PERANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* UNTUK MENINGKATKAN SISTEM KERJA PEMBELAHAN *KEYBLOCK* PADA KELOMPOK PRODUKSI *SILENT UP* PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri

Disusun oleh :

Nama Mahasiswa : Noor Fazri Putra

NIM : 12525017

NIRM : 2012010428

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah yang maha segalanya, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya cantumkan sumbernya. Apabila dikemudian hari terbukti pengakuan saya tidak benar serta melanggar peraturan yang sah dalam hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 1 Desember 2016

Noor Fazri Putra
12525017

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PERANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* UNTUK MENINGKATKAN SISTEM KERJA PEMBELAHAN *KEYBLOCK* PADA KELOMPOK PRODUKSI *SILENT UP* PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

NOOR FAZRI PUTRA

NIM. 12 525017

NIRM 2012010428

Yogyakarta, 16 Febuari 2017

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* UNTUK MENINGKATKAN SISTEM KERJA PEMBELAHAN *KEYBLOCK* PADA KELOMPOK PRODUKSI *SILENT UP* PT. YAMAHA INDONESIA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

NOOR FAZRI PUTRA

NIM. 12 525 017

NIRM 2012010428

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra, M. Eng.	
Ketua	Tanggal : 17 Maret 2017
Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.	
Anggota I	Tanggal : 17 Maret 2017
Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.	
Anggota II	Tanggal : 16 Maret 2017

Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Universitas Islam Indonesia

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Allhamdulillahirobbil'alamin

Saya persembahkan karya ini untuk

Superhero of a life time, ayahku Syodriani, SE

Wanita paling tangguh, ibuku tercinta Sulastri

Almamaterku Universitas Islam Indonesia

Seluruh keluarga besar HMTM LEM FTI UII

PT. Yamaha Indonesia

dan Setiap sudut Kota Jakarta yang menyembunyikan cerita

MOTTO

“Belajarlah mendoakan, ketika keinginan menjadi tabu untuk diucapkan.”

“Segala sesuatu akan baik-baik saja ketika dijalani dengan sabar, maka bersabarlah!”

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” QS. Al-Insyirah,6-8)

"Tiadanya keyakinanlah yang membuat orang takut menghadapi tantangan; dan saya percaya pada diri saya sendiri."
(Muhammad Ali)

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

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. : 289 /YI/ PKL /VIII /2016

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

Nama	: NOOR FAZRI PUTRA
Nomor Induk Mahasiswa	: 12525017
Jurusan	: TEKNIK MESIN
Fakultas	: TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat	: UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA -YOGYAKARTA

Telah menyelesaikan program Internship selama 6 bulan disertai penelitian untuk kerja praktek dan skripsi. Penelitian dilaksanakan mulai Tanggal 29 Februari 2016 sampai dengan Tanggal 31 Agustus 2016. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 31 Agustus 2016

HRD Department
PT. YAMAHA INDONESIA

Kalkausar Chand
Manager

CC: - Arsip

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT. yang telah memberikan kemampuan untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Serta sholawat dan salam tak lupa penulis curahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa cahaya dan aksara kepada umatnya.

Laporan Tugas Akhir ini dibuat setelah penulis selesai melakukan penelitian dalam rangka menunaikan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Mesin. Selama pelaksanaannya penulis banyak memperoleh ilmu pengetahuan, bimbingan, koreksi, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis sampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan motivasi atas terselesaikannya laporan ini. Dengan demikian penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas rahmat dan hidayah yang diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan seluruh proses pembuatan skripsi ini.
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 Program Studi Teknik Mesin FTI UII.
4. Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputraselaku pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, motivasi,serta bimbingan dalam penyusunan laporan ini.
5. Kedua orangtua, Syodriyani. SE dan Sulastri, terimakasih banyak atas doa, dukungan, dan kehadirannya yang senantiasa menghibur dalam suasana apapun.
6. Adikku tercinta Adhania Putri dan Riyanda Priyaga, dan segenap keluarga besar Hj. Erna yang senantiasa memberikan doa dan dukungannya.
7. Seluruh pihak PT. Yamaha Indonesia, Pak Syam, Pak Sutoyo, Pak Slamet, Pak Oleh, Mas Panji, dan operator *silent up* mas Rizky yang senantiasa sabar menjawab setiap pertanyaan penulis selama pengumpulan data.
8. Teman seperjuangan Habi, Raga, dan Cisron yang selalu duduk berdampingan selama enam bulan di PT. Yamaha Indonesia.
9. Kawan-kawan Teknik Industri Adi, Titsnurset, Yonas, Dedi, dan Ustadz Ali, yang selalu mendapatkan dukungan dari kalian dan memberikan solusi dalam penulisan laporan. Terbaik!
10. Teman-teman magang Polman Bandung Batch 2 atas canda dan tawa selama penelitian yang penulis lakukan.
11. Saudari Ririn Indrianing Putri yang selalu memberikan semangat, ocehan, peringatan, dan omelan tentang pembuatan laporan penelitian.
12. Kawan-kawan posko wacana, Apartemen BA-06 unit 18 Heru, Sugeng, dan Sandi yang senantiasa memberikan dukungan dalam pembuatan laporan.

13. Saudara Bana Yasin dan Saudari Wini yang telah banyak membantu dalam pembuatan laporan penelitian, terima kasih banyak atas bantuannya dalam pemberian materinya.
14. Teman kontrakan Achmad. R, dan Dedi Gede yang selalu memberikan semangat berupa pertanyaan-pertanyaan kapan sidang.
15. Semua teman - teman Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia angkatan 2012 semoga kalian sukses semua kawan.
16. Keluarga besar Himpunan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. buktikanlah kalau kalian emang yang terbaik! Salam Solidarity Forever!

Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal sholeh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Amin.

Yogyakarta, 1 Desember2016

Noor Fazri Putra

PERANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* UNTUK MENINGKATKAN SISTEM KERJA PEMBELAHAN *KEYBLOCK* PADA KELOMPOK PRODUKSI *SILENT UP* DI PT. YAMAHA INDONESIA

(Noor Fazri Putra)

ABSTRAKSI

Permasalahan banyaknya kekurangan pada mesin belah keyblock yang ada pada kelompok kerja Silent UP menyebabkan perlu dilakukannya analisis khusus. Hal tersebut berkaitan dengan penerapan sistem kaizen di perusahaan sehingga perlu dilakukan perancangan mesin yang lebih efektif dan inovatif untuk proses pembelahan keyblock.Sistem kerja mesin saat ini dilakukan secara manual, menyebabkan operator melakukan beberapa gerakan yang tidak perlu serta menyisakan limbah yang cukup banyak. Untuk menghilangkan gerakan-gerakan tidak perlu, mengurangi limbah hasil proses pembelahan, serta sebagai bentuk implementasi kaizen di lantai produksi maka perlu dilakukan analisis perancangan mesin belah keyblock dengan menerapkan sistem pneumatik sebagai upaya perbaikan sistem kerja manual menjadi semi otomatis. Penelitian ini menghasilkan rancangan mesin belah keyblock yang dapat mengurangi gerakan tidak perlu pada operator, menurunkan waktu proses, serta menghilangkan sisa limbah tanpa mengurangi aspek kenyamanan dan kemanan lingkungan mesin dan operator.

Kata kunci : *desain mesin, kaizen,pemborosan, sistem otomasi, sistem pneumatik*

DESIGN OF *KEYBLOCK* CUTTING MACHINE TO IMPROVE *KEYBLOCK* CUTTING WORKING SYSTEM ON THE SILENT UP PRODUCTION GROUP IN PT. YAMAHA INDONESIA

(Noor Fazri Putra)

ABSTRACT

Problems relating to the many shortcomings in the existing keyblock cutting machine related to the application of kaizen system in the company so it necessary to do more effective and innovative machine design for the keyblock cutting process. Machine working system that is currently done manually cause the operator to do some unnecessary movements and leaves considerable waste. To eliminate unnecessary movement, reduce the waste from cutting process and as a implementation of kaizen on the production floor so it is necessary to do keyblock cutting machine analysis by applying pneumatic system to improve the working system from manual to semi-automatic. This research resulted in the design of the keyblock cutting machine which can reduce unnecessary movement from the operator, decrease processing time and eliminating residual waste without compromising comfort and safety aspects of the operator and the machine environment.

Keywords: *machine design, kaizen, waste, automation systems, pneumatic systems*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL I
PERNYATAAN KEASLIAN II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI IV
HALAMAN PERSEMBAHAN V
MOTTO VI
SURAT KETERANGAN PENELITIAN VII
KATA PENGANTAR VIII
ABSTRAKSI X
DAFTAR ISI XII
DAFTAR GAMBAR XIV
DAFTAR TABEL XV
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 LATAR BELAKANG 1
1.2 RUMUSAN MASALAH 2
1.3 BATASAN MASALAH 2
1.4 TUJUAN PENELITIAN 3
1.5 MANFAAT PENELITIAN 3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 KAJIAN PUSTAKA 4
2.2 COMPUTER AIDED DESIGN (CAD) 4
2.2 *SOFTWARE* SOLIDWORKS 5
2.3 SISTEM OTOMASI 7
2.4 SISTEM PNEUMATIK 8
2.5 KOMPONEN PNEUMATIK 10
2.6 PENGGUNAAN PNEUMATIK 11
2.7 *KAIZEN* 12
2.7.1 Konsep Utama Kaizen 13
2.7.2 Penghapusan Muda (Pemborosan) 15
2.7.3 Prinsip 5S dalam Budaya Kerja 16
2.8 *PERHITUNGAN PADA SILINDER PNEUMATIK* 17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 19
3.1 ALUR PENELITIAN 19
3.2 PERALATAN 19
3.3 KABINET KEYBLOCK 22
3.4 SISTEM KERJA MESIN BELAH *KEYBLOCK* (BEFORE) 22
3.5 MENENTUKAN KONSEP RANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* 25
3.6 SISTEM KERJA MESIN BELAH *KEYBLOCK* (AFTER) 26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 28
4.1 ANALISIS PERANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* 28

4.1.1 Analisis Perancangan Mesin pada Diskusi ke-1 ..... *28*
4.1.2 Analisis Perancangan Mesin pada Diskusi ke-2 ..... *29*
4.1.3 Analisis Perancangan Mesin pada Diskusi ke-3 ..... *30*
4.2 MODIFIKASI SALURAN PEMBUANGAN LIMBAH *KEYBLOCK* 31
4.3 PENGARUH RANCANGAN MESIN BARU TERHADAP SISTEM KERJA 33
4.4 PERHITUNGAN SILINDER PNEUMATIK 44
4.5 BILL OF MATERIAL 38
BAB V PENUTUP 40
5.1 KESIMPULAN 40
5.2 SARAN 40
DAFTAR PUSTAKA XVI
LAMPIRAN XVII

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.1 COMPUTER AIDED DESIGN 5
GAMBAR 2.2 TAMPILAN DARI SOLIDWORKS 6
GAMBAR 2.3 SISTEM PNEUMATIK SEDERHANA 9
GAMBAR 2.4 SIKLUS PDCA DAN SIKLUS SDCA 14
GAMBAR 3.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN 20
GAMBAR 3.2 ALAT UKUR YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN 21
GAMBAR 3.3 KAMERA DAN *HANDYCAM* YANG DIGUNAKAN DALAM PEELITIAN 21
GAMBAR 3.4 *AIR CYLINDER* 22
GAMBAR 3.5 KABINET *KEYBLOCK* 22
GAMBAR 3.6 MESIN BELAH *KEYBLOCK* DI PT. YAMAHA INDONESIA 23
GAMBAR 3.7 *KEYBLOCK* 23
GAMBAR 3.8 JIG 24
GAMBAR 3.9 DUDUKAN BENDA KERJA DAN *TABLE BASE* 24
GAMBAR 3.10 SALURAN PEMBUANGAN 24
GAMBAR 3.11 SISTEM KERJA MESIN SEBELUM PERBAIKAN 26
GAMBAR 3.12 RANCANGAN MESIN BELAH *KEYBLOCK* 27
GAMBAR 3.13 DUDUKAN BENDA KERJA DAN SILINDER *LOCK* 28
GAMBAR 3.14 SISTEM KERJA MESIN SETELAH PERBAIKAN 28
GAMBAR 4.1 DESAIN PERTAMA 29
GAMBAR 4.2 DESAIN KEDUA 30
GAMBAR 4.3 DESAIN *FIX* 31
GAMBAR 4.4 SALURAN PEMBUANGAN LIMBAH 32

DAFTAR TABEL

TABEL 4. 1 PERHITUNGAN WAKTU PROSES 32
TABEL 4. 2 ELEMEN KERJA PADA MESIN SEBELUM DIMODIFIKASI 33
TABEL 4. 3 IDENTIFIKASI BERAT BEBAN 34
TABEL 4. 4 TABEL HASIL REKAPITULASI 37
TABEL 4. 5 *BILL OF MATERIAL* (BOM) *MECHANICAL* 38
TABEL 4. 6 *BILL OF MATERIAL* (BOM) *MACHINING* 38
TABEL 4. 7 *BILL OF MATERIAL* (BOM) *ELECTRICAL* 39

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kaizen adalah suatu sistem yang banyak diterapkan di industri manufaktur dalam tujuannya untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi perusahaan. *Kaizen* sendiri berasal dari bahasa Jepang yaitu "Kai" yang berarti "Berubah" dan "Zen" yang berarti "baik", sehingga *Kaizen* dapat diartikan sebagai perubahan secara terus menerus untuk menjadi lebih baik. Perubahan yang diharapkan oleh perusahaan ialah dari segi kualitas, biaya, dan *delivery* (Ryan Krista, 2010).

Salah satu bentuk implementasi *Kaizen* di perusahaan yaitu dengan menerapkan sistem otomasi. Sistem otomasi adalah proses yang secara otomatis mengontrol operasi dan perlengkapan mekanik atau elektronika yang dapat mengganti manusia dalam mengamati dan mengambil keputusan (Imran Oktariawan, 2013). Dengan mengimplementasikan sistem otomasi, mesin produksi yang semula beroperasi secara manual dapat dikembangkan menjadi mesin semi otomatis maupun *full* otomatis sehingga produk yang dihasilkan lebih baik dari segi kualitas, waktu, serta biaya yang diperlukan. Salah satu bentuk implementasi dari sistem otomasi ialah dengan sistem pneumatik, yaitu teori atau pengetahuan mengenai udara yang bergerak. Pneumatik dapat diartikan terisi udara atau digerakkan udara mampat (Thomas Krist, 1993).

