuk mengejar target produksi.

3.3.7 *Tensioner* (Pengatur Ketegangan *Belt abrasive*)

Tensioner merupakan suatu suatu sistem kerja yang berguna untuk mengatur ketegangan *belt abrasive* (amplas) agar supaya tidak terjadi *slip* dan dapat bekerja pada posisinya. Pada sistem kerja penghubung daya seperti *pulley* dan rantai, *tensioner* otomatis sangatlah dibutuhkan karena tanpa sistem ini maka *pulle*y atau rantai harus diatur berulang kali ketegangannya secara manual dan sangat merepotkan. Adapun sistem kerja *tensioner* otomatis ini mengandalkan gaya momen yang diberikan oleh bandul pemberat berupa besi silinder pejal yang dihubungkan dengan lengan *pulley tensioner* melalui satu titik tumpu berupa *shaft*, sehingga menghasilkan gaya rotasi pada sistem pergerakan naik dan turun sebuah *pulley tensioner*. Faktor yang mempengaruhi sistem kerja t*ensioner* ini adalah jarak titik berat bandul terhadap titik pusat tumpuan begitu dengan jarak

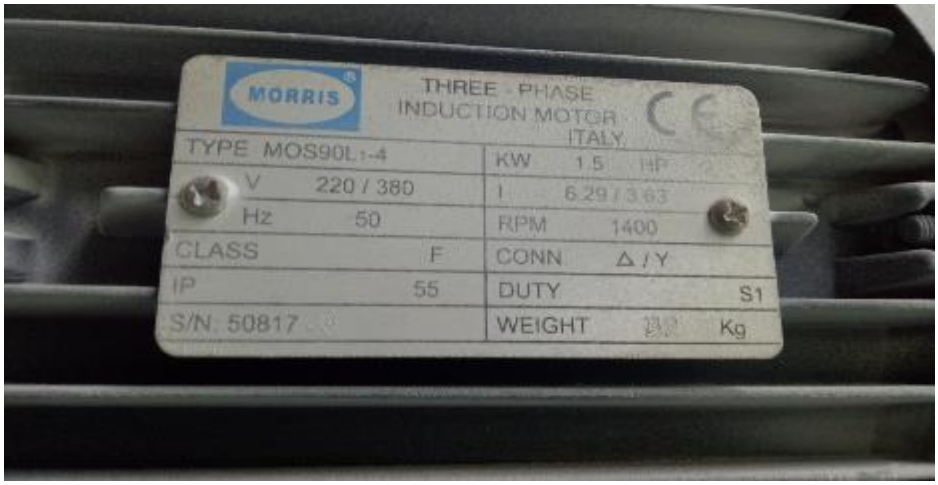
titik pusat *pulley tensioner* terhadap titik pusat tumpuan kemudian dengan berat bandul dan juga berat *pulley tensioner* ditunjukan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Sistem kerja *tensioner*

3.3.8 *Drive Train* (Sistem Penggerak)

Motor induksi 3 fasa adalah sebuah alat penggerak yang biasa digunakan mesin-mesin industri, terutama oleh mesin *belt sander* yang pernah dibuat sebelumnya. Spesifikasi motor yang digunakan ditujukan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Motor induksi 3 fasa

Cara yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam menghaluskan cat, maka semua mesin *belt sander* yang ada diatur menggunakan *inverter* dengan frekuensi 50hz, ditujukan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 *Inverter*
Sumber: Dokumen Pribadi

Selanjutnya untuk menghubungkan daya motor digunakan penghubung tenaga berupa *belt tipe A* yang digerakan oleh *pulley* primer yang menjadi satu dengan motor dengan *pulley* sekunder yang terhubung langsung dengan *pulley* primer pada *belt abrasive* ditunjukan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Pulley* penghubung tenaga

3.4 Kriteria Desain

Dari hasil observasi lapangan yang telah dilakukan dan diskusi yang dilakukan sebelum menetapkan konsep desain, maka dapat ditentukan kriteria desain yang akan dibuat yaitu:

1. Dapat melakukan proses kerja seluruh kabinet *fall board* yang ada sesuai dengan petunjuk kerja.
2. Penggerak menggunakan sistem mekanik yang disalurkan oleh motor 3 fasa.
3. *Belt abrasive* yang dapat diatur ketegangannya.
4. Dapat memproses sudut kabinet.

3.5 Menentukan Konsep Desain Perancangan dan Penyelesaian Masalah

3.5.1 Konsep Desain

Setelah menentukan konsep desain maka tahap selanjutnya yaitu melakukan diskusi dengan pihak manajemen. Dari hasil diskusi maka didapat poin-poin penting yang diinginkan pihak manajemen. deskripsi mesin yang akan dirancang sebagai berikut:

1. Mesin yang dapat memangkas pekerja *shift* malam sebanyak 4 orang
2. Mesin yang dapat mengurangi waktu proses kerja pada saat proses penghalusan *edge fall board.*
3. Pengerjaan dengan mesin *belt sander* diharapkan dapat mengurangi penggunaan *sandpaper*.
4. Mesin yang dapat mengurangi jumlah cacat *muke* pada bagian *edge fall board.*
5. Dimensi mesin *belt sander* tidak boleh melebihi *layout* yang tersedia yaitu 2 meter panjang dan 1.5 meter lebar..
6. *Belt abrasive* yang digunakan harus sama dengan yang sudah ada yaitu, 4 meter panjang.
7. Mesin dirancang dengan memperhitungkan mengenai gaya-gaya yang bekerja pada *belt abrasive* sehingga dapat mengantisipasi putusnya *belt abrasive* saat melakukan kerja.

3.5.2 Melakukan Pengujian Pada *Belt Abrasive*

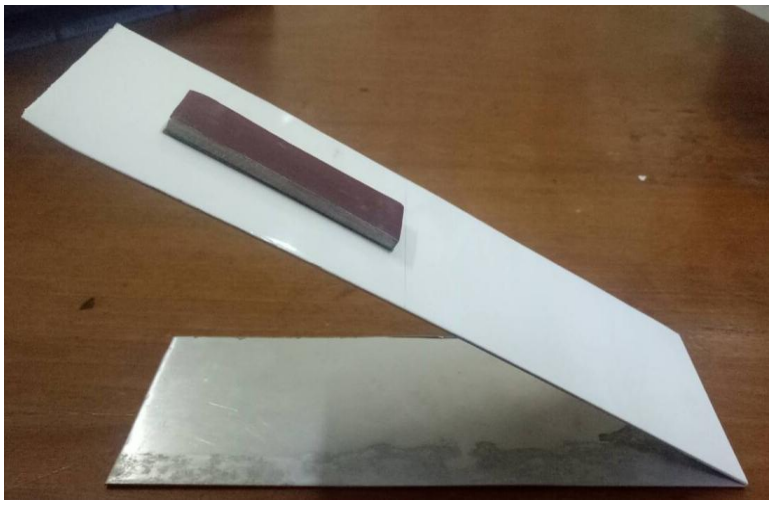
Untuk mengetahui sifat-sifat dari *belt abrasive* yang digunakan, maka perlu dilakukan pengujian-pengujian diantaranya adalah pengujian tarik untuk mengetahui tegangan tarik maksimal yang dimiliki oleh *belt abrasive*, kemudian pengujian gesekan untuk mencari koefisien gesek yang dimiliki oleh *belt abrasive* itu sendiri.

1. Pengujian tarik

   Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Evaluasi Tekstil Universitas Islam Indonesia dengan menggunakan mesin Tenso.300, untuk material *belt abrasive* yang digunakan adalah ukuran 2,5 cm x 30 cm. pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk setiap *grade* yang berbeda dan juga dengan 2 keadaan yaitu keadaan utuh dan sambungan.