PT. Yamaha Indonesia adalah perusahaan yang memproduksi alat musik piano terbesar di Indonesia yang menerapkan aktivitas *kaizen* untuk mendukung setiap kegiatan produksi yang berhubungan langsung dengan efektifitas dan efisiensi dari segi pengembangan kualitas, waktu distribusi, biaya, keselamatan, dan keamanan lingkungan. Selama hampir 40 tahun berdiri, sudah banyak aktivitas *kaizen* yang dilakukan terutama pada mesin-mesin produksi.

Pada kelompok produksi *silent up* departermen *assy up* terdapat sebuah mesin belah *keyblock* yang merupakan mesin pembelah kabinet *keyblock.* Ada beberapa tahap yang dilakukan dalam pengoperasian mesin pembelah kabinet *keyblock*. Sebelum memulai proses pembelahan kabinet, operator terlebih dulu

berjalan ke bagian belakang mesin untuk menghidupkan mesin *single polytec* yang berfungsi menghisap sisa potongan dari proses pembelahan. Sisa potongan kabinet dihisap melalui tiga buah pipa pembuangan yang penempatannya kurang tepat sehingga menyebabkan banyak limbah potong tidak terhisap. Proses selanjutnya ialah menghidupkan motor *cutting tipped saw*, kemudian operator mendorong *table base* untuk melakukan proses pemotongan secara manual. Berdasarkan kondisi tersebut, perlu dilakukan beberapa tindakan perbaikan untuk meningkatkan performansi pada mesin, mengurangi gerakan tidak perlu dari operator, serta mengubah sistem kerja manual menjadi semi otomatis dengan mengimplementasikan sistem pneumatik pada mesin.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul "Perancangan Mesin Belah *Keyblock* untuk Meningkatkan Sistem Kerja Pembelahan *Keyblock* Kelompok Produksi *Silent Up* Di PT. Yamaha Indonesia". Dengan analisa proses pada mesin belah *keyblock* sebagai dasar untuk pembuatan mesin baru yang lebih efektif dan inovatif. Sangat diharapkan konsep perancangan desain tersebut bisa lebih dimanfaatkan pada perusahaan PT. Yamaha Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana cara mendesain mesin belah *keyblock* untuk mengurangi pemborosan dalam proses produksi pekerjaan dengan asumsi :
   a. Penurunan langkah proses *setting* mesin.
   b. Penurunan langkah proses kerja.
2. Bagaimana desain mesin belah *keyblock* yang dapat menyerap limbah hasil belah secara optimal.

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini melingkupi :

a. Desain menggunakan *Software solidwork* 2013.

b. Perhitungan dalam perancangan ini hanya pada perhitungan penentuan diameter silinder pneumatik yang akan digunakan untuk mekanisme maju dan mundur *table base.*
c. Perancangan hanya pada proses desain, tidak sampai fabrikasi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada perancangan desain mesin ini yaitu untuk :

a. Mengurangi pemborosan gerak operator pada saat *set up* mesin.
b. Mengurangi pemborosan pada langkah proses pengerjaan.
c. Meminimalisir resiko limbah tidak terserap secara optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari perancangan mesin belah *keyblock* ini adalah :

a. Sebagai konsep baru untuk PT. Yamaha Indonesia dalam produksi material *keyblock.*
b. Setelah mesin dibuat, dapat mengurangi beban kerja operator pada kelompok produksi *silent up.*

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini diuraikan berurutan untuk mempermudah pembahasannya. Pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi beberapa bab yaitu bab I berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir dan sistematika penulisan. Bab II berisi penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan sebagai dasar dalam pemecahan masalah. Langkah-langkah dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini terangkum dalam bab III. Bab IV merupakan data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, sedangkan kesimpulan dan saran setelah penelitian akan dijelaskan pada bab V.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian mengenai pembuatan mesin belah *keyblock* sebelumnya telah dilakukan oleh pihak PT. Yamaha Indonesia akan tetapi masih menggunakan sistem yang manual pada bagian proses *setting* mesin maupun proses kerja. Penggunaan mesin belah *keyblock* yang saat ini digunakan oleh PT. Yamaha Indonesia masih mengharuskan operator mesin untuk menghidupkan mesin *single polytec* secara manual dengan menekan tombol yang teletak di bagian belakang mesin. Mesin *single polytec* tersebut berfungsi menghisap hasil limbah potongan dari pembelahan *keyblock*, namun hasil pengisapan dinilai kurang maksimal karena masih terdapat sisa–sisa potongan dari pembelahan *keyblock* walau telah terdapat tiga buah pipa pembuangan. Proses selanjutnya adalah secara manual menghidupkan motor *cutter tip saw* dan melakukan gerakan mendorong dan menarik *table base* oleh operator sebagai media utama dalam pengerjaan, kegiatan ini dilakukan operator setiap hari dengan jumlah *keyblock* sebanyak 101 kabinet.

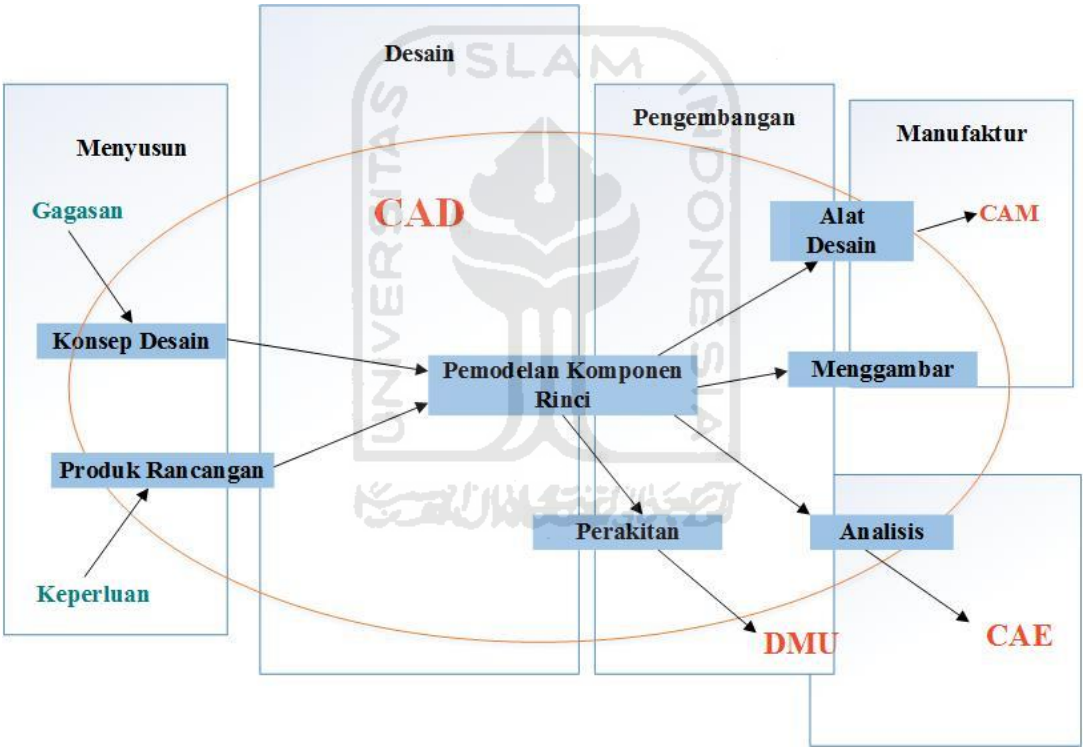
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh PT. Yamaha Indonesia sebelumnya, penulis melakukan penelitian pengembangan mengenai desain mesin belah *keyblock* untuk meningkatkan sistem kerja pembelahan *keyblock.* Mesin yang dirancang akan digerakkan oleh peralatan motor AC untuk memutar mata *cutter* sehingga dapat memotong *keyblock* dan penggunaan sistem pneumatik pada pergerakan maju mundur *table base*.

2.2 *Computer Aided Design (CAD)*

Computer Aided Design (CAD) adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan pembuatan desain yang prosesnya dibantu dengan komputer. Kegiatan membuat desain itu sendiri ternyata cukup luas artinya, dari pengumpulan ide, membuat sketsa (konsep), membuat model, membuat gambar *detail*, menganalisa desain, sampai dengan membuat simulasi dan animasi. Apabila semua kegiatan tersebut dibantu dengan komputer itulah artinya CAD. CAD sangat membantu

dalam proses pembuatan desain suatu produk karena dengan CAD waktu dan biaya dapat digunakan secara lebih optimal dibandingkan dengan pembuatan desain secara manual yang masih mememerlukan waktu dan biaya yang lebih banyak.

Untuk aplikasi komputer digital dalam perancangan teknik dan produksi *Computer Aided Design (CAD)* menunjuk penggunaan komputer dalam mengkonversikan suatu ide awal produk menjadi rancangan *detail* teknik. Evolusi perancangan biasanya meliputi pembuatan model geometrik produk yang bisa dimanipulasi, dianalisa, dan diperhalus. Dalam CAD, komputer grafik mengganti sketsa dan gambar teknik tradisional yang digunakan untuk memvisualisasi produk dan mengkomunikasikan rancangan informasi (Dewi Handayani, 2005).



Gambar 2.1 *Computer Aided Design*

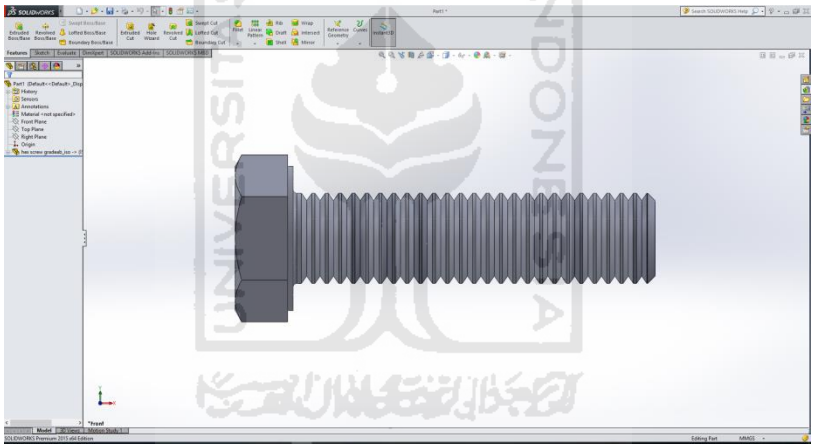
Sumber: Dewi Handayani (2005)

2.2 *Software Solidworks*

Solidworks adalah sebuah program *computer-aided design (CAD) 3D* yang menggunakan *platform Windows. Software* ini dikembangkan oleh *Solidworks Corporation,* yang merupakan anak perusahaan dari *Dassault System, S.A.*

Solidworks menyediakan *feature-based parametic, solid modeling* dan bergerak pada pemodelan 3D. *Software* ini juga mampu menganalisis produk untuk mengetahui kekuataan produk seperti *force, torque, temperature,* dan *safety factor.*

Sebagai *software* CAD, *solidworks* dipercaya sebagai perangkat lunak untuk membantu proses mendesain suatu benda atau alat dengan mudah. Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang mengimplementasikan perangkat lunak *solidworks.* Keunggulan *solidworks* dari *software CAD* lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat di-*upgrade* menjadi bentuk 3D. Selain itu pemakaiannya pun mudah karena memang dirancang khusus untuk mendesain benda sederhana maupun yang rumit sekalipun. Inilah yang membuat *solidworks* menjadi popular dan menggeser ketenaran *software cad* lainnya (Rio Prasetyo, 2016)



Gambar 2.2 Tampilan dari solidworks

Solidworks digunakan banyak orang untuk membantu desain benda kerja sederhana hingga kompleks. *Solidworks* banyak digunakan untuk merancang roda gigi, mesin mobil, dan lain-lain. Fitur yang tersedia dalam *solidworks* lebih *easy-to-use* dibanding dengan aplikasi CAD lainnya. Bagi mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan di jurusan teknik, *solidworks* merupakan *software* yang sangat cocok untuk dipelajari dan penggunaannya lebih mudah dibandingkan *software* CAD yang lebih dulu hadir.

2.3 Sistem Otomasi

Pengertian "otomasi" maksudnya adalah mengubah pergerakan atau pelayanan dengan tangan menjadi pelayanan otomatik pada penggerakan dan gerakan tersebut berturut-turut dilaksanakan oleh tenaga asing (tanpa perantaraan manusia).

Jadi otomasi menghemat tenaga manusia. Terutama suatu penempatan yang menguntungkan dari unsur-unsur pelayanan adalah mengurangi banyaknya gerakan-gerakan tangan sampai seminimum mungkin. Dengan demikian produktivitas dan efisiensi kerja sangat bertambah (Thomas Krist,1993).

Istilah otomasi *(automation)* pertama kali digunakan oleh Mgr. Fords di Detroit, menggantikan kata otomatis *(automatic).* Pada dasarnya sistem otomasi itu adalah sistem yang bergerak secara otomatis dengan menggunakan *controller*, yang dapat menghasilkan suatu hasil yang baik bagi suatu perusahaan.. Ilmu pengetahuan *Automatic Control* banyak sekali digunakan dalam bidang-bidang seperti (Aidil. I & Ahmad. A, 2013) :

- Industri yang memproses dan memproduksi minyak tanah, obat-obatan, baja, makanan untuk mengontrol panas, tekanan, dll.
- Bidang elektronik seperti memproduksi radio, spare part mobil, untuk mengontrol operasional perakitan, dll.
- Bidang transportasi seperti kereta api listrik, pesawat terbang , dan kapal laut.
- Bidang mesin seperti mesin bubut, mesin compressor, pompa, dan *electric power supply* untuk mengontrol posisi, kecepatan, dan daya.