2. Pengujian koefisien gesek

   Pengujian gesek dilakukan dengan cara meletakan benda yang telah tempelkan potongan *belt abrasive* dengan massa 14 gram pada sebuah bidang miring dengan sudut 35º. Untuk permukaan bidang miring telah diberi lapisan cat setelah itu menentukan jarak luncur yaitu 120 mm, setelah itu langkah selanjutnya yaitu menghitung waktu yang dibutuhkan benda untuk meluncur pada bidang miring tersebut, langkah ini digunakan untuk mencari percepatan yang dilakukan benda saat menuruni bidang miring. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Pengujian koefisien gesek

3.5.3 Solusi Masalah

Telah dibahas sebelumnya bahwa proses penghalusan cat pada *edge fall board* ini memiliki banyak permasalahan. Untuk menyederhanakan permasalahan yang ada maka perlu dibuat alat bantu berupa mesin *belt sander* agar pekerjaan semakin efektif dan efisien. Sedangkan mesin *belt sander* memiliki kekurangan disaat melakukan proses kerja yaitu sering terjadi putusnya *belt abrasive*. Untuk itu perlu dilakukan analisis perhitungan mengenai *gaya-gaya* yang bekerja pada *belt abrasive* saat melakukan proses kerja. Analisis yang dilakukan untuk menyederhanakan permasalahan terhadap *belt abrasive* pada mesin *belt sander* yaitu:

1. Melakukan uji tarik terhadap *belt abrasive* untuk mengetahui nilai tegangan ijin dan tegangan maksimum yang dimilikinya.
2. Melakukan pengujian koefisien gesek yang dimiliki *belt abrasive* untuk mengetahui gaya gesek kinetik yang terjadi saat dilakukan proses kerja.
3. Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya tegangan tarik terhadap *belt abrasive* diantaranya:
    a. Putaran motor.
    b. Diameter *pulley*.
    c. Berat *ategi*.
    d. Berat *pulley tensioner*.
    e. Panjang lengan momen *pulley tensioner* dan bandul pemberat terhadap titik tumpuan.
    f. Sudut kontak yang terjadi antara *pulley* dan *belt abrasive*.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

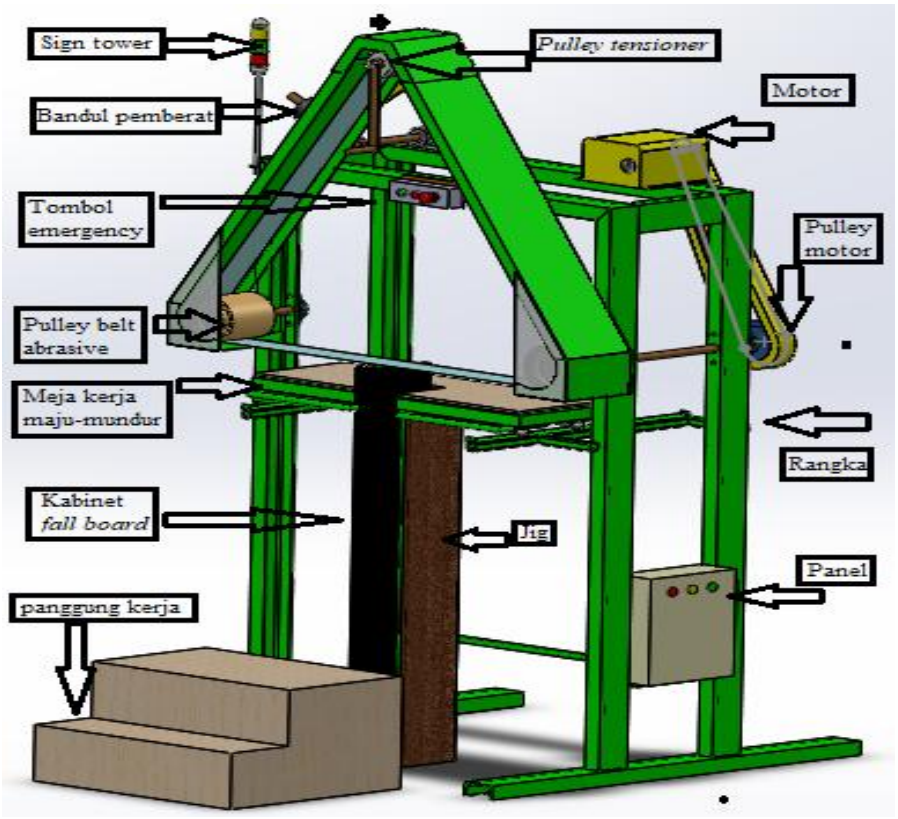
Perancangan mesin *belt sander* ini telah melalui banyak tahapan, hal ini untuk mendapatkan hasil perancangan yang sesuai dengan permintaan *user* maupun direksi. Tahapan yang dimaksud adalah diskusi serta analisis lapangan sebagaimana yang dapat dilihat pada alur penelitian. Terdapat dua tahapan diskusi 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 Hasil Perancangan Mesin *Belt Sander*

Tahap pertama yang dilakukan dalam perancangan adalah menentukan konsep desain yang sesuai dengan kriteria desain yang telah ditentukan. Mekanisme kerja mesin *belt sander* mengacu pada sistem kerja *conveyor*, sistem ini menggerakkan *belt abrasive* melalui 3 *pulley* yang terhubung dengan motor 3 fasa. Untuk menjaga ketegangan *pulley,* maka digunakan *pulley* tensioner yang terhubung dengan bandul pemberat. Dalam melakukan kerja menghaluskan bagian *edge fall board* maka dibutuhkan tenaga manusia yaitu operator untuk melakukan penekanan *belt abrasive* dengan *fall board* menggunakan alat yang disebut *ategi*. Perancangan desain yang selanjutnya dilakukan menggunakan *software Solidworks* 2016. Penggambaran komponen dilakukan dengan ukuran sebenarnya yaitu dengan skala 1:1 sama seperti produk aslinya, yang kemudian hasil perancangan didiskusikan kepada *foreman* dari departemen *facility and fabrication.* Setelah mendapat persetujuan maka tahapan berikutnya adalah melakukan diskusi dengan kepala kelompok, manager *painting, forman facility and fabrication, manager production engineering, general manager*, hingga *vice president* PT Yamaha Indonesia. Setelah melakukan diskusi, maka didapat beberapa masukan untuk perancangan mesin yang telah dilakukan, antara lain:

1. Mesin didesain dengan mengikuti *layout* yang tersedia.
2. Mesin harus tinggi karena ukuran *kabinet fall board* yang panjang.
3. *Belt abrasive* yang digunakan harus menyesuaikan ukuran yang tersedia di PT Yamaha Indonesia
4. Sering terjadinya putus *belt abrasive* saat waktu bekerja juga menjadi permasalahan.
5. Kecepatan motor bekerja harus sesuai standar proses kerja.

Perancangan rangka dilakukan dengan menyesuaikan ukuran *layout* 1.5 m (lebar) dan 2 m (panjang) yang tersedia pada kelompok kerja *fall board* seperti Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil perancangan

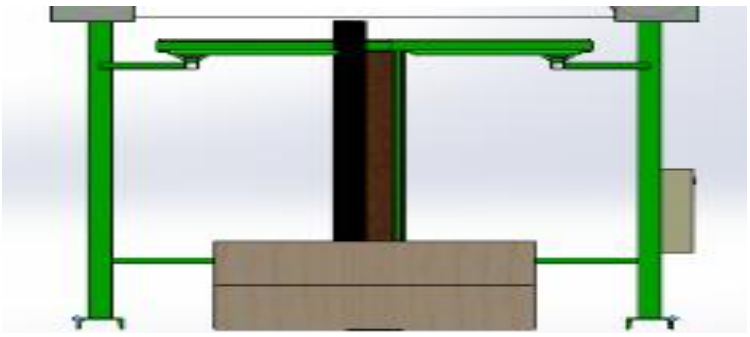
Sumber: Dokumen pribadi

Keterangan:

1. *Sign tower* berfungsi memberi tanda keadaan mesin disaat hidup ataupun mati.

2. Bandul pemberat berfungsi untuk memberi gaya momen untuk *pulley tensioner.*
3. Tombol *emergency* berfungsi untuk menghidupkan ataupun mematikan mesin *belt sander.*
4. *Pulley abrasive* berfungsi untuk menggerakan *belt abrasive* (amplas).
5. Meja kerja berfungsi untuk meletakan benda kerja *kabinet fall board*.
6. *Kabinet fall board* yaitu benda kerja.
7. Panggung kerja berfungsi untuk tempat operator bekerja.
8. *Panel* tempat *electical* mesin.
9. Rangka berfungsi sebagai struktur tempat menempelnya semua komponen pendukung mesin.
10. *Pulley* motor berfungsi untuk mentransfer putaran dari motor *ke pulley belt abrasive.*
11. Motor berfungsi untuk menggerakan *pulley abrasive.*
12. *Pulley tensioner* berfungsi untuk mengatur tegangan *belt abrasive* (amplas)