Adapun alasan dari pemakaian sistem otomasi ini adalah sebagai berikut :

- Meningkatkan produktivitas

  Keluaran produksi per jam yang lebih tinggi dapat dicapai dengan otomasi, dibandingkan dengan operasi manual .
- Ongkos tenaga kerja yang tinggi

  Upah buruh selalu meningkat. Oleh karena itu, investasi tinggi dari teknologi otomasi telah dapat dibenarkan secara ekonomi untuk menggantikan operasi-operasi manual.
- Kekurangan tenaga kerja

Kecenderungan di negara maju yang pengimpor tenaga kerja.

- Meningkatkan jumlah tenaga kerja yang berminat ke sektor jasa
  Adanya pandangan generasi saat ini tentang pekerjaan pabrik yang kasar, membosankan dan kotor.
- Keselamatan kerja
  Otomasi mengubah fungsi operator dari peranan yang menuntut partisipasi aktif ke suatu peran pengawasan (*supervisory*).
- Ongkos bahan baku yang tinggi
  Tingginya harga bahan mentah menuntut semakin tingginya efisiensi penggunaan bahan mentah tersebut. Mengurangi kegagalan produk adalah salah satu keuntungan otomasi.
- Meningkatkan kualitas
  Selain meningkatkan kecepatan produksi, otomasi juga meningkatkan konsistensi dan kesesuaian terhadap spesifikasi kualitas produk.
- Mengurangi "*manufacturing lead time*"
  Otomasi mengurangi waktu antara *customer-order* dan *delivery-product*.
- Mengurangi "*in-process inventory*"
  Otomasi mengurangi waktu yang dihabiskan sebuah benda kerja/produk di dalam pabrik.
- Bila tidak dilakukan otomasi, ongkosnya tinggi.

2.4 Sistem Pneumatik

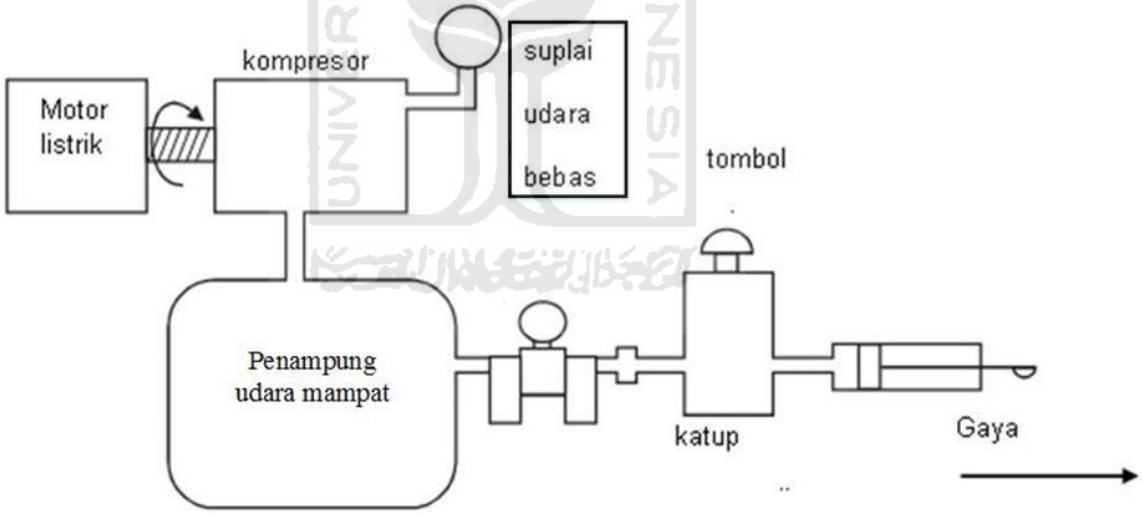
Pnuematik memegang peranan penting sebagai alat bantu dalam peningkatan atau rasionalisasi produksi. Dalam pembuatan dan pengolahan benda-benda kerja proses mekanisasi mengambil bagian besar dari waktu yang tersedia. Penggunaan udara mampat sebagai pembawa energi akan berhasil, hanya kalau digunakan secara tepat.

Jadi udara mampat membuat otomasi lebih sederhana dan aman. Karena udara hampir tidak memiliki inersia (sifat kelembaman). Tekanan rendah dari udara mampat mengizinkan ketebalan dinding yang kecil untuk silinder, ditempatkan, saluran dan alat tambahan, jadi peralatan pneumatik adalah ringan dan dapat ditempatkan dalam ruang-ruang yang agak kecil. Hal ini terutama

menguntungkan pada penempatannya dalam mesin-mesin produksi atau penempatan pengendaliannya pada mesin-mesin perkakas (Thomas Krist,1993).

Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan serta dimanfaatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut sistem pneumatika atau *pneumatic system*. (Kata *pneumatic* berasal dari bahasa Yunani yang berarti 'udara' atau 'angin').

Dalam bidang industri, udara atmosfer dimampatkan menggunakan pompa khusus yang disebut kompresor yang digerakkan oleh motor. Kompresor memampatkan udara kedalam sebuah tangki penyimpan yang kuat yang disebut tangki penampung atau *receiver*. Apabila motor yang dipakai adalah motor listrik, berarti tenaga yang digunakan adalah tenaga listrik. Tenaga listrik tersebut membuat kompresor bekerja dan hampir seluruh tenaga kini disimpan dalam *receiver* dalam bentuk yang dimampatkan. Tenaga yang tersimpan selalu siap untuk dimanfaatkan (Peter. P, Roy. P, & Norman. P 1985).



Gambar 2.3 Sistem pneumatik sederhana

Sumber: Peter. P, Roy. P, & Norman. P (1985)

Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfir maupun tekanan di bawah 1 atmosfir *(vacum).* Pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara

bertekanan (udara kempa). Sistem pneumatik memiliki aplikasi yang luas karena udara pneumatik bersih dan mudah didapat.

Sistem pneumatik merupakan pemanfaatan gaya tekan fluida yang berbentuk gas. Fluida yang di maksud adalah suatu zat yang bisa mengalami perubahan bentuk secara terus-menerus *(continue)* bila terkena tekanan atau gaya geser walaupun relatif kecil atau bisa juga dikatakan suatu zat yang mengalir. Kata fluida mencakup zat cair, gas, air, dan udara (fluida yang digunakan pada sistem pneumatik) karena zat-zat ini dapat mengalir.

Dalam sistem pneumatik, udara difungsikan sebagai media *transfer* dan sebagai penyimpan tenaga (daya) yaitu dengan cara dikempa atau dimampatkan. Udara termasuk golongan zat fluida karena sifatnya yang selalu mengalir dan bersifat *compressible* (dapat dikempa) (Martino,2012).

2.5 Komponen Pneumatik

Komponen pneumatik dibagi atas beberapa bagian, yaitu (Thomas Krist, 1993) :

a. Sumber energi, seperti kompresor sebagai penghasil udara mampat, tangki udara sebagai penyimpan udara, unit penyiapan udara untuk mempersiapkan udara mampat, dan unit penyalur udara untuk menyalurkan udara ke komponen-komponen pneumatik. PT. Yamaha Indonesia memiliki kompresor sebagai sumber energi utama untuk menggerakkan seluruh komponen perusahaan yang memerlukan asupan udara.
b. Aktuator, yaitu bagian terakhir dari output suatu sistem kontrol Pneumatik. Pada aktuator, jenis pneumatik ada bermacam-macam, diantaranya :
    1) Aktuator Gerakan Linier

       Aktuator gerakan linier terdiri dari silinder aksi tunggal dan silinder aksi ganda. Silinder aksi tunggal mempunyai seal piston tunggal yang dipasang pada sisi suplai udara bertekanan. Pembuangan udara pada sisi batanf piston silinder dikeluarkan ke atmosfer melalui saluran pembuangan. Sedangkan silinder aksi

ganda kontruksinya sama dengan silinder aksi tunggal, akan tetapi tidak mempunyai pegas pengembali. Silinder kerja ganda mempunyai dua saluran yaitu saluran masukan dan saluran pembuangan. Prinsip kerja pada silinder aksi ganda ini dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston (arah maju), sedangkan sisi yang lain (arah mundur) terbuka ke atmosfer.

2) Aktuator Gerakan Berputar

Aktuator gerakan berputar terdiri dari motor yang digerakan oleh udara, dan atau actuator yang berputar. Motor pneumatik adalah suatu peralatan penumatik yang menghasilkan gerakan putar yang sudut putarnya tidak terbatas bila pada peralatan ini dialiri udara yang dimampatkan. Ada 4 jenis motor pneumatik pada bagian ini yaitu *pistonmotors, sliding vane motors, gear motors*, dan turbin.

Pada penelitian ini, aktuator yang digunakan adalah aktuator gerakan linier yaitu silinder aksi ganda. Silinder aksi ganda digunakan untuk mendorong dan menarik benda kerja.

c. Elemen kontrol, seperti katup, *low regulation*, dan lain-lain.
d. Elemen masukan, seperti sensor, tombol pedal, *roller*, dan sebagainya.

2.6 Penggunaan Pneumatik

Penggunaan udara bertekanan sebenarnya masih dapat dikembangkan untuk berbagai keperluan proses produksi, misalnya untuk melakukan gerakan mekanik yang selama ini dilakukan oleh tenaga manusia, seperti mendorong, mengangkat, menggeser, menekan, dan lainnya.

Pemakaian pneumatik dibidang produksi telah mengalami kemajuan yang pesat, terutama pada proses perakitan *(manufacturing)*, elektronika, obat-obatan, makanan, kimia, dan lainnya. Pemilihan penggunaan udara bertekanan (pneumatik) sebagai sistem kontrol dalam proses otomasinya karena pneumatik mempunyai beberapa keunggulan, antara lain :

a. Mudah diperoleh.
b. Bersih dari kotoran dan zat kimia yang merusak.

c. Mudah didistribusikan melalui saluran (selang) yang kecil.
d. Dapat dibebani lebih.
e. Aman dari bahaya ledakan dan hubungan singkat.
f. Tidak peka terhadap perubahan suhu, dan sebagainya.

Udara yang digunakan dalam pneumatik sangat mudah diperoleh dimana saja kita berada, serta tersedia dalam jumlah banyak. Selain itu udara yang terdapat di sekitar kita cenderung bersih dari kotoran dan zat kimia yang merugikan. Udara juga dapat dibebani lebih tanpa menimbulkan bahaya yang fatal. Karena tahan terhadap perubahan suhu, maka pneumatik banyak digunakan pada dunia industri. (Martino, 2012)

Aplikasi sistem pneumatik pada industri dalam hal penananganan material diantaranya sebagai berikut :

a. Pencekaman benda kerja
b. Penggeseran benda kerja
c. Pengaturan posisi benda kerja
d. Pengaturan arah benda kerja

Sedangkan secara umum, penerapan sistem pneumatik adalah sebagai berikut :

a. Pengemasan
b. Pemakanan
c. Pengukuran
d. Pengaturan buka dan tutup
e. Pemindahan material
f. Pemutaran dan pembalikan benda kerja
g. Pemilahan bahan
h. Penyusunan benda kerja
i. Pencetakan benda kerja

2.7 *Kaizen*

Dalam Bahasa jepang, *kaizen* berarti perbaikan berkesinambungan. Istilah ini mencakup pengertian perbaikan yang melibatkan semua orang baik manajer, karyawan, dan biaya. Filsafat *kaizen* berpandangan bahwa cara hidup baik itu

kehidupan kerja, kehidupan sosial maupun kehidupan rumah tangga hendaknya berfokus pada upaya perbaikan yang terus-menerus.

Inovasi ialah perubahan besar-besaran melalui terobosan teknologi, konsep manajemen, atau teknik produksi mutakhir. Inovasi memang dramatis, punya daya tarik istimewa yang besar. *Kaizen,* sebaliknya seringkali tidak dramatis bahkan biasa-biasa saja. Namun inovasi merupakan upaya dalam sekali tembak, dan hasilnya seringkali membawa dampak sampingan masalah, sedangkan proses *kaizen* diterapkan berdasarkan akal sehat dan berbiaya rendah, menjamin kemajuan berangsur yang memberikan imbalan hasil dalam jangka panjang. *Kaizen* adalah juga pendekatan dengan risiko yang rendah (Masaaki Imai, 1998)

2.7.1 Konsep Utama *Kaizen*

Dalam rangka mewujudkan strategi *kaizen,* manajemen harus belajar untuk menerapkan konsep dan sistem yang mendasar, seperti: (Massaki Imai, 1998)

a. *Kaizen* dan manajemen

   Dalam konteks *kaizen,* manajemen memiliki dua fungsi utama yaitu pemeliharaan dan perbaikan. Pemeliharaan berkaitan dengan kegiatan untuk memelihara teknologi, sistem manajerial, standar operasional yang ada, dan menjaga standar tersebut melalui pelatihan serta disiplin. Perbaikan, pada sisi lain, berkaitan dengan kegiatan yang diarahkan pada peningkatan standar yang ada.

b. Proses versus hasil

   Kaizen menekankan pola pikir berorientasi proses, karena proses harus disempurnakan agar hasil dapat meningkat. Kegagalan mencapai hasil yang direncanakan merupakan cermin dari kegagalan proses. Manajemen harus menemukan, mengenali, dan memperbaiki kesalahan pada proses tersebut.

   Pendekatan berorientasi proses harus pula diterapkan dalam pencanangan berbagai strategi *kaizen* antara lain siklus PDCA (*plan-do-check-act),* siklus SDCA (*standardize-do-check-act),* QCD (*quality, cost, delivery),* TQM (*total quality management),* JIT (*just-in-time)*

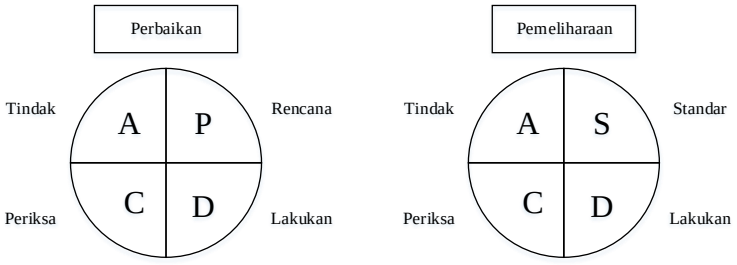
dan TPM (*total productive* maintenance). Strategi *Kaizen* telah banyak diterapkan di banyak perusahaan justru karena mengabaikan proses. Elemen yang paling penting dalam menerapkan *kaizen* adalah komitmen dan keterlibatan penuh dari manejemen puncak.

c. Siklus PDCA dan SDCA

Langkah pertama dari *kaizen* adalah menerapkan siklus PDCA (*plan-do-check-act*) sebagai sarana yang menjamin terlaksananya kesinambungan dari *kaizen* guna mewujudkan kebijakan untuk memelihara dan memperbaiki atau meningkatkan standar.