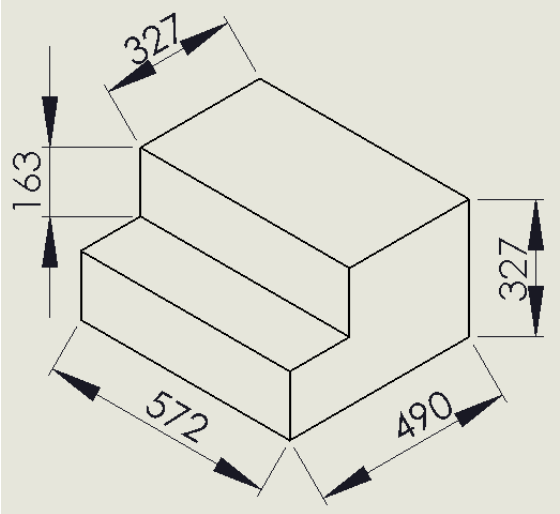
Tinggi rangka mesin ditentukan oleh ukuran terpanjang *fall board* dari jenis piano yang akan diproses, yaitu kabinet *fall board grand piano* yang memiliki ukuran 1348 mm dan juga panjang dari *belt abrasive* (amplas) yang digunakan. Tingginya *fall board* membuat meja kerja mesin harus didesain tinggi seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Meja kerja

Sumber: Dokumen pribadi

Meja kerja tidak hanya didesain tinggi, tetapi juga dapat digerakan maju-mundur dan dapat menempatkan benda kerja yang langsung ditempelkan, sehingga benda kerja mengikuti alur pergerakan meja guna memudahkan proses pengerjaan serta mendapatkan hasil yang rata pada setiap sisi permukaan kabinet yang dihaluskan. Tingginya meja kerja membuat operator mesin harus nyaman dalam bekerja, maka dari itu mesin harus ditambahkan panggung guna meningkatkan *ergonomis* dalam bekerja. Dimensi panggung ditunjukan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Panggung

Sumber: Dokumen pribadi

Panggung dibuat dengan tinggi 400 milimeter agar saat operator melakukan kerja, tinggi *belt abrasive* masih nyaman saat melakukan kerja, sehingga pekerja diharapkan tidak mudah lelah saat melakukan proses kerja penghalusan muka.

4.2 Analisis dan Pembahasan

Analisis yang akan dilakukan pada mesin ini yaitu menghitung efisiensi penggunaan *sandpaper* dengan mesin *belt sander*, menghitung kecepatan *belt abrasive*, cara kerja *tensioner*, menghitung tegangan tarik yang dialami oleh *belt abrasive*, menghitung jarak lengan momen bandul pemberat agar *belt abrasive*

tidak melampaui tegangan maksimum, melakukan uji tarik *belt abrasive*, menghitung tegangan ijin *belt abrasive*.

4.2.1 Menghitung Efisiensi Mesin *Belt Sander*

Menghitung penggunaan *belt abrasive* dengan *sandpaper* lembaran diperlukan untuk membandingkan jumlah *sandpaper* yang dibutuhkan antara proses menggunakan mesin *belt sander* dengan cara manual dalam menyelesaikan target jumlah produksi selama 1 hari yang berjumlah 70 kabinet.

Sandpaper (amplas) yang dihabiskan dalam mengerjakan *edge fall board* dengan cara manual, sebagai berikut:

1. Mesin *orbital* dengan *grade* 240 ⟶ 5 kabinet = 1 lembar
2. *Ategi* dengan *grade* 400 ⟶ 1 kabinet = 2 lembar
3. *Ategi* dengan *grade* 600 ⟶ 1 kabinet = 2 lembar
4. *Ategi* dengan *grade* 1.000 ⟶ 1 kabinet = 2 lembar

Jika diketahui ukuran amplas lembaran berbentuk persegi panjang adalah 140 mm x 115 mm, sedangkan *sandpaper* lembaran berbentuk lingkaran adalah diameter 152 mm, maka cara menghitung efisiensi mesin *belt sander* dilakukan dengan cara menghitung luas permukaan *sandpaper* dibandingkan dengan jumlah produksi yang sama, maka dapat dihitung:

a. *Sandpaper* lembaran berbentuk lingkaran *grade* 240

   1 lembar *sandpaper* untuk mengerjakan 5 kabinet, jika jumlah produksi sebanyak 70, maka jumlah *sandpaper* yang dibutuhkan sebanyak 70/5 adalah 14 lembar

   Luas permukaan = π x r^2

   = 3,14 x 76 x 76

   = 18.136,6 mm^2

   Maka untuk 14 lembar *sandpaper* maka luas permukaan *sandpaper* lingkaran yang digunakan sebanyak 18.136,6 mm^2 x 14 = 253.918,96 mm^2

b. *Sandpaper* lembaran berbentuk persegi panjang *grade* (400, 600,1.000)

   Ukuran *sandpaper* adalah 140 mm x 115 mm

   Untuk 1 kabinet membutuhkan 2 lembar *sandpaper*

   70 kabinet ⟶ 140 lembar

Luas permukaan 140 mm x 115 mm x 140 lembar

Maka luas permukaan adalah 2.254.000 mm²

Proses penghalusan *edge fall board* dengan menggunakan mesin *belt sander*, maka *sandpaper* yang dibutuhkan adalah *grade* 600 dan 1.000. Dalam proses pengerjaan *edge fall board* sebelumnya juga biasa dititipkan pada kelompok kerja lain yang memiliki mesin *belt sander* panggung besar yang menggunakan *belt abrasive* dengan panjang 6.570 mm dan lebar 100 mm untuk mengerjakan 25 kabinet setiap 1 gulungan, maka jika mesin *belt sander* dengan menggunakan panjang *belt abrasive* 4.000 mm, jumlah kabinet yang dapat dikerjakan sebanyak:

1 *belt abrasive* 6.570 mm =25 kabinet

1 *belt abrasive* 4.000 mm = x

6.570x mm = 100.000 mm kabinet

X = 100.000/6.570

X = 15,22 kabinet atau dibulatkan menjadi 15 kabinet

Maka dapat diketahui luas permukaan yang digunakan untuk memproduksi 1 kabinet adalah 4.000 mm x 100 mm/15 kabinet = 26.280 mm²/kabinet

Jika jumlah produksi sebanyak 70 kabinet/hari maka jumlah *belt abrasive* yang dibutuhkan adalah 70 kabinet x 26.280 mm²/kabinet = 1.839.600 mm²

Atau 1.839.600 mm² / 400.000 mm² = 4,56 *belt abrasive* = 5 *belt abrasive*

Total *sandpaper grade* (240, 400, 600, 1000)

253.918 mm² + 2.254.000 mm² + 2.254.000 mm² +2.254.000 mm²

= 7.015.918 mm²

Total luas *belt abrasive* = 1.839.600 + 1.839.600 = 3.679.200 mm²

Efisiensi ⟶ η = (7.015.918 mm² - 3.679.200 mm²) / 7.015.918 mm² x 100%

= 0,4755 x 100%

= 47,55 %

Jika ditinjau dari harga *sandpaper* yang dikeluarkan perusahaan untuk mencapai target produksi, maka perlu membandingkan antara cara manual dan menggunakan mesin *belt sander* dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Harga *sandpaper* (amplas lembaran)

S*andpaper* lembaran berbentuk lingkaran Rp 3.000/lembar

Jika 14 lembar = Rp 42.000

Sandpaper lembaran berbentuk persegi Panjang Rp1.050/lembar

Untuk masing-masing *grade* membutuhkan 140 lembar

(140 x 3) Rp 1050 = Rp 441.000

Maka total biaya = Rp 441.000 + Rp 42.000 = Rp 483.000

b. Harga *belt abrasive* per meter adalah Rp 9.000

Jika 1 gulungan berukuran = 4 meter

= 9.000 x 4 meter

=Rp 36.000

Target produksi per hari membutuhkan 5 gulung *belt sander*

Sandpaper pada setiap *grade*-nya, maka:

600 dan 1.000 *grade sandpaper* masing-masing 5 gulung = 10 gulungan

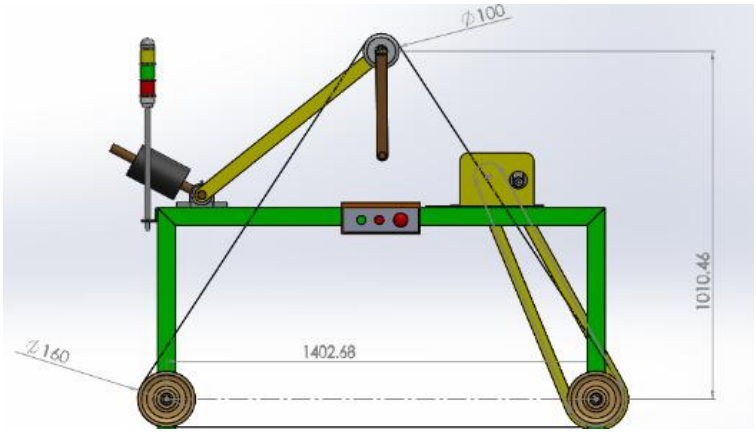
Maka: Rp 36.000 x 10 gulungan = Rp 360.000