Rencana (*plan*) berkaitan dengan penetapan target untuk perbaikan (karena *kaizen* adalah cara hidup, maka harus selalu ada target perbaikan untuk semua bidang), dan perumusan rencana tindakan guna mencapai target tersebut. Lakukan *(do)* berkaitan dengan implementasi dari rencana tersebut. Periksa *(check)* merujuk pada penetapan apakah penerapan tersebut berada dalam jalur yang benar sesuai rencana dan memantau kemajuan perbaikan yang direncanakan. Tindakan *(act)* berkaitan dengan standarisasi prosedur baru guna menghindari terjadinya kembali masalah yang sama atau menetapkan sasaran baru bagi perbaikan berikutnya.

Sebelum mengerjakan siklus PDCA berikutnya, proses tersebut harus distabilkan melalui siklus SDCA (*standardize-do-check-act*). SDCA menerapkan standardisasi guna mencapai kestabilan proses dan berkaitan dengan pemeliharaan, sedangkan PDCA menerapkan perubahan guna peningkatan dan berkaitan dengan fungsi perbaikan. Dua hal inilah yang menjadi tanggung jawab utama manajemen.



Gambar 2.4 siklus PDCA dan siklus SDCA

Sumber: Masaaki Imai (1998)

d. Mengutamakan kualitas

   Tujuan utama dari kualitas, biaya, dan penyerahan (QCD) adalah menempatkan kualitas pada prioritas tertinggi. Tidak jadi soal bagaimana menariknya harga dan penyerahan yang ditawarkan pada konsumen, perusahaan tidak akan mampu bersaing jika kualitas produk dan pelayanannya tidak memadai. Praktek mengutamakan kualitas membutuhkan komitmen manajemen karena seringkali berhadapan dengan berbagai godaan untuk membuat kompromi berkenaan dengan persyaratan penyerahan atau pemotongan biaya. Dalam hal ini manajemen tidak hanya mengambil risiko dalam mengorbankan kualitas, tetapi juga kehidupan bisnis.

e. Berbicara dengan data

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

f. Proses berikut adalah konsumen

   Semua pada dasarnya terselenggara melalui serangkaian proses, dan masing-masing proses memiliki pemasok ataupun konsumen. Suatu material ataupun butiran informasi disediakan oleh proses A (pemasok) kemudian dikerjakan dan diberi nilai tambah di proses B untuk selanjutnya diserahkan ke proses C (konsumen). Proses berikut harus selalu diperlakukan sebagai konsumen.

2.7.2 Penghapusan *Muda* (Pemborosan)

Muda dalam bahasa jepang berarti pemborosan, namun cakupan dari istilah ini melingkupi segala sesuatu atau semua kegiatan yang tak memberi nilai tambah. Di *gemba,* hanya ada dua kemungkinan status dari kegiatan yang dilaksanakan yaitu memberi nilai tambah atau tidak memberi nilai tambah. Seorang operator yang bertugas mengawasi mesin otomasi selagi mesin tersebut

memproses benda kerja tidak memberi nilai tambah apa pun. Sesungguhnya hanya mesin sajalah yang memberikan nilai tambah kepada produk.

2.7.3 Prinsip 5S dalam Budaya Kerja

PT. Yamaha Indonesia menerapkan budaya kerja 5S sebagai bentuk upaya penerapan *kaizen* di perusahaan. Prinsip 5S merupakan intisari dari *kaizen*. Budaya kerja 5S merupakan suatu ilmu yang perlu dipelajari dalam pengembangan suatu perusahaan untuk mencapai efektivitas dan efisiensi (Suwando, 2012). 5S merupakan singkatan dari *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, dan *Shitsuke.* Di Indonesia dikenal sebagai 5R yaitu ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin.

a. *Seiri* (Ringkas)

   Seiri merupakan langkah awal dalam menjalankan budaya 5S, yaitu membuang, menyortir, atau menyingkirkan barang-barang yang tidak digunakan dalam pekerjaan. Semua barang yang ada di lokasi kerja hanyalah barang-barang yang dibutuhkan untuk mendukung aktivitas kerja. Keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan prinsip ini diantaranya dapat menghemat pemakaian ruangan, dan tempat kerja lebih aman serta nyaman. Kondisi di perusahaan saat ini khususnya pada area kerja mesin belah *keyblock,* terdapat tiga buah pipa yang merupakan saluran pembuangan. Saluran tersebut memang diperlukan untuk mendukung aktivitas kerja, akan tetapi masih bisa dimodifikasi sehingga jumlahnya lebih sedikit dan penggunaannya lebih ringkas. Selain itu terdapat beberapa langkah kerja yang bisa dipangkas sehingga menjadi lebih ringkas lagi pengerjaannya. Hal tersebut akan dibahas kemudian pada BAB IV.

b. *Seiton* (Rapi)

   Setelah menyortir barang-barang yang tidak dipergunakan, segala sesuatu harus diletakkan pada posisinya masing-masing sehingga selalu siap digunakan. Keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan prinsip ini diantaranya kendali persediaan dan produk secara efisien, waktu pencarian yang cepat, proses kerja lebih cepat, menghindari kesalahan,

meminimalkan terjadinya kehilangan peralatan, meningkatkan disiplin karyawan, dan menciptakan suasana aman di tempat kerja.

c. *Seiso* (Resik)

Setelah menjadi rapi, langkah berikutnya adalah membersihkan tempat kerja. Kebersihan merupakan hal yang fatal dalam kehidupan, jika tidak dijaga maka lingkungan akan menjadi kotor dan menyebabkan terjadinya penyakit. Keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan prinsip ini diantaranya suasana kerja lebih aman, nyaman, dan ceria. Moral karyawan meningkat, meningkatkan kualitas produk, waktu untuk melakukan pembersihan lebih cepat, serta meminimalkan biaya kerusakan pada peralatan.

d. *Seiketsu* (Rawat)

Untuk menjaga ketiga prinsip yang telah dilakukan sebelumnya secara rutin maka diperlukan perawatan. Keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan prinsip ini diantaranya karyawan setia pada organisasi, biaya pengeluaran tambahan yang rendah, efisiensi proses meningkat, kuantitas pengeluaran menurun, dan produktivitas karyawan meningkat.

e. *Shitsuke* (Rajin)

Keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan prinsip ini diantaranya budaya kerja antar tim yang tinggi, keterampilan karyawan meningkat. Meminimalkan kecelakaan di tempat kerja, kualitas produk meningkat, dan memperoleh manfaat dari pelaksanaan 5S.

2.8 Perhitungan pada Silinder Pneumatik

a) Menghitung beban yang harus didorong

Dengan mengetahui besar beban yang harus didorong, maka dapat dihitung pula jumlah gaya yang dibutuhkan untuk dapat mendorong beban tersebut. Beban yang harus didorong dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$\Sigma F_x = 0$

$F_{pneumatik} - F_{gesek} - F_{cutter} = 0$

$F_{pneumatik} = F_{gesek} + F_{cutter}$ (1.1)

b) Menghitung gaya gesek

$$\mathbf{F_{gesek} = \mu \times N = \mu \times m \times g} \quad (1.2)$$

Dimana :

μ : koefisien gesek (diperoleh dari katalog lampiran 2)

N : gaya normal (Newton)

m : massa benda (kg)

g : gaya gravitasi (m/s^2)

c) Menghitung gaya cutter

$$\mathbf{F_{cutter}} = \frac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{r}} \quad (1.3)$$

Dimana :

T :Torsi (Nm) diperoleh dari katalog lampiran 3 pada saat 3 HP dengan kecepatan 1425 RPM (1 kgm = 9,8 Nm)

r : jari-jari (m)

d) Menghitung besar diameter silinder yang dibutuhkan.

Sebelum menghitung diameter silinder, terlebih dulu dihitung luas penampangnya dengan persamaan 1.4.

$$\mathbf{A} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{P}} \quad (1.4)$$

Dimana :

A : luas penampang piston (mm)

F : gaya pneumatik (Newton)

p : tekanan piston (N/m^2)

Kemudian persamaan 1.4 dimasukkan ke dalam rumus menghitung diameter silinder menjadi persaman 1.5.

$$\mathbf{d^2} = \frac{\boldsymbol{A}}{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4}}\boldsymbol{\pi}} \quad (1.5)$$

e) Menghitung gaya efektif piston pada saat maju dan mundur

Perhitungan ini diperlukan untuk menentukan gaya maju dan mundur daru sistem penumatik.

$$\mathbf{F_a = A \times p} \quad (1.6)$$

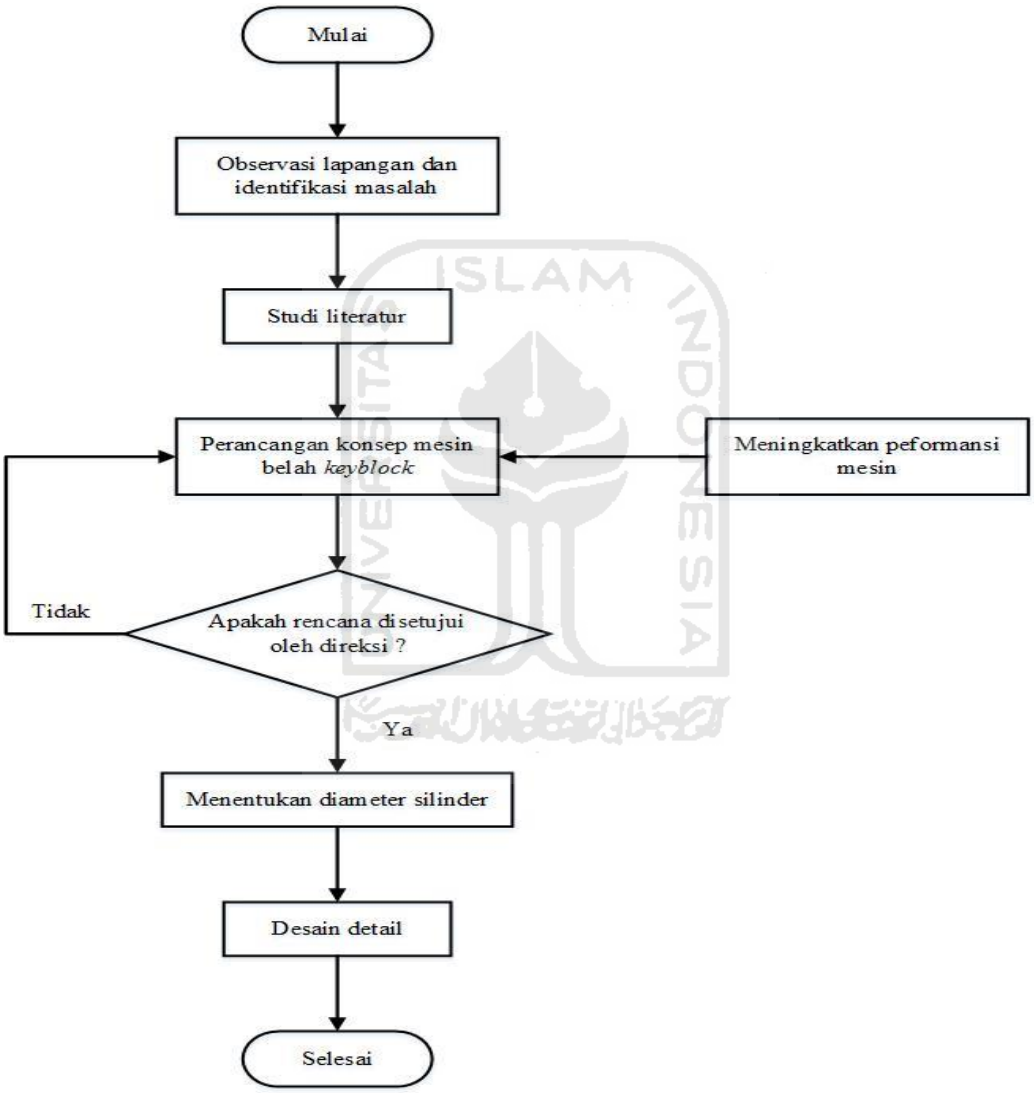
$$\mathbf{A} = \left(\frac{\boldsymbol{\pi}}{\mathbf{4}}\right) \mathbf{x} \left(\mathbf{d_s^2 - d_p^2} \right) \quad (1.7)$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur penelitian

Berikut adalah bagan gambar 3.1 yang merupakan diagram alir dari beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.



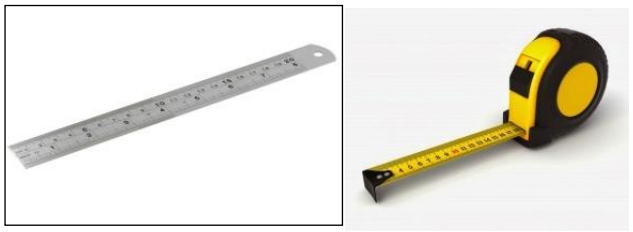
Gambar 3.1 diagram alir penelitian

3.2 Peralatan

Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini ialah sebagai berikut :

a. Alat ukur

Gambar 3.2 seperti yang ditunjukkan dibawah ini merupakan alat ukur digunakan untuk mengukur mesin belah *keyblock* serta mengukur layout sebagai acuan dimensi untuk menentukan mesin yang akan dibuat. Alat ukur yang digunakan berupa meteran dan mistar.



Gambar 3.2 Alat ukur yang digunakan dalam penelitian

b. Kamera dan *Handycam*

Kamera digunakan untuk mengambil gambar dan video dokumentasi pada saat proses kerja mesin belah *keyblock*, untuk dapat mengetahui proses apa saja yang akan diamati dalam melakukan penelitian. Salah satu data yang diperoleh dengan menggunakan kamera adalah video proses belah *keyblcok*. Dengan melihat video tersebut, elemen kerja serta waktu proses masing-masing elemen tersebut akan lebih mudah untuk diidentifikasi.

Gambar 3.3 Kamera dan *handy cam*

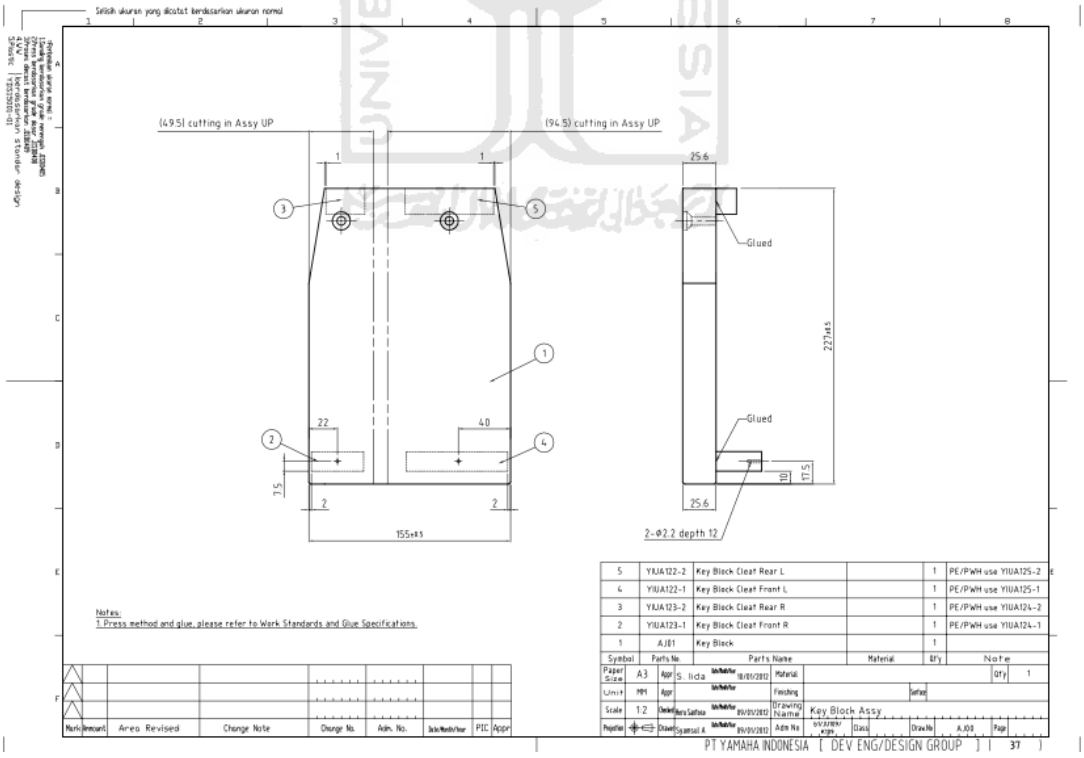
c. *Air Cylinder* Kerja Ganda

Alat utama yang akan digunakan dalam merancang mesin belah *keyblock* adalah *air cylinder* kerja ganda. Penggunaan *air cylinder* ini bermanfaat untuk mendorong dan menarik benda kerja agar beban operator berkurang. Pemilihan alat ini berdasarkan pada beberapa keunggulannya antara lain mudah diperoleh, bersih dari kotoran dan zat kimia yang merusak, mudah didistribusikan melalui saluran kecil, dapat dibebani lebih, aman dari bahaya ledakan dan hubungan singkat, dan tidak peka terhadap perubahan suhu.

Gambar 3.4 *Air Cylinder*

3.3 Kabinet *Keyblock*

Pada proses kerja mesin belah *keyblock* di PT. Yamaha Indonesia digunakan untuk mengerjakan tujuh model benda kerja dengan dimensi yang berbeda. Benda kerja dalam hal ini adalah kabinet *keyblock*, pada gambar 3.5 dapat dilihat salah satu model dari kabinet *keyblock*. Dari ketujuh model tersebut, dalam satu kabinet yang sama variasi ukuran dalam proses pengerjaannya dapat berbeda-beda. Dalam hal ini, untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan piano, proses pengukuran kabinet *keyblock* akan dibantu dengan jig.



Gambar 3.5 Kabinet *Keyblock*

3.4 Sistem kerja mesin belah *keyblock* (before)

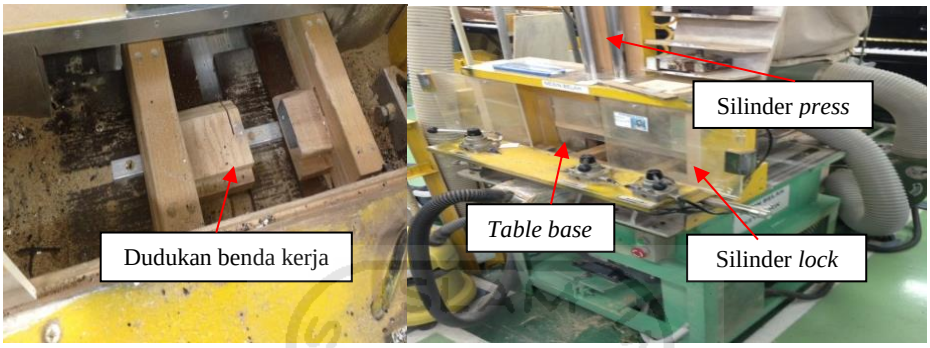
Sistem kerja mesin belah *keyblock* ialah membelah atau memotong kabinet (benda kerja) *keyblock.* Fungsi dari *keyblock* adalah sebagai dudukan dan pengunci *fallboard. Keyblock* mempunyai bermacam-macam tipe yaitu B1, B2, B3, M2, M3, P116, dan P22. Mesin belah *keyblock* yang ada di lapangan saat ini ditunjukkan pada gambar 3.6. Dan contoh beberapa model kabinet *keyblock* ditunjukkan pada gambar 3.7.

Gambar 3.6 Mesin belah *keyblock* di PT. Yamaha Indonesia

Gambar 3.7 *Keyblock*

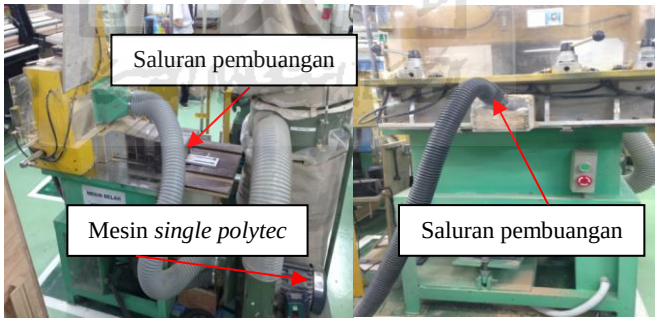
Langkah awal pengoperasian mesin ialah mengukur kabinet *keyblock* menggunakan jig. Jig dapat menentukan ukuran proses pembelahan *keyblock. Keyblock* yang akan diletakkan di piano mempunyai ukuran yang berbeda-beda meski tipe *keyblock* sama. Jig dan benda kerja diletakkan sejajar di *table base*, kemudian menghidupkan silinder *lock* dan silinder *press.* Contoh jig yang digunakan dalam proses pembelahan *keyblock* ditunjukkan pada gambar 3.8. Dan dudukan kerja mesin saat ini ditunjukkan pada gambar 3.9.

Gambar 3.8 Jig



Gambar 3.9 Dudukan benda kerja dan *table base*

Proses selanjutnya adalah menghidupkan mesin *single polytec* dan *vacuum cleaner* yang bertujuan untuk menghisap sisa-sisa potongan dari limbah pembelahan *keyblock.* Sisa-sisa dari pembelahan *keyblock* disalurkan malalui tiga saluran pembuangan.

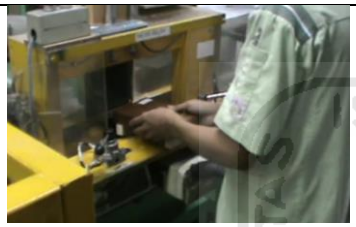


Gambar 3.10 Saluran pembuangan

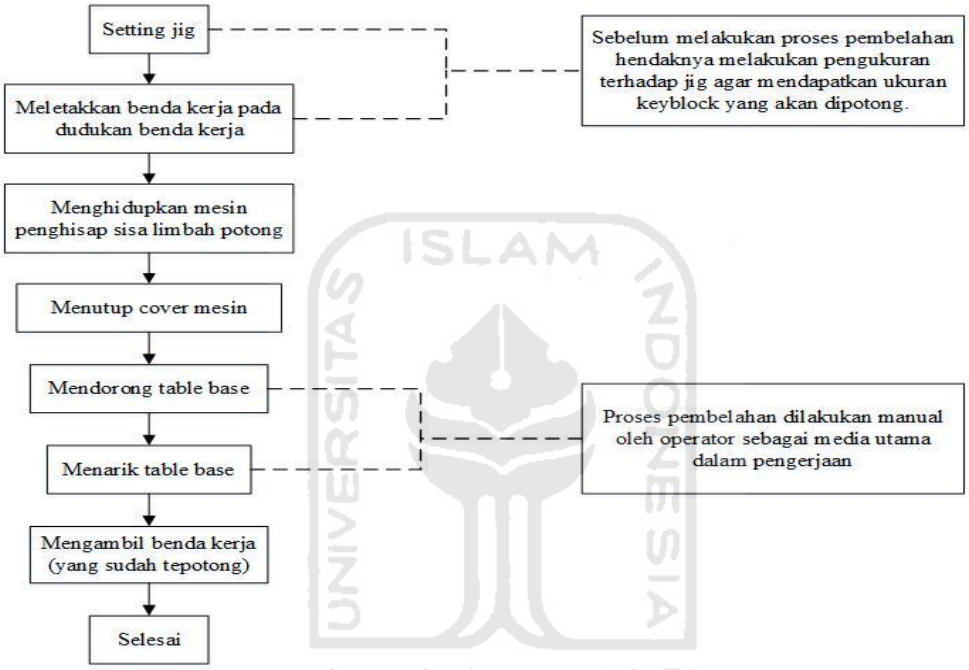
Langkah selanjutnya adalah menghidupkan motor *cutter* dan menggerakan *table base* secara manual yaitu dengan mendorong dan menarik *table base* untuk proses pembelahan. Pada saat berlangsungnya proses tersebut, kerja mesin digerakan oleh operator sebagai media utama dalam melakukan proses pembelahan.

Secara ringkas kerja mesin belah *keyblock* dalam proses pengerjaan dapat dilihat pada gambar 3.11 dan tabel 3.1.

Tabel 3.1 Urutan langkah kerja proses belah *keyblock*

No	Gambar	Keterangan
1		Operator melakukan *setting* jig yang akan digunakan untuk membelah *keybloack.* Jig tersebut diukur untuk menyesuaikan dengan ukuran *keyblock* yang dibutuhkan.
2		Operator mengambil benda kerja kemudian meletakkan pada dudukan benda kerja.
3		Operator menekan tombol-tombol yang diperlukan untuk menghidupkan mesin belah dan mesin penghisap limbah. Tombol yang harus ditekan berada pada dua titik lokasi yang berbeda dan jaraknya berjauhan.
4		Sebelum mendorong *table base*, operator menutup *cover* dengan tujuan keselamatan kerja.
5		Operator mendorong kemudian menarik kembali *table base*.

No	Gambar	Keterangan
6		Operator mengambil *keyblock* yang telah terpotong kemudian menyimpan di rak yang telah disediakan di samping mesin.



Gambar 3.11 Sistem kerja mesin sebelum perbaikan

3.5 Menentukan konsep rancangan mesin belah *keyblock*

Langkah awal penelitian mengenai mesin belah *keyblock* adalah menentukan konsep, dalam menentukan konsep terdapat 2 langkah yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi

   Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan rumusan masalah sebagai acuan dalam perancangan mesin baru. Identifikasi dilakukan dengan observasi lapangan terhadap mesin belah *keyblock* yang berada di bagian *Assy Up* PT.Yamaha Indonesia.

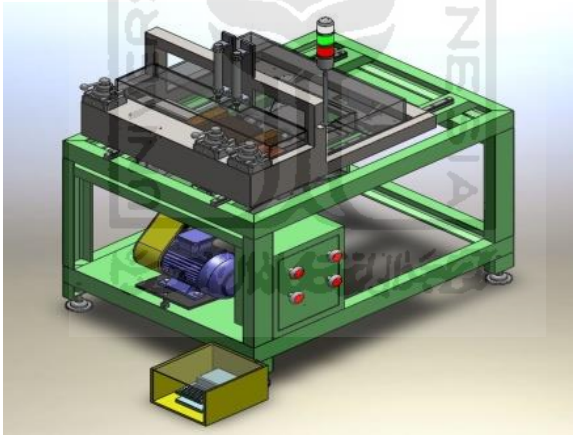
2. Deskripsi

   Setelah mendapatkan hasil dari identifikasi, langkah selanjutnya adalah membuat deskripsi terkait perancangan mesin yang baru dengan memperhatikan kaidah-kaidah dalam perancangan mesin. Terkait dengan mesin yang akan dibuat ada beberapa kriteria, yaitu:

   a. Alat dapat mengurangi *setting* mesin pada awal pengerjaan.
   b. Alat dapat mengurangi beban kerja operator.
   c. Alat dapat beropersi dengan sistem semi otomatis.
   d. Alat dapat meminimalkan hasil sampah dari pembelahan.
   e. Memperhatikan keamanan keselamatan kerja.