Maka efisiensi harga: (Rp 483.000 - Rp 360.000) / Rp 483.000 x 100%

= 25,5 %

4.2.2 Menghitung Kecepatan *Belt Abrasive*

Belt abrasive yang digunakan pada mesin ini yaitu menggunakan *sandpaper* gulungan yang disambung sehingga membentuk seperti sabuk, kemudian *belt abrasive* ini digerakan oleh tiga *pulley* yaitu *pulley* primer, *pulley* sekunder dan *pulley tensioner*, untuk ukuran diameter *pulley* primer dan sekunder mengacu pada lebar rangka dan panjangnya *belt abrasive* yang ditunjukan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Belt sander*

Sumber: Dokumen pribadi

Belt abrasive digerakan oleh *pulley* primer kemudian menarik *pulley* sekunder, sedangkan tegangan *belt abrasive* diatur menggunakan sebuah *pulley tensioner* yang dapat bergerak naik turun akibat gaya momen yang diberikan oleh bandul pemberat. *Pulley* primer digerakan oleh motor listrik dengan spesifikasi pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Motor induksi

Sumber: Dokumen pribadi

Motor yang digunakan adalah motor induksi yang diatur oleh sistem *inverter*. Untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam menghaluskan cat, maka semua mesin *belt sander* yang ada diatur menggunakan *inverter* dengan frekuensi 50 Hz yang ditunjukan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Inverter*

Sumber: Dokumen Pribadi

Motor yang digunakan memiliki jumlah kutub 4, dan 3 fasa kemudian diberikan frekuensi sebesar 50 Hz, maka dapat dihitung kecepatan motor dalam rotasi per menit (rpm).

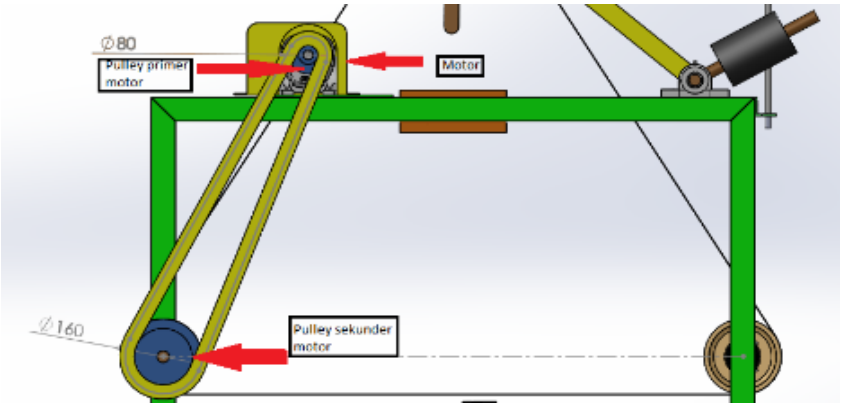
$$N_s = 120\ x\ \frac{f}{p}$$

Dimana 120 adalah konstanta, f adalah frekuensi, dan p adalah jumlah kutub motor, maka:

$$N_s\ \ rpm\ \ = 120\ x\ \frac{f}{p}$$

= 1.500 rpm

Jadi dapat diketahui bahwa kecepatan motor adalah 1.500 rpm yang kemudian kecepatan tersebut dikonversi lagi dengan menggunakan *pulley* dan *V belt* (sabuk berbentuk V) untuk menggerakan *pulley* primer pada *belt* abrasive dengan perbandingan 1:2, dimana 2 putaran *pulley* primer pada motor sama dengan 1 kali putaran *pulley* sekunder yang terhubung dengan *pulley* primer *belt abrasive* yang ditunjukan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Sistem transmisi motor

Sumber: Dokumen pribadi

Setelah mengetahui bahwa kecepatan motor adalah 1.500 rpm, maka dapat diketahui kecepatan *belt abrasive* dengan parameter perbandingan primer dan sekunder dengan perhitungan sebagai berikut:

Kecepatan motor x Diameter *pulley* primer motor = Kecepatan *belt abrasive* x Diameter *pulley* sekunder motor

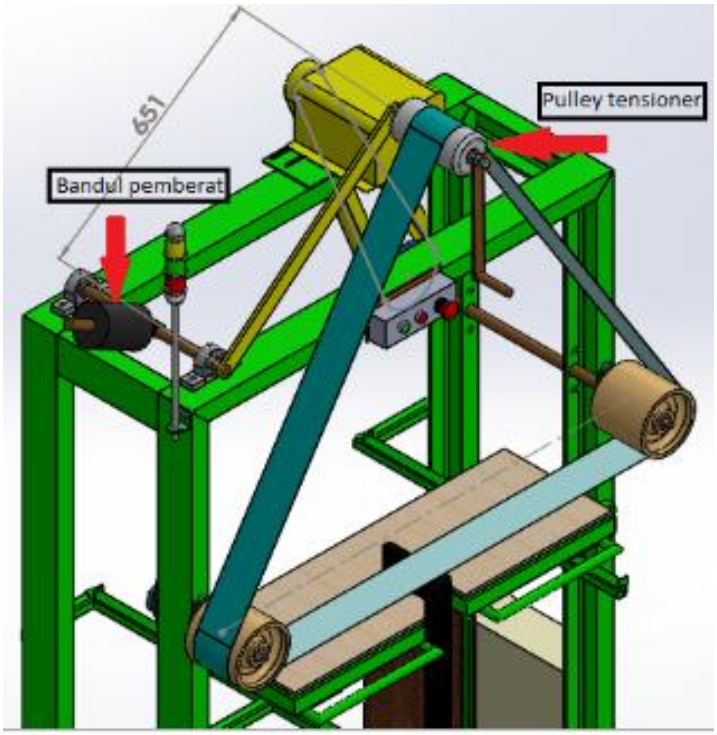
1.500 rpm x 80 mm = Kecepatan *belt abrasive* x 160 mm

1.500 rpm = Kecepatan *belt abrasive* x 2

Kecepatan *belt abrasive* = 750 rpm

4.2.3 Cara Kerja *Pulley Tensioner*

Pulley tensioner digunakan untuk mengatur tegangan pada *belt abrasive*, yang mana sistem kerja *belt tensioner* ini dapat bergerak naik turun, *pulley tensioner* ini dapat turun jika *belt abrasive* diberi beban melebihi gaya momen yang diberikan oleh bandul pemberat. Jadi *pulley tensioner* ini terhubung oleh satu titik tumpu, dimana titik tumpu ini berbentuk *shaft* yang saling menghubungkan antara *pulley tensioner* dengan bandul pemberat yang ditunjukan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Belt tensioner*

Sumber: Dokumen pribadi

Gambar diatas menunjukan bahwa jarak lengan *pulley tensioner* pada titik tumpu (shaft) adalah 300 mm, angka tersebut dipilih agar pergerakan naik dan turun *pulley tensioner* dalam bentuk relatif lebih vertikal. Kemudian jarak titik berat bandul pemberat dengan titik tumpu (shaft) dan bandul pemberat akan ditentukan berdasarkan hasil pengujian tarik *belt abrasive*.

4.2.4 Menghitung Gesekan *Belt Brasive* Terhadap Benda Kerja

Proses penghalusan benda kerja dilakukan dengan menggesekan benda kerja dengan *belt abrasive* yang berjalan terus menerus dan diberi tekanan oleh operator menggunakan sebuah alat yang sering disebut *ategi*. Dengan memberi tekanan pada *belt abrasive*, maka terjadi gesekan antara benda kerja dan material *belt abrasive* tersebut. Untuk mencari koefsien gesek yang dimiliki oleh *belt abrasive grade* 600 dan 1.000 maka perlu dilakukan pengujian dan perhitungan. Data yang didapatkan dari pengujian kemudian digunakan untuk melakukan

perhitungan mengenai gaya gesek yang terjadi saat melakukan proses kerja, berikut adalah pengujian yang dilakukan:

Pengujian dilakukan dengan menggunakan sebuah benda bermasa 14 gram yang telah diberi potongan *belt abrasive* 600 dan 1.000, kemudian diletakan pada sebuah bidang miring dengan kemiringan 35º. Langkah selanjutnya benda tersebut di letakan pada posisi 120 mm dari ujung sudut kemiringan, kemudian dihitung waktu yang diperlukan benda untuk menuruni bidang miring tersebut. Hasil yang didapat dijabarkan pada tabel 4-1 pengujian material *belt abrasive* pada bidang miring 35º.

Table 4.1 Pengujian koefisien gesek *belt abrasive*

Jarak tempuh	pengujian	Waktu yang dibutuhkan (s)	
		P1.000-WA-Cw	P600-WA-Cw
120 mm	1	0.53	0.58
	2	0.56	0.58
	3	0.53	0.67
	4	0.5	0.76
	5	0.5	0.61
Rata-rata		0.524	0.64

Data tabel diatas dapat digunakan untuk menghitung percepatan benda menuruni bidang miring yang telah dilapisi cat.

Diketahui:

$S = Jarak\ tempuh$

$a = Percepatan$a

$t = Waktu\ rata - rata$

$V_0 = Kecepatan\ awal$

Ditanya: Percepatan

1. Percepatan benda dengan PA1000-WA-Cw

   $S = V_0\ x\ t + {}^{1}{}_{2}\ a\ x\ t^2$

   $0{,}12\ m = 0\ x\ 0{,}524 + {}^{1}{}_{2}\ a\ x\ 0{,}524^2$

   $0{,}12\ m = 0 + {}^{1}{}_{2}\ a\ x\ 274$

   $0{,}24\ m\ {}_{0{,}274} = a$

   $a = 0{,}86\ {}^{m}{}_{s}$

2. Percepatan benda dengan PA600-WA-Cw

$$S = V_0 \, x \, t + \frac{1}{2} \, a \, x \, t^2$$

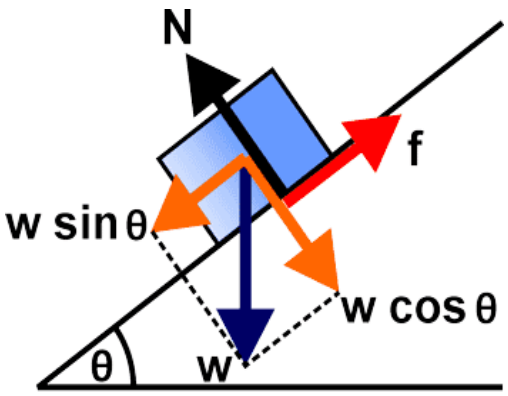
$$0{,}12 \, m = 0 \, x \, 0{,}64 + \frac{1}{2} \, a \, x \, 0{,}64^2$$

$$0{,}12 \, m = 0 + \frac{1}{2} \, a \, x \, 0{,}4$$

$$0{,}24 \, m \; {}_{0{,}4} = a$$

$$a = 0{,}6 \; \frac{m}{s}$$

Setelah nilai percepatan didapatkan, maka langkah selanjutnya adalah mencari koefisien gesek yang dimiliki oleh material *belt abrasive* tersebut, diketehui bahwa benda memiliki percepatan, maka dapat dikatakakan benda melakukan gerak lurus berubah beraturan (GLBB) yang akan dijelaskan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Diagram gaya kerja pada benda

Karena dalam proses penghalusan yang dilakukan *belt abrasive* menggesek benda kerja, maka gaya gesek yang perlu diketahui adalah gaya gesek kinetik, berikut langkah-langkah mencari koefisien gesek kinetik pada *belt abrasive grade* 600 dan 1000.

Diketahui:

$N = Gaya \; normal$

$W = Massa \; benda$

$g = Percepatan \; gravitasi \quad 9{,}8 \; \frac{m}{s^2}$

Ditanya:

μ_k= Koefisien gesek kinetik?

Pada sumbu-Y, berlaku Hukum I Newton, yaitu sebagai berikut.

$F_y = 0$

$N - W\ x\ \cos\theta = 0$

$N = W\ x\ \cos\theta$

$N = m\ x\ g\ x\ \cos\theta$

Pada sumbu-X, berlaku Hukum II Newton, yaitu sebagai berikut.

$F_x = m\ x\ a$

$W\ x\ \sin\theta - f = m\ x\ a$

$m\ x\ g\ \sin\theta - \mu_k\ x\ N = m\ x\ a$

$m\ x\ g\ \sin\theta - \mu_k\ x\ m\ x\ g\ x\ \cos\theta = m\ x\ a$

$\mu_k\ x\ m\ x\ g\ x\ \cos\theta = m\ x\ g\ x\ \sin\theta - m\ x\ a$

$\mu_k\ x\ g\ x\ \cos\theta = g\ x\ \sin\theta - a$

Koefisien gesek pada *belt abrasive grade* 1000 sebagai berikut:

$\mu_k\ x\ \ 10\ \ x\ \ \cos 35^\circ\ \ =\ \ \ 10\ \ x\ (\sin 35^\circ) - 0{,}86$

$\mu_k\ x\ \ 10\ \ x\ \ 0{,}819\ \ =\ \ 10\ \ x\ \ 0{,}573\ \ - 0{,}86$

$8{,}19\mu_k = 5{,}73 - 0{,}86$

$8{,}19\mu_k = 4{,}93$

$\mu_k = \frac{4{,}93}{8{,}19}$

μ_k = 0,6

Jadi, koefisien gesekan antara benda dengan bidang adalah 0,6.

Koefisien gesek pada *belt abrasive grade* 600 sebagai berikut:

$\mu_k\ x\ \ 10\ \ x\ \ \cos 35^\circ\ \ =\ \ \ 10\ \ x\ (\sin 35^\circ) - 0{,}6$

$\mu_k\ x\ \ 10\ \ x\ \ 0{,}819\ \ =\ \ 10\ \ x\ \ 0{,}573\ \ - 0{,}6$

$8{,}19\mu_k = 5{,}73 - 0{,}6$

$8{,}19\mu_k = 5{,}13$

$\mu_k = \frac{5{,}13}{8{,}19}$

μ_k = 0,63

Jadi, koefisien gesekan antara benda dengan bidang adalah 0,63.

Tahap selanjutnya ialah menentukan besarnya gaya gesek kinetik yang dialami oleh *belt abrasive* saat melakukan proses kerja, berikut perhitungan gaya gesek kinetik *belt abrasive* akibat diberi beban oleh operator dan masa *ategi*. Masa *ategi* adalah 1,7 k_g

Gaya normal = Massa *ategi* + gaya yang diberikan operator x gravitasi

Asumsikan massa *ategi* + gaya yang diberikan operator adalah 3 kg, maka

Gaya normal = $3k_g \; x \; 10 \; \frac{m}{s^2}$

= 30 N

Gaya gesek kinetik = $\mu_k \; x \; P_a \; x \; A$

μ_k = koefisien gesek kinetik

p_a = gaya per satuan luas

A = Luas penampang yang bergesekan (luas penampang *edge fall board*)

p_a = Gaya normal/luas penampang *ategi*

p_a = 30 N / (100 mm x 200 mm)

p_a = 0,0015 N/mm²

A = 4900 mm²

Maka gaya gesek kinetik yang terjadi pada benda kerja dan *belt abrasive* saat melakukan kerja adalah:

Gaya gesek kinetik = $0{,}63 \; x \; 0{,}0015 \; \frac{N}{mm^2} \; x \; 4900 \; mm^2$

= 4,63 N

Anggap saja koefisien gesek *belt abrasive grade* 600 dan 1000 adalah sama dikarenakan nilainya juga tidak terpaut jauh besarannya.