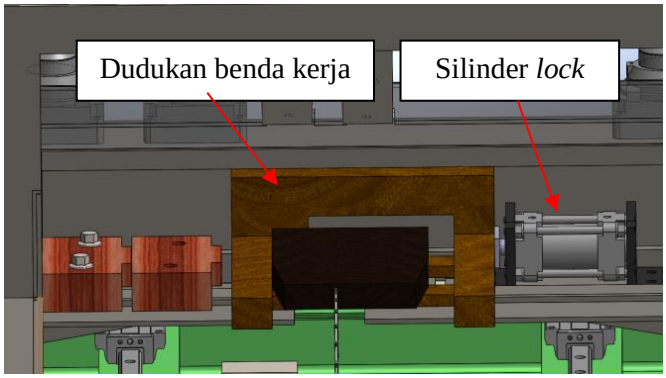
3.6 Sistem kerja mesin belah *keyblock (after)*

Perancangan mesin belah *keyblock* dilakukan dalam *software solidworks* yang melewati beberapa tahapan persentasi. Berikut rancangan mesin belah *keyblock* yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Rancangan mesin belah *keyblock*

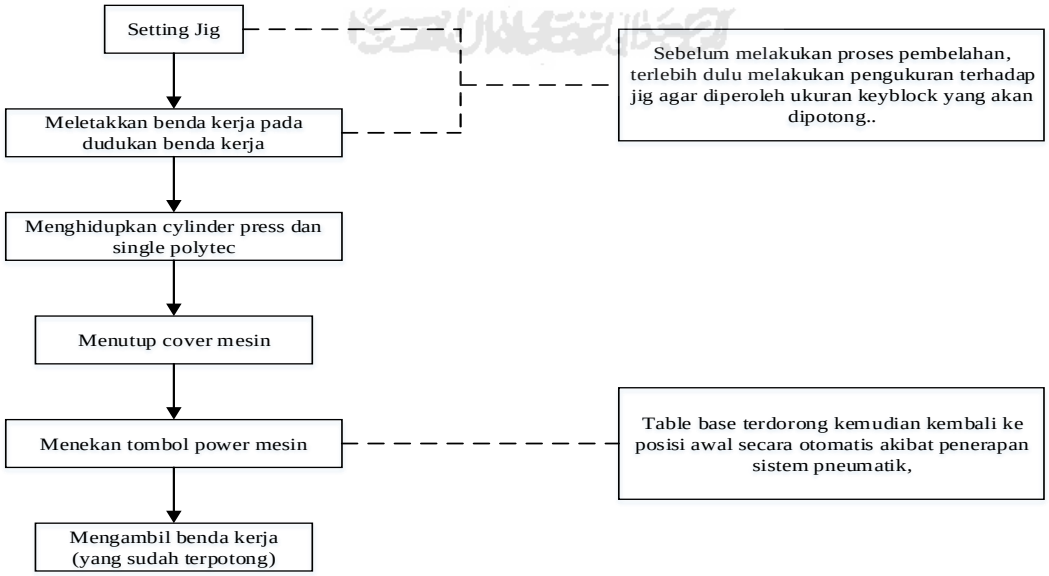
Langkah awal dalam proses pengerjaan adalah mengukur *keyblock* yang akan dibelah menggunakan jig pada piano. Setelah mendapatkan hasil dari pengukuran, jig dan *keyblock* diletakkan pada *table base* dan kemudian mengaktifkan silinder *lock* yang berfungsi mengunci jig agar pembelahan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.



Gambar 3.13 Dudukan benda kerja dan silinder *lock*

Langkah selanjutnya adalah menghidupkan *cylinder press*, menyalakan mesin penghisap debu (*single polytec*), menutup *cover* mesin, kemudian melakukan pembelahan. Pada mesin yang dirancang ini, proses mendorong saat pembelahan dihilangkan, operator hanya menekan tombol *power* hingga *table base* terdorong dan kembali secara otomatis akibat adanya penerapan sistem pneumatik. Prinsip 5S yang diterapkan pada bagian ini adalah *Seiri* atau ringkas.

Pada mesin sebelumnya, limbah *keyblock* dibuang melalui tiga saluran. Sedangkan pada perancangan mesin yang baru, limbah pembelahan dibuang hanya melalui satu saluran. Mekanisme saluran pembuangan akan dibahas kemudian pada BAB selanjutnya. Secara ringkas, kerja perancangan mesin belah *keyblock* dalam proses pengerjaan dapat dilihat pada gambar 3.14 di bawah ini :



Gambar 3.14 Sistem kerja mesin setelah perbaikan

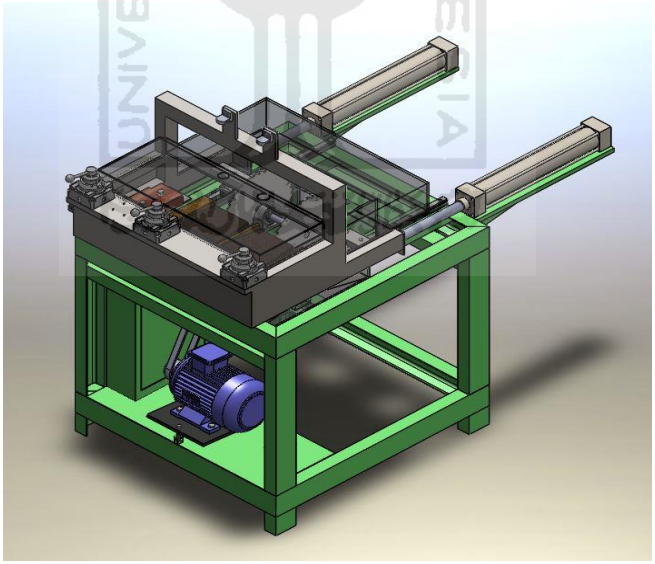
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Perancangan Mesin Belah *Keyblock*

Perancangan mesin belah *keyblock* di departemen *Silent UP* PT. Yamaha Indonesia sebelumnya telah melalui beberapa tahap diskusi antara penulis dengan beberapa pihak dari perusahaan. Pihak dari perusahaan yang terlibat diantaranya yaitu kepala kelompok, *foreman*, manajer departemen *Silent UP*, manajer departemen *K3, chief* dan manajer departemen *Process Engineering Facility*, *senior manager* departemen produksi, hingga wakil direktur PT. Yamaha Indonesia. Analisis yang dilakukan pada rancangan mesin belah *keyblock* pada masing-masing tahapan diskusi akan dijelaskan lebih rinci pada sub bab berikutnya.

4.1.1 Analisis Perancangan Mesin pada Diskusi ke-1

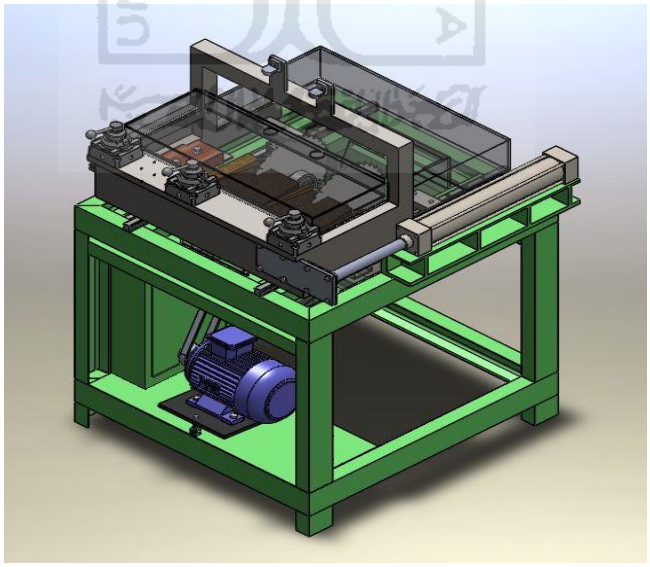


Gambar 4.1 Desain Pertama

Pada diskusi pertama, terdapat beberapa perubahan berdasarkan saran dan masukan dari pihak perusahaan. Perubahan tersebut diantaranya yaitu :

1. Posisi *air cylinder* yang berada di belakang mesin perlu dipindahkan karena menghabiskan cukup banyak ruang serta dari segi estetika dirasa kurang baik.
2. Menghilangkan *air cylinder* dari dua unit menjadi satu unit saja agar *air cylinder* tersebut dapat digunakan secara optimal. Selain itu, hal tersebut merupakan upaya penghematan biaya oleh perusahaan.
3. *Cover* berbentuk datar diubah menjadi kerucut agar limbah mudah tersalurkan ke bawah satu arah mengikuti bentuk miring. Apabila *cover* berbentuk datar, limbah hasil pembelahan tidak memiliki arah jatuh yang stabil.
4. Saran lainnya ialah memastikan nilai rpm yang diperlukan untuk membelah *keyblock*. Di PT. Yamaha Indonesia sendiri tidak ada standar yang tetap mengenai nilai putaran motor untuk proses pemotongan, pembelahan, maupun proses-proses lainnya. Nilai putaran motor untuk proses pembelahan, khususnya belah *keyblock* ditentukan berdasarkan pengalaman kerja selama ini yaitu 900 rpm.

4.1.2 Analisis Perancangan Mesin pada Diskusi ke-2

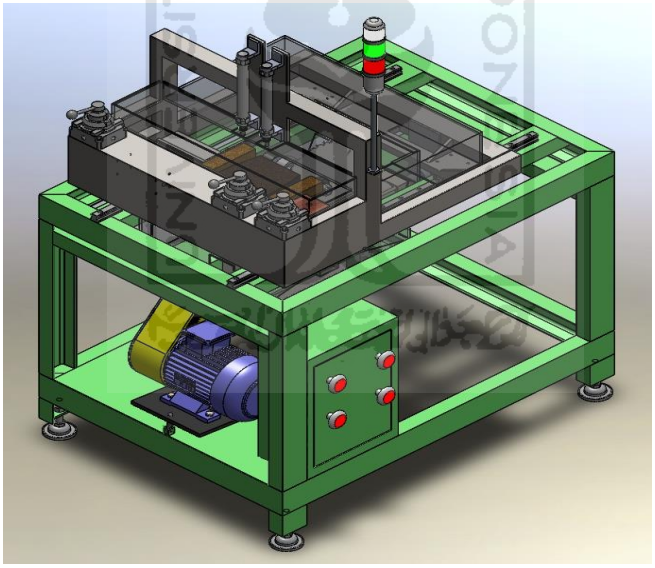


Gambar 4.2 Desain Kedua

Pada diskusi kedua, masih terdapat beberapa perubahan berdasarkan hasil revisi diskusi sebelumnya. Perubahan tersebut diantaranya yaitu :

1. Posisi *air cylinder* yang diletakkan di samping mesin perlu dipindahkan ke tengah agar gaya yang dihasilkan dapat tersebar merata. Apabila *air cylinder* diletakkan di samping, gaya yang dihasilkan akan lebih banyak diterima oleh salah satu bagian *table base*.
2. Pengurangan *cutter* menjadi satu unit dengan pertimbangan bahwa perancangan mesin belah *keyblock* ini dimaksudkan untuk memperbaiki sistem kerjanya, bukan untuk penambahan kapasitas. Selain itu, mesin dengan satu *cutter* lebih memudahkan proses *setting*nya dibandingkan dengan dua *cutter*.
3. Memindahkan posisi panel agar tidak menghalangi proses *maintenance* maupun pemasangan *belt*.

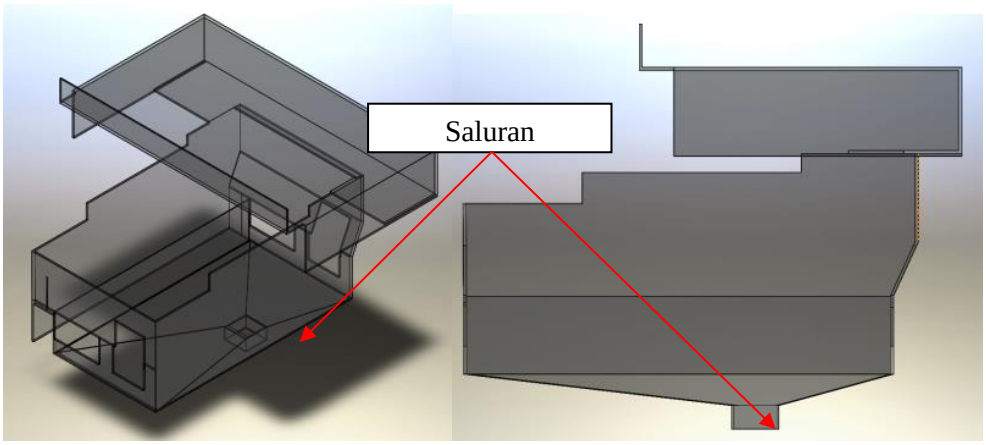
4.1.3 Analisis Perancangan Mesin pada Diskusi ke-3



Gambar 4.3 Desain *Fix*

Diskusi ketiga ini merupakan diskusi terakhir bersama pihak perusahaan. Setelah melalui dua kali revisi, desain terakhir seperti terlihat pada gambar 4.3 diterima oleh perusahaan. Pada diskusi ini hanya membahas penyempurnaan desain dari segi K3 seperti penambahan *cover* pada *van belt*, serta pemasangan *sign tower* sebagai penanda apakah mesin dalam keadaan hidup atau mati.

4.2 Modifikasi Saluran Pembuangan Limbah *Keyblock*



Gambar 4.4 Saluran Pembuangan Limbah

Seperti terlihat pada gambar 4.4 mengenai saluran pembuangan yang terdiri dari tiga pipa dengan masing-masing arah berbeda. Dua pipa merupakan saluran menuju mesin *single polytec*, dan satu pipa lainnya menggunakan *vacuum cleaner*. Dengan kondisi tersebut, serbuk limbah pembelahan tidak dapat disalurkan secara optimal sehingga operator perlu membersihkan limbah secara manual. Hal tersebut dapat menurunkan tingkat produktivitas operator. Selain itu, kondisi tersebut menyebabkan lingkungan kerja yang tidak kondusif. Serbuk limbah yang tidak terserap terhirup oleh operator.

Modifikasi saluran pembuangan limbah *keyblock* ini merupakan usaha untuk mengaplikasikan prinsip 5S di perusahaan, khususnya prinsip ketiga yaitu *Seiso* atau resik sehingga lingkungan kerja akan tetap bersih meskipun operator tidak membersihkannya secara terus menerus. Saluran pembuangan yang sebelumnya berjumlah tiga buah dengan arah yang masing-masing berbeda dihilangkan. Saluran pembuangan pada mesin terletak di bawah *table base* dengan bentuk corong ke bawah sehingga limbah hasil pembelahan *keyblock* dapat disalurkan langsung ke bawahnya.