4.2.5 Menghitung Tegangan Tarik Pada *Belt Abrasive*

Perhitungan tegangan yang terjadi pada *belt abrasive* dilakukan dengan parameter sebagai berikut:

Diketahui:

$D_1 = D_2 => 160 \; mm$

$D_3 = 100 \; mm$

Putaran motor $=> 1500 \; rpm$

Power motor $=> 1{,}5 \; Kw \; , 2 \; HP$

Panjang lengan *pulley* kecil terhadap titik tumpu $=> 300\ mm$

Koefisien gesek $=> 0{,}22$

Ukuran *belt* $=> L = 100\ mm,\ t = 0{,}2\ mm, P = 4000\ mm$

Massa *roller tensioner* = 4 kg atau 40 N

Massa *ategi* (penekan amplas saat melakukan kerja) = 1,7 kg

Massa *ategi* ditambah gaya yang diberikan operator dapat diasumsikan 30 N

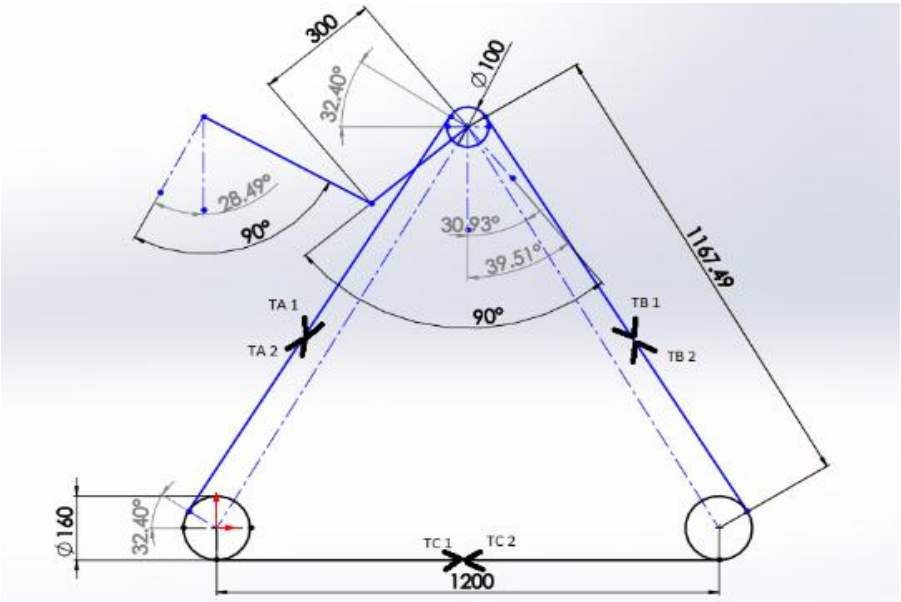
Berat bandul *tensioner* 27 kg atau 270 N

Koefisien gesek kinetik *belt abrasive grade* 600 dan 1000 diasumsikan 0,63

Slip pada *belt* motor sebesar 1,2 %

Slip belt abrasive pada *pulley* penggerak sebesar 10 %

Perhatikan gambar 4.10 sebagai sketsa kerja *belt abrasive* saat terkena beban kerja.



Gambar 4.10 Sketsa kerja b*elt abrasive*

Gambar diatas maka dapat dilakukan perhitungan untuk mencari Panjang lengan bandul pemberat agar gaya yang bekerja sama dengan nol (0) sehingga tidak melebihi beban maksimum yang diijinkan oleh *belt abrasive*.

Kecepatan *belt*

$$V = \frac{\pi\ D_1 N_2}{60} - \frac{\pi\ D_1 N_2}{60}\ x\ \frac{s_1}{100}$$

$$V = \frac{3{,}14 \text{ x } 0{,}16 \text{ m x } 750 \text{ rpm}}{60}$$

$= 6{,}28\ \frac{m}{s}$

$V_{slip} = V\ (1 - \frac{1{,}2}{100})$

$= 6{,}28\ \frac{m}{s}\ x\ 0{,}988$

$= 6{,}2\ \frac{m}{s}$

Kecepatan *belt abrasive* pada *pulley* dapat diasumsikan *slip* sebesar 10% dikarenakan bahan *belt* adalah kertas yang langsung bersinggungan dengan *pulley* besi yang kemudian pada *belt abrasive* juga mendapat tahanan dari *ategi* selaku penekan *belt* untuk proses penghalusan cat.

$V_{belt\ abrasive} = V_{slip}\ \ 1 - \frac{10}{100}$

$= 6.2\ \frac{m}{2}\ x\ 0{,}9$

$= 5{,}58\ \frac{m}{s}$

Putaran *pulley* yang digerakan adalah

$$\frac{\pi\ x\ D_{pulley\ abrasive}\ x\ N_{Pulley\ yang\ digerakan}}{60}$$

$V_{belt\ abrasive} = 5{,}58\ \frac{m}{s}\ x\ 60 = 3{,}14\ x\ 0{,}16\ x\ N_{pulley\ yang\ digerakkan}$

$N_{pulley\ yang\ digerakan} = \frac{334{,}8\ \frac{m}{s}}{0{,}5}$

$= 669{,}6\ rpm$

Luas penampang *belt*:

$A = L\ x\ t$

$= 0{,}2\ mm\ x\ 100\ mm$

$= 20\ mm$

Torsi pada poros *pulley* penggerak = $\frac{\text{Power transmited } X\ 60}{2\ \text{x}\ Л\ \text{x}\ 669{,}6\ \text{rpm}}$

$= \frac{1500\ watt\ x\ 60}{2\ x\ 3.14\ x\ 669{,}6\ rpm}$

$= \frac{90000\ watt}{4205\ rpm}$

$= 21{,}4\ N_m$

Torsi pada *pulley belt abrasive* penggerak

$T_1 - T_2 \;\; r_{pulley\ penggerak} = 21{,}4\ N_m$

$T_1 - T_2 \;\; = \frac{21{,}4\ N_m}{0{,}08\ m}$

$T_1 - T_2 \;\; = 267{,}5\ N$

Sudut kontak antara *belt* dan *pulley*

$$\sin\theta = \frac{\mathrm{R1-R2}}{x} => \frac{80\mathrm{mm}-50\mathrm{mm}}{1167{,}5mm}$$

$\alpha = 1{,}5^{\circ}$

$\theta = 180^{\circ} - 2\alpha => \; 180^{\circ} - \;\; 2 - 1{,}5^{\circ} \;\; = 177^{\circ}$

$$=> \; 177^{\circ}\, x \; \frac{\pi}{180^{\circ}} => 3{,}08\ rad$$

Tarikan pada *belt*

$2{,}3\ log \;\; \frac{T_1}{T_2} \;\; = \mu\, x\, \theta$

$log \;\; \frac{T_1}{T_2} \;\; = 0{,}22\ x \;\; \frac{3{,}08}{2{,}3}$

$\frac{T_1}{T_2} \;\; = 1{,}97$

Maka didapatkan nilai T_1 dan T_2

$\frac{T_1}{T_2} \;\; = 1{,}97 => \; T_1 \; = 1{,}97\, T_2$

$T_1 - T_2 \;\; = 267{,}N$

$1{,}97\, T_2 - \; T_2 = 267{,}5\ N$

$T_2 = \frac{267{,}5\ \mathrm{N}}{0{,}97} => \; T_2 = 267{,}5\ N$

Dengan begitu didapatkan nilai tegangan pada sisi *tight* dan *slack*

$T_1 \;\; Sisi\ taight \;\; = 543{,}3\ N \;\; T_A = T_B$

$T_c \;\; sisi\ slack \;\; = 267{,}5\ N\ (TC)$

Dari perhitungan diatas mengenai gaya gesek kinetik yang terjadi antara *belt abrasive* dengan benda kerja maka, tegangan yang terjadi pada *belt abrasive* adalah penjumlahan tegangan T_1 dan gaya gesek yang terjadi. Semua tegangan

yang terjadi antara T_1 dan T_2 dianggap sama yaitu tegangan maksimum dikarenakan sifat kerja *belt* saat bekerja terjadi kondisi kendur dan kencang.

$$T_1, = T_1 + F_s$$
$$= 43{,}3\ N + 4{,}63\ N$$
$$= 547{,}93\ N$$

Setelah mendapat gaya gesek kinetik, maka hal yang perlu dipertimbangkan selanjutnya adalah betambahnya tegangan pada *belt abrasive* akibat gaya yang diberikan oleh operator dan *ategi* pada saat melakukan proses kerja, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.11.

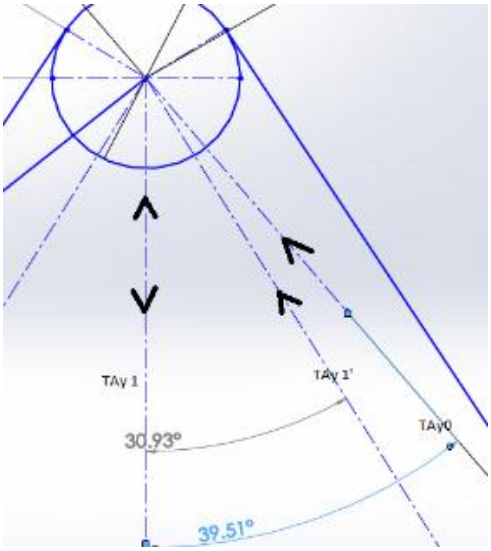


Gambar 4.11 Massa *ategi*

Dikarenakan sudut yang terbentuk pada *belt abrasive* terhadap benda kerja saat melakukan proses pengerjaan terlalu kecil, yaitu 1,69º maka gaya tarik yang terjadi terlalu kecil. Untuk itu gaya tarik ini dapat diabaikan.

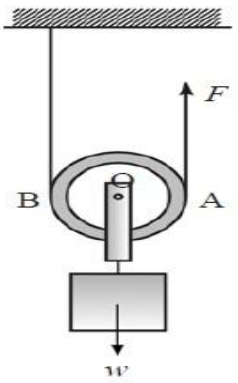
4.2.6 Menghitung Jarak Lengan Momen Bandul Pemberat

Tensioner digunakan untuk mengatur tegangan pada *belt abrasive agar* tetap konsisten, gaya yang dibutuhkan *tensioner* ditentukan oleh Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Gaya pada bandul pemberat

Sistem kerja *tensioner* ini sama seperti sistem kerja katrol bebas, gaya yang diterima oleh katrol adalah dua kali gaya pada tegangan *belt*, seperti Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Katrol bebas

Keterangan:

$W = 2f$

Tegangan tarik yang terjadi pada *belt abrasaive* saat melakukan kerja, dapat diketahui dengan melakukan analisis dengan perhitungan sebagai berikut:

Diketahui:

$T_{AY1"}$ = Tegangan tarik yang terjadi pada *belt abrasive*

T_{AY1} = Gaya arah atas pada *pulley tensioner*

T_{AY0} = Arah gaya tegak lurus terhadap batang *pulley tensioner*

T_{AYY0} = Gaya arah atas *pulley tensioner* tanpa massa *pulley tensioner*

$T_{AYY0'}$ = Massa *pulley tensioner*

T_{AY1} = 2 TAy1'

M_{Y1} = Gaya arah kebawah massa bandul pemberat

M_{Y2} = Gaya tegak lurus batang bandul pemberat

a = jarak antara titik tumpu batang bandul pemberat dengan titik pusat massa bandul pemberat

b = jarak antara titik tumpu dengan titik pusat massa *pulley tensioner*

Ditanya:

Jarak antara titik tumpu batang bandul pemberat dengan titik pusat massa bandul pemberat atau (a) ?

$T_{AY1} = T_{A1'} x \cos\theta$

$= 547{,}93 \cos 30{,}93$

$= 470\ N$

Sesuai dengan rumus pada katrol bebas, besarnya gaya searah sumbu vertikal yang dialami oleh katrol adalah 2 kali gaya pada tali sehingga rumusnya adalah:

$W = 2F$

$T_{AYY0} = 470\ N\ x\ 2$

$= 940\ N$

Gaya yang terjadi pada T_{A1} dipengaruhi oleh beberapa gaya lainnya dengan arah yang berlawanan, yaitu:

1. $T_{AYY0'}$ = Massa *pulley tensioner*
2. Massa ategi diabaikan karena sudut yang terbentuk oleh *belt abrasive* saat dilakukan penekanan hanya sebesar 1,69º.

$T_{AYY0\ arah\ atas} = T_{AY1} - T_{AYY0'\ arah\ bawah\ (massa\ pulley\ tensioner)}$

$T_{AYY0} = 940\ N - 40\ N$

$T_{AYY0} = 900\ N$

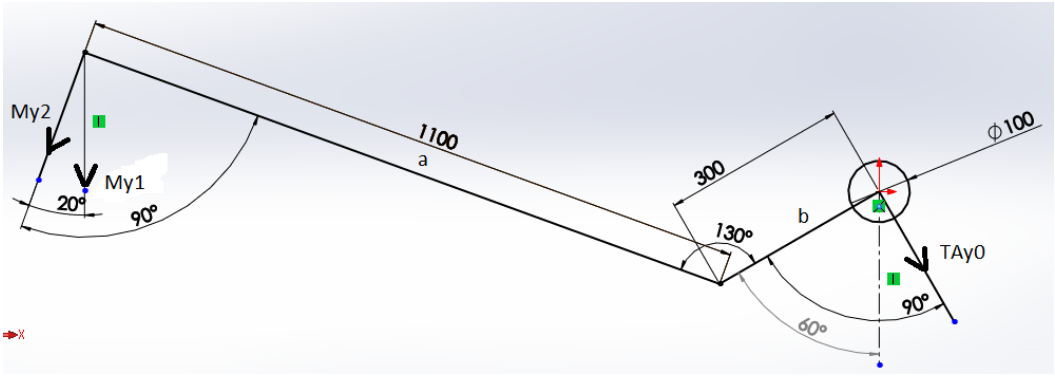
$T_{AY0} = T_{AYY0} \cos\theta$

$= 900\ N\ \cos 39{,}51^{\circ}$

$= 900\ N\ x\ 0{,}771$

$= 693{,}9\ N\ atau\ 694N$

Maka dari sini dapat di hitung jarak yang dibutuhkan oleh bandul pemberat untuk mengimbangi gaya yang bekerja pada *pulley tensioner* seperti pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Momen pada batang pemberat dan *roller tensioner*

Besarnya gaya M_{Y2}

$M_{Y2} = M_{Y1}\ \cos 20^{\circ}$

$M_{Y2} = 270\ N\ x\ 0{,}94$

$M_{Y2} = 253\ N$

$m = 0$

$T_{AY0}\ x\ \mathrm{b} - T_{AY0}\ x\ \mathrm{a} = 0$

$694\ N\ x\ 0{,}3\ m = 253{,}7\ N\ x\ \mathrm{a}$

$\mathrm{a} = \dfrac{208{,}2\ N_m}{253{,}7\ \mathrm{N}}$

$\mathrm{a} = 0{,}82\ m\ atau\ 820\ mm$

4.3 Melakukan Uji Tarik *Belt Abrasive*

Hasil pengujian tarik yang dilakukan terhadap *belt abrasive* dengan *grade* 600 dan 1.000 pada ukuran panjang 150 mm, lebar 25 mm, dan tebal 0,2 mm baik

pada *belt abrasive* utuh maupun pada sambungan dan didapat hasil sebagai berikut:

1. *Belt abrasive* utuh *grade* 600 dan 1.000

Table 4.2 Hasil uji tarik *belt abrasive* utuh

Kode sampel	**Uji ke**	**Nilai Uji Kekuatan Tarik dan Mulur *Abrasive Paper***	
		Kekuatan Tarik (N)	**Mulur (%)**
P 600-WA-Cw	1	410,059	3,533
	2	458,127	4,533
	3	413,982	3,80
	4	464,994	4,133
	5	413,001	3,733
Nilai Rata-rata		432,032	3,946
P 1.000-WA-Cw	1	442,431	3,733
	2	441,45	3,733
	3	451,26	3,666
	4	431,64	3,866
	5	422,811	3,533
Nilai Rata-rata		437,918	3,706

2. *Belt abrasive* pada sambungan dengan *grade* 600 dan 1.000

Table 4.3 Hasil uji tarik *belt abrasive* dengan sambungan bersudut 120º

Kode sampel	Uji ke	Nilai Uji Kekuatan Tarik dan Mulur *Abrasive Paper*	
		Kekuatan Tarik (N)	Mulur (%)
P 600-WA-Cw	1	331,578	2,466
	2	330,597	2,40
	3	320,787	2,60
	4	329,616	2,333
	5	320,787	2,266
Nilai Rata-rata		326,673	2,413
P 1.000-WA-Cw	1	410,058	2,866
	2	400,248	2,80
	3	374,742	2,733
	4	383,571	2,80
	5	416,925	3,133
Nilai Rata-rata		397,109	2,866

4.4 Menghitung Tegangan Ijin *Belt Abrasive*

Setelah melakukan pengujian tarik terhadap *belt abrasive* dengan keadaan utuh maupun sambungan, maka dapat dihitung kekuatan tarik maksimum dan tegangan ijin yang dimiliki *belt abrasive*, sebagai berikut:

1. *Belt abrasive* utuh P600-WA-Cw

   Dimensi uji tarik = 150 mm, 25mm, 0,2 mm

   Nilai rata-rata tegangan maksimum = 432,032 N/5mm² = 86,4 N/mm²

   Luas penampang asli *belt abrasive* = 100 mm x 0,2 mm = 20 mm²

   Maka nilai tegangan tarik maksimum yang dimiliki *belt abrasive* adalah sebagai berikut:

   $$\sigma_{Max} = 86{,}4 \ {}^{N}_{mm^2} \ x \ 20 \ mm^2$$

   $$= 1728{,}128 \ N$$

   Jika diambil nilai keamanan adalah 2, nilai tegangan tarik ijin adalah:

   $$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma \text{ max}}{2}$$

   $$= 1728{,}128 \ {}^{N}_{2}$$

   $$= 864{,}064 \ N$$

2. *Belt abrasive* utuh P1000-WA-Cw

Dimensi uji tarik $= 150\ mm, 25\ mm, 0{,}2\ mm$

Nilai rata-rata tegangan maksimum $= 437{,}918\ \frac{N}{mm^2} = 87{,}6\ \frac{N}{mm^2}$