Selain prinsip *Seiso* atau resik, modifikasi saluran pembuangan tersebut merupakan usaha untuk mengaplikasikan prinsip 5S terutama prinsip pertama yaitu *Seiri* atau ringkas. Pipa saluran pembuangan yang sebelumnya memakan banyak tempat di area kerja dihilangkan sehingga area kerja menjadi lebih luas.

4.3 Pengaruh Rancangan Mesin Baru terhadap Sistem Kerja

Berdasarkan analisis perancangan seperti tercantum pada sub bab sebelumnya, terdapat beberapa manfaat yang dihasilkan oleh mesin belah *keyblock*. Manfaat tersebut diantaranya adalah proses pembelahan dilakukan secara otomatis, mengurangi beban kerja operator, mengurangi gerakan kerja operator yang tidak perlu, mengurangi waktu proses, menerapkan prinsip resik, rapi, dan ringkas, sehingga memperkecil luas area kerja dan menciptakan suasana kerja yang aman dan nyaman.

Perhitungan waktu proses belah *keyblock* dapat dilihat pada table 4.1. Penulis melakukan 10 kali pengamatan pada mesin sebelumnya. Proses belah *keyblock* dibagi menjadi beberapa elemen kerja yaitu operator mengambil dan memasangkan kabinet, melakukan *set up cover* dan mesin, proses pembelahan dengan mendorong dan menarik *table base*, melepas *cover*, dan meletakkan kabinet kembali ke rak. Waktu proses untuk masing-masing elemen kerja dituangkan ke dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perhitungan Waktu Proses

Elemen Kerja	**Waktu Proses (detik)**										**Rata-rata**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	
Mengambil cabinet	4.12	2.99	5.11	2.6	3.77	2.69	6.69	3.83	3.81	3.34	**3.9**
Set up *cover* dan mesin	6.73	3.03	3.41	3.17	3.33	2.49	3.12	1.68	2.56	2.68	**3.2**
Proses belah (dorong dan tarik)	4.85	2.65	2.78	3.01	2.75	2.33	2.54	3.17	2.73	2.9	**3.0**
Melepas *cover*	3.11	2.43	2.55	2.86	2.97	2.85	2.3	1.96	2.33	1.96	**2.5**
Menyimpan cabinet	2.16	1.7	1.79	1.49	1.43	1.78	1.81	2.63	1.52	2.21	**1.9**
Total	20.97	12.8	15.64	13.13	14.25	12.14	16.46	13.27	12.95	13.09	**14.5**

Berdasarkan tabel 4.1 di atas, diketahui waktu yang dibutuhkan untuk membelah satu unit *keyblock* rata-rata 14,5 detik dengan rincian antara lain mengambil kabinet 3,9 detik, *set up* mesin dan *cover* 3,2 detik, proses belah 3 detik, melepas *cover* 2,5 detik, dan menyimpan *keyblock* 1,9 detik. Rancangan mesin baru yang menggunakan sistem pneumatik ini berpengaruh terhadap proses belah yaitu pada saat mendorong dan menarik *table base*. Proses yang semula dilakukan manual oleh operator menjadi otomatis. Operator tidak perlu mendorong dan menarik *table base* sehingga dalam rentang waktu tersebut bisa

dimanfaatkan untuk mengambil atau meletakkan *keyblock* yang telah dan akan diproses selanjutnya.

PT. Yamaha Indonesia menerapkan sistem *kaizen* atau perbaikan secara terus menerus di perusahaan. Perbaikan-perbaikan yang dilakukan mencakup perbaikan dari hal yang paling kecil namun banyak dan tanpa henti. Dengan mesin baru ini, perusahaan dapat menghemat 3 detik untuk setiap satu unit *keyblock*.

Jika elemen kerja pada tabel 4.1 diuraikan menjadi elemen-elemen kerja secara lebih detail, terdapat beberapa elemen kerja yang hilang akibat modifikasi mesin belah *keyblock*. Perubahan susunan elemen kerja tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Elemen kerja pada mesin belah keyblock sebelum modifikasi

No	**Elemen Kerja**	
	Sebelum Modifikasi	**Sesudah Modifikasi**
1	Mengambil kabinet dari rak	Mengambil kabinet dari rak
2	Mengambil dan meletakkan jig ke meja kerja	Mengambil dan meletakkan jig ke meja kerja
3	Mengaktifkan *cylinder press*	Mengaktifkan *cylinder press*
4	Meletakkan kabinet ke dudukan benda kerja	Meletakkan kabinet ke dudukan benda kerja
5	Mengaktifkan *cylinder lock*	Mengaktifkan *cylinder lock*
6	Menutup *cover*	Menutup *cover*
7	Mengaktifkan mesin belah	Mengaktifkan mesin belah, sekaligus mesin penghisap debu secara otomatis dalam satu tombol
8	Mengaktifkan mesin *vacuum cleaner*	
9	Mengaktifkan mesin *single polytec* di belakang meja kerja	
10	Proses belah dilakukan secara manual oleh operator	Proses belah dilakukan secara otomatis dengan sistem pneumatik
11	Menonaktifkan *cylinder lock*	Menonaktifkan *cylinder lock*
12	Melepas *cover*	Melepas *cover*
13	Mengambil dan meletakkan kabinet ke rak	Mengambil dan meletakkan kabinet ke rak

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa terdapat perubahan elemen kerja pada saat sebelum dan setelah mesin dimodifikasi. Elemen kerja yang hilang adalah proses mengaktifkan mesin *vacum cleaner* dan mesin *single polytec*. Proses tersebut hilang karena pada saat mesin utama diaktifkan, mesin penghisap debu akan secara otomatis aktif. Proses mengaktifkan mesin utama dilakukan bersamaan dengan mengaktifkan *cylinder lock* sehingga waktu yang diperlukan lebih efisien.

4.4 Perhitungan Silinder Pneumatik

Sebelumnya telah dihitung berat beban yang perlu didorong seperti tertuang pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Identifikasi Berat Beban

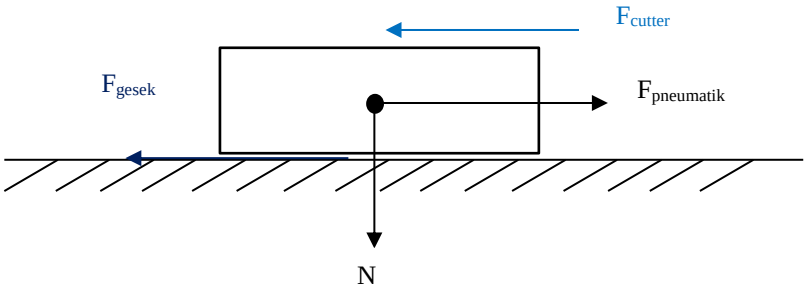
Elemen	**Berat (gr)**	**Jumlah (unit)**	**Total (gr)**
Katup	543,01	3	1689,03
Plat dudukan	18,51	4	74,04
Silinder *press*	79,64	2	159,28
Silinder *lock*	384,22	1	384,22
Dudukan benda kerja	764,28	1	764,28
Table Base	15893,89	1	15893,89
Total			18904,74

Dengan demikian, berat beban yang didorong sebesar 18904,74 gram setara dengan 18,90 *kilogram*. Nilai gravitasi yang digunakan pada perhitungan penelitian ini adalah 9,81 m/s^2. Untuk menghitung beban yang harus didorong, digunakan rumus gaya sebagai berikut :

$\Sigma F_x = 0$

$F_{pneumatik} - F_{gesek} - F_{cutter} = 0$

$$\mathbf{F_{pneumatik} = F_{gesek} + F_{cutter}} \quad (1.1)$$



Gambar 4.5 *Free Body Diagram*

a. Menghitun gaya gesek

$\mathbf{F_{gesek} = \mu \times N}$ (1.2)

$= \mu$ x m x g

= 0,004 x (18,90 kg x 9,81 m/s^2)

= 0,004 x 185,41 N

= 0,74164 N

Keterangan : μ (koefisien gesek) diperoleh dari katalog

b. Menghitung gaya cutter

$\mathbf{F_{cutter}} = \dfrac{\boldsymbol{T}}{\boldsymbol{r}}$ (1.3)

$= \dfrac{14{,}9845612\ Nm}{0{,}28\ m}$

= 53,51629 N

Keterangan :

T : Torsi (Nm) diperoleh dari katalog *Performance Data* (lihat pada lampiran) pada saat 3 HP dengan kecepatan 1425 RPM (1 kgm = 9,8 Nm)

c. Menghitung gaya pneumatik yang dibutuhkan untuk mendorong benda kerja

Hasil hitung persamaan 1.2 dan persamaan 1.3 dimasukkan ke persamaan 1.1.

$\mathbf{F_{pneumatik} = F_{gesek} + F_{cutter}}$

= 0,74164 N + 53,51629 N

= 54,25793 N

Tekanan piston yang digunakan di perusahaan rata-rata sebesar 4 bar atau 400000 N/m^2. Informasi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui luas penampang silinder dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{A} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{P}} \quad (1.4)$$

$$= \frac{54{,}25793 \text{ N}}{400000 \text{ N}/m^2}$$

$$= 1{,}35644825 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Dari hasil persamaan 1.4, diameter silinder pneumatik yang digunakan dapat dihitung dengan rumus :

$$\mathbf{d^2} = \frac{\boldsymbol{A}}{\frac{\mathbf{1}}{\mathbf{4}}\boldsymbol{\pi}} \quad (1.5)$$

$$= \frac{1{,}35644825 \times 10^{-4} m^2}{0{,}785}$$

$$= 1{,}727959554 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$= 0{,}013145187 \text{ m}$$

$$= 13{,}145 \text{ mm}$$

Kemudian diketahui gaya efektif piston pada saat maju untuk mendorong benda kerja dengan rumus sebagai berikut :

$$\mathbf{F_a = A \times p} \quad (1.6)$$

$$= 1{,}35644825 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 400000 \text{ N/m}^2$$

$$= 54{,}25793 \text{ Newton}$$

Selanjutnya diketahui gaya efektif piston pada saat mundur untuk menarik benda kerja dengan rumus sebagai berikut :

$$F_b = A \times P$$

Dimana,

$$\mathbf{A = \left(\frac{\pi}{4}\right) x \left(d_s^2 - d_p^2 \right)} \quad (1.7)$$

$$= \left(\frac{3.14}{4}\right) \times (0{,}008^2 - 0{,}000135^2)$$

$$= \left(\frac{3.14}{4}\right) \times 0{,}000108$$

$$= 0{,}000064 \text{ m}^2$$

$$F_b = 0{,}000064 \text{ m}^2 \times 400000 \text{ N/m}^2$$

$$= 25{,}4 \text{ N}$$

Hasil dari perhitungan yang telah dilakukan masing-masing dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Tabel Hasil Rekapitulasi

No.	Perhitungan	Hasil
1	Berat beban	18,90 *kilogram*
2	Gaya normal	185,41 Newton
3	Gaya gravitasi	9,81 m/s^2
4	Gaya gesek	0,74164 Newton
5	Jari-jari *Cutter*	0,28 m
6	Torsi	14,9845612 Nm
7	Gaya pada pemakanan *cutter*	53,51629 Newton
8	Gaya pneumatik	54,25793 Newton
9	Tekanan piston	400000 N/m^2
10	Diameter silinder	13,145 mm
11	Luas permukaan silinder	0,000135 m^2
12	Gaya efektif piston saat maju	54,25793 Newton
13	Gaya efektif piston saat mundur	25,4 Newton

Berdasarkan tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa berat beban termasuk katup, plat dudukan, silinder *press*, silinder *lock*, dudukan benda kerja, dan *tfeable base* adalah sebesar 18,90 kilogram. Berat tersebut menghasilkan gaya tekan normal saat diam sebesar 185,41 Newton. Dengan jari-jari *cutter* 0,28 meter dan torsi 14,9845612 Nm, proses pemakanan oleh *cutter* menghasilkan gaya sebesar 53,51629 N sehingga gaya pneumatik yang dibutuhkan untuk mendorong benda kerja dengan mempertimbangkan gaya gesek dan gaya pemakanan oleh *cutter* menjadi sebesar 54,25793 N.

Selain itu, piston yang digunakan memiliki tekanan 4 bar atau 400000 Newton per meter persegi, dan diameter piston yang digunakan untuk menekan beban seluas 13,145 milimeter dengan luas permukaannya sebesar 0,000135 meter kuadrat. Kondisi tersebut menghasilkan gaya tekan piston saat maju sebesar 69,11 Newton dan saat mundur sebesar 34,16 Newton. Informasi-informasi

tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menemukan piston dengan spesifikasi yang dibutuhkan di dalam katalog.