Luas penampang asli *belt abrasive* $= 100\ mm\ x\ 0{,}2\ mm = 20\ mm^2$

Maka nilai tegangan tarik maksimum yang dimiliki *belt abrasive* adalah sebagai berikut:

$\sigma_{max} = 87{,}6\ \frac{N}{mm^2}\ x\ 20\ mm^2$

$= 1.752\ N$

Jika diambil nilai keamanan adalah 2, nilai tegangan tarik ijin adalah:

$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma\ \max}{2}$

$= 1.752\ \frac{N}{2}$

$= 876\ N$

3. *Belt abrasive* sambungan P600-WA-Cw

Dimensi uji tarik $= 150\ mm, 25\ mm, 0{,}2\ mm$

Nilai rata-rata tegangan maksimum $= 326{,}673\ \frac{N}{mm^2} = 65{,}33\ \frac{N}{mm^2}$

Luas penampang asli *belt abrasive* $= 100\ mm\ x\ 0{,}2\ mm = 20\ mm^2$

Maka nilai tegangan tarik maksimum yang dimiliki *belt abrasive* adalah sebagai berikut:

$\sigma_{max} = 65{,}33\ \frac{N}{mm^2}\ x\ 20\ mm^2$

$= 1.306.6\ N$

Jika diambil nilai keamanan adalah 2, nilai tegangan tarik ijin adalah:

$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma\ \max}{2}$

$= 1.306{,}6\ \frac{N}{2}$

$= 653{,}3\ N$

4. *Belt abrasive* sambungan P1000-WA-Cw

Dimensi uji tarik $= 150\ mm, 25\ mm, 0{,}2\ mm$

Nilai rata-rata tegangan maksimum $= 397{,}109\ ^{N}_{mm^2} = 79{,}42\ ^{N}_{mm^2}$

Luas penampang asli *belt abrasive* $= 100\ mm\ x\ 0{,}2\ mm = 20\ mm^2$

Maka nilai tegangan tarik maksimum yang dimiliki *belt abrasive* adalah sebagai

berikut:

$$\sigma_{max} = 79{,}42\ ^{N}_{mm^2}\ x\ 20\ mm^2$$
$$= 1.588{,}4\ N$$

Jika diambil nilai keamanan adalah 2, nilai tegangan tarik ijin adalah:

$$\sigma_{ijin} = \frac{\sigma\ \max}{2}$$
$$= 1.588{,}4\ ^{N}_{2}$$
$$= 794{,}2\ N$$

Berdasarkan data yang sudah didapatkan, maka dapat diperkirakan bahwa *belt abrasive* akan aman jika tegangan yang yang terjadi akibat perputaran *pulley* dan juga tegangan yang diberikan oleh *tensioner* tidak melebihi tegangan ijin. Sifat *belt abrasive* yang bekerja dengan cara diputar kemudian digesekan kebenda kerja, maka kemungkinan terbesar adalah terjadi pengikisan terhadap bahan *abrasive* ataupun bahan pelekat *abrasive* yaitu kertas, kekuatan tarik ijin akan bertahan disaat ketebalan *belt abrasive* masih diatas 0,1 mm, karena disaat ketebalan belt abrasive kurang dari 0,1 mm maka kemungkinan terbesar adalah *belt abrasive* akan putus, faktor lain yang menyebabkan *belt abrasive* akan aman digunakan adalah faktor ketegangan daripada *belt abrasive* yang disebabkan oleh gaya tarik bandul *tensioner* yang besarannya diatur oleh lengan bandul pemberat, untuk itu batasan tegangan aman yang harus diberikan bandul pemberat sesuai jarak pengaturnya adalah sebagai berikut :

Pada pengujian tarik yang telah dilakukan didapat bahwa tegangan tarik ijin terendah adalah pada *belt abrasive* sambungan, yaitu P600-WA-Cw yang bernilai 653,3 N. Nilai ini menjadi parameter keamanan dari kekagalan kerja *belt abrasive*, untuk itu jarak nilai lengan pemberat bandul menjadi faktor utama penentuan tegangan yang terjadi dari *belt abrasive* tersebut. Dengan mengacu

pada gambar 3.12 dan 3.14, maka jarak lengan bandul dapat dihitung sebagai berikut:

Tegangan yang diijinkan = tegangan tarik ijin minimum + gaya gesek

$T_1, = T_1 + F_s$

$= 653{,}3N + 4{,}63\ N$

$= 547{,}93\ N$

$T_{AY1} = T_{A1}, x\ \cos\theta$

$= 657{,}93\ \cos 30{,}93$

$= 564{,}4\ N\ x = 1.128{,}8\ N$ (nilai 2 didapat dari rumus W=2F sama seperti katrol bebas)

Maka nilai T_{AYY0} arah atas adalah dua kali $T_{A1},$ yang mana gaya yang bekerja pada T_{AYY0} arah atas $=T_{AY1} - T_{AYY0},$ arah bawah (massa *pulley tensioner*)

$T_{AYY0} = 1.128{,}8\ N - 40\ N$

$T_{AYY0} = 1.088{,}8\ N$

$T_{AY0} = T_{AYY0}\ \cos\theta$

$= N\ \cos 39{,}51^{\circ}$

$= 1.088{,}8\ N\ x\ 0{,}771$

$= 839{,}5\ N$

Maka dari sini dapat di hitung jarak yang dibutuhkan oleh bandul pemberat untuk mengimbangi gaya yang bekerja pada *pulley tensioner* sebagai berikut:

Besarnya gaya M_{Y2}

$M_{Y2} = M_{Y1}\ \cos 20^{\circ}$

$M_{Y2} = 270\ N\ x\ 0{,}94$

$M_{Y2} = 253\ N$

$m = 0$

$T_{AY0}\ x\ \text{b} - T_{AY0}\ x\ \text{a} = 0$

$839{,}5\ N\ x\ 0{,}3\ m = 253{,}7\ N\ x\ \text{a}$

$\text{a} = \frac{251{,}85\ N_m}{253{,}7\ \text{N}}$

$\text{a} = 0{,}99\ m\ atau\ 990\ mm$

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Mesin *belt sander* ini dirancang untuk melakukan proses kerja penghalusan cat terhadap bagian *edge fall board.* Dengan mekanisme menempelkan *belt abrasive* yang berputar dengan benda kerja sehingga dapat melakukan proses kerja yang efisien.
2. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka sistem kerja mesin *belt sander* dapat diketahui sebagai berikut:
   a. Tegangan tarik *belt abrasive* saat melakukan kerja 547,93 N
   b. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka jarak ideal lengan bandul pemberat terhadap titik tumpu sebesar 820 mm
   c. Hasil uji tarik *belt abrasive* P600-WA-Cw pada sisi sambungan yaitu 1306,6 N tegangan tarik maksimum dan 653,5 N tegangan tarik ijin.
   d. Berdasarkanhasil perhitungan yang telah dilakukan, maka jarak maksimum lengan bandul pemberat terhadap titik tumpu sebesar 990 mm
3. Mesin *belt sander* sangat dibutuhkan karena dengan menggunakan mesin ini dapat menekan biaya penggunaan *sandpaper* sebesar 25,5% dan dapat menekan jumlah penggunaan sandpaper sebesar 47,55%

5.2 Saran pada Penelitian Selanjutnya

1. Pengumpulan data kerugian yang dialami oleh PT Yamaha Indonesia akibat putusnya *belt abrasive* saat melakukan proses kerja.
2. Meningkatkan kerjasama tim baik dari teknik mesin dan teknik industri agar proses *kaizen* yang dilakukan menjadi maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Brown, T.H, Jr., 2005, *Marks' Calculations for Machine Design,* McGraw-Hill companies, New York.

Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., 1982, *Text Books of Machine Design*, Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar, New Delhi 110055.

Shigley, J.E., and Mischke, C.R., 1996, *Standard Handbook of Machine Design*, McGraw-Hill companies, New York.

Niemann Gustaf, 2006, Elemen Mesin I, Jakarta: Erlangga

Mott, Robert L. 2009. *Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis Buku 1*. Yogyakarta: Andi.

Uicker John Joseph, G. R. Pennock, Joseph Edward Shigley, 2003, *Theory of Machines and Mechanisms,* England: Oxford University

Parekh, Rakesh. 2003. AC Induction Motor Fundamentals. USA: Microchip Tech.inc.