4.5 Bill of Material

Berdasarkan perancangan pada bab-bab sebelumnya, kemudian disusun *bill of material* yang akan digunakan untuk merakit mesin. *Bill of material* tersebut terbagi ke dalam tiga komponen utama yaitu *mechanical, machining, dan electrical.* Masing-masing *bill of material* dituangkan pada tabel 4.5 hingga tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4.5 *Bill of material* (BOM) *mechanical*

No	Nama Part	Jumlah	Material/Maker
1	Motor cutter	1 pcs	Teco
2	Linear Motion Guide	4 pcs	Hiwin
3	Linear Motion Rail	2 pcs	Hiwin
4	Air Cylinder Table	1 pcs	TPC
5	Air Cylinder *lock*	1 pcs	TPC
6	Air Cylinder *press*	2 pcs	TPC
7	V belt	1 pcs	Bando
8	Hand Valve	3 pcs	SMC
9	Part Pneumatic Instalation	1 lot	TPC

Tabel 4.6 *Bill of material* (BOM) *machining*

No	Nama Part	Jumlah	Material/Maker
1	Main Frame	1 pcs	SS400
2	Table Base	1 pcs	SS400
3	Motor Mounting and Adjuster Belt	1 pcs	SS400
4	Tipped saw main shaft	1 pcs	VCN150
5	Tipped saw flange	2 pcs	S45C
6	Pulley tipped saw	1 pcs	S45C
7	Pulley motor	1 pcs	S45C

No	Nama Part	Jumlah	Material/Maker
8	Inbush bolt	1 lot	Baja
9	Lain-lain	1 lot	-

Tabel 4.7 *Bill of material* (BOM) *electrical*

No	Nama Part	Jumlah	Material / Maker
1	MCCB 5 A	1 pcs	Fuji
2	Fuse 10A	3 pcs	Hanyong
3	Trafo 300 watt	1 pcs	Matshuyoshi
4	MCB 2A	1 pcs	Schneider
5	Pilot lamp	1 pcs	Hanyong
6	Sign tower 3 lamp	1 pcs	Hanyong
7	Push button 20mm (hijau)	1 pcs	Fuji
8	Push button 20mm (merah)	1 pcs	Fuji
9	Emergency button 25mm	1 pcs	Fuji
10	Magnetic contactor	2 pcs	Mitsubitshi
11	Overload relay	1 pcs	Mitsubishi
12	PLC controller	1 pcs	Omron
13	Limit switch	2 pcs	Omron
14	Terminal block	30 pcs	General
15	Panel box control	1 pcs	SAKA
16	Solenoid valve	1 pcs	SMC
17	Cable wiring motor	15 mtr	Supreme
18	Cable wiring control	50 mtr	Supreme
19	Skun power dan motor	1 pak	General
20	Skun control	3 pak	General
21	Fan	2 pcs	Sankomec

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa perancangan mesin belah *keyblock* terfokus pada beberapa hal, yaitu sebagai berikut :

1. Modifikasi penempatan posisi *push button* ke dalam *control panel* agar menjadi satu lokasi untuk menurunkan langkah proses operator pada saat *set up* mesin.
2. Modifikasi mekanisme gerak benda kerja dengan penambahan silinder pneumatik untuk menghilangkan proses mendorong dan menarik benda kerja secara manual oleh operator.
3. Modifikasi saluran pembuangan limbah yang awalnya tiga saluran menjadi satu saluran untuk mengoptimalkan penyerapan limbah hasil pembelahan.

5.2 Saran

Berikut saran yang dapat penulis sampaikan berdasarkan penelitian yang dilakukan :

1. Untuk perancangan berikutnya, diharapkan pihak-pihak yang terkait dalam diskusi lebih memperhatikan desain secara lebih *detail*.
2. Dapat menganalisa struktur kekuatan rangka yang digunakan dengan beban-beban yang ada.
3. Menganalisa sistem transmisi antara motor penggerak dengan *cutter* agar penggunaannya lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Afrizal, A. dan Ikhsan A. (2013). *Perancangan Sistem Otomasi Pencacah umlah Produksi di PT. Coca Cola Bottling Indonesia-Central Sumatera.* Jurnal Teknik Industri Universitas Bung Hatta, Vol. 2 No. 1.

Anton. Teknik Mesin Manufaktur. (2012). *CAD (Computer Aided Design).*Dari :http://teknik-manufaktur.blogspot.co.id/2012/09/cad-computer-aided-design.html. Diakses tanggal 29 september 2016, 13.20 WIB.

AppliCAD Indonesia. (2014). *Fungsi Software solidwork.* Dari : http://www.applicadindonesia.com/news/fungsi-*Software*-solidworks. Diakses tanggal 29 september 2016, 11.40 WIB.

Imai, Masaaki. (1998). *Gemba Kaizen; Pendekatan Akal Sehat, Berbiaya Rendah pada Manejemen.* Diterjemahkan oleh Kristianto Jahja. Jakarta : Pusataka Binaman Pressindo.

Krist, Thomas. (1993). *Dasar-dasar Pneumatik*. Jakarta : Penerbit Erlangga

Martino. (2012). *Analisis dan Perhitungan Pneumatik Sistem pada Penggunaan Miniature Furniture Multifungsi.* Jakarta : Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Ningsih, Dewi Handayani Untari. (2005). *Computer Aided Design / Computer Aided Manufaktur (CAD/CAM).* Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Stikubank Semarang.

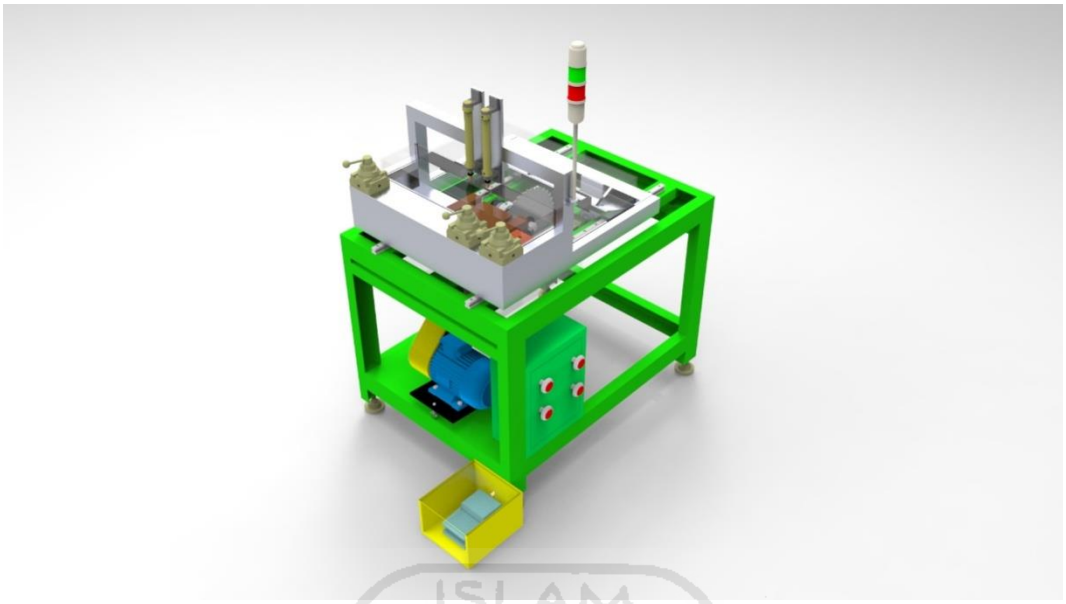
Nur Cholis, Adnan. (2016). *Peningkatan Efisiensi pada Proses Cutting Sizier dengan Perancangan Mesin Auto Return di PT. Yamaha Indonesia.* Skripsi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

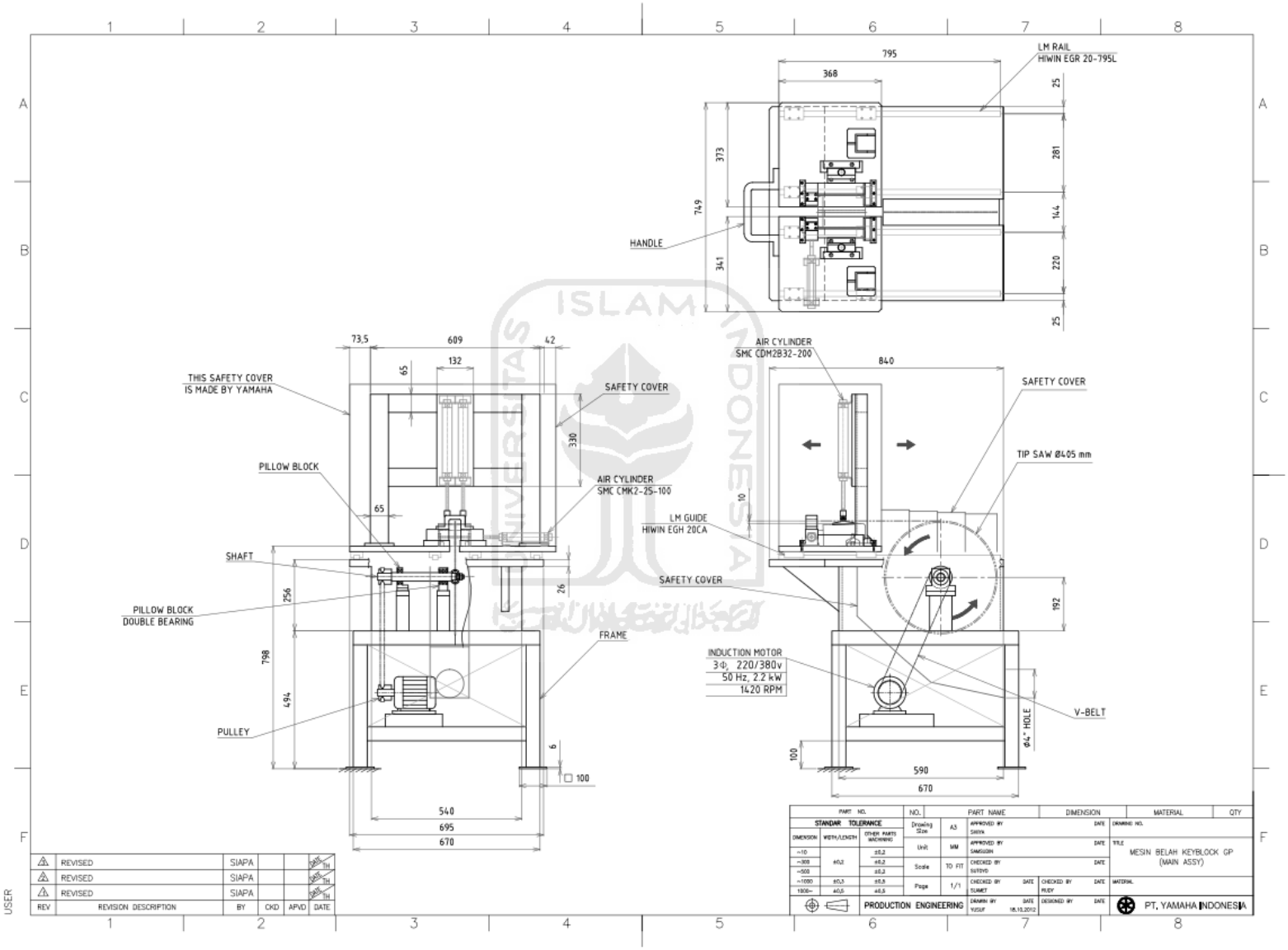
Patient, P., Pickup, R., dan Powel, N. (1985). *Pengantar Ilmu Teknik Pneumatika.* Jakarta : Penerbit PT. Gramedia.

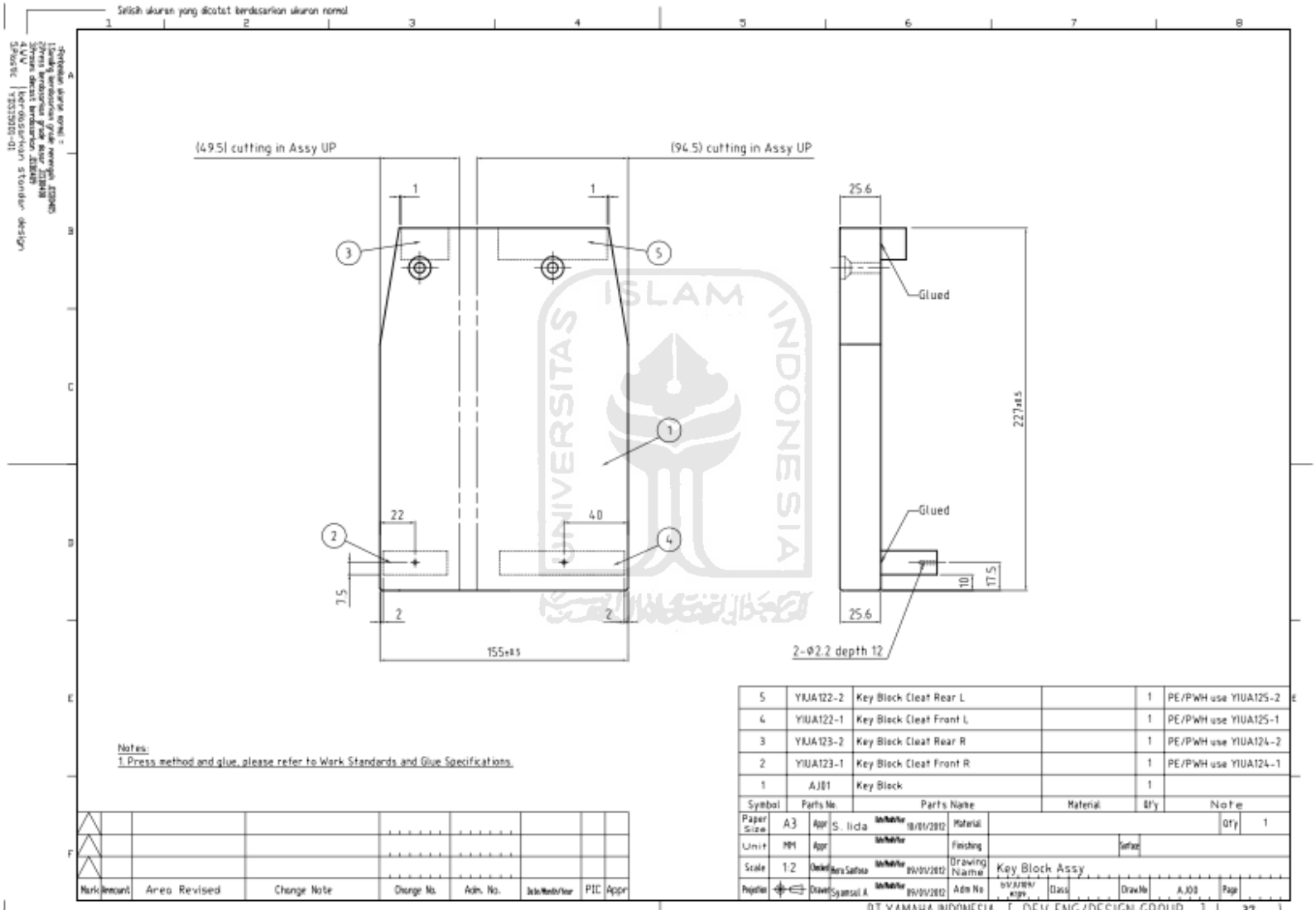
Prasetyo, Rio. (2016). *Desain Mesin Cutting Groove Single Tenoner Kaizen Periode 192 Untuk Penurunan Proses Kerja di PT. Yamaha Indonesia.* Skripsi. Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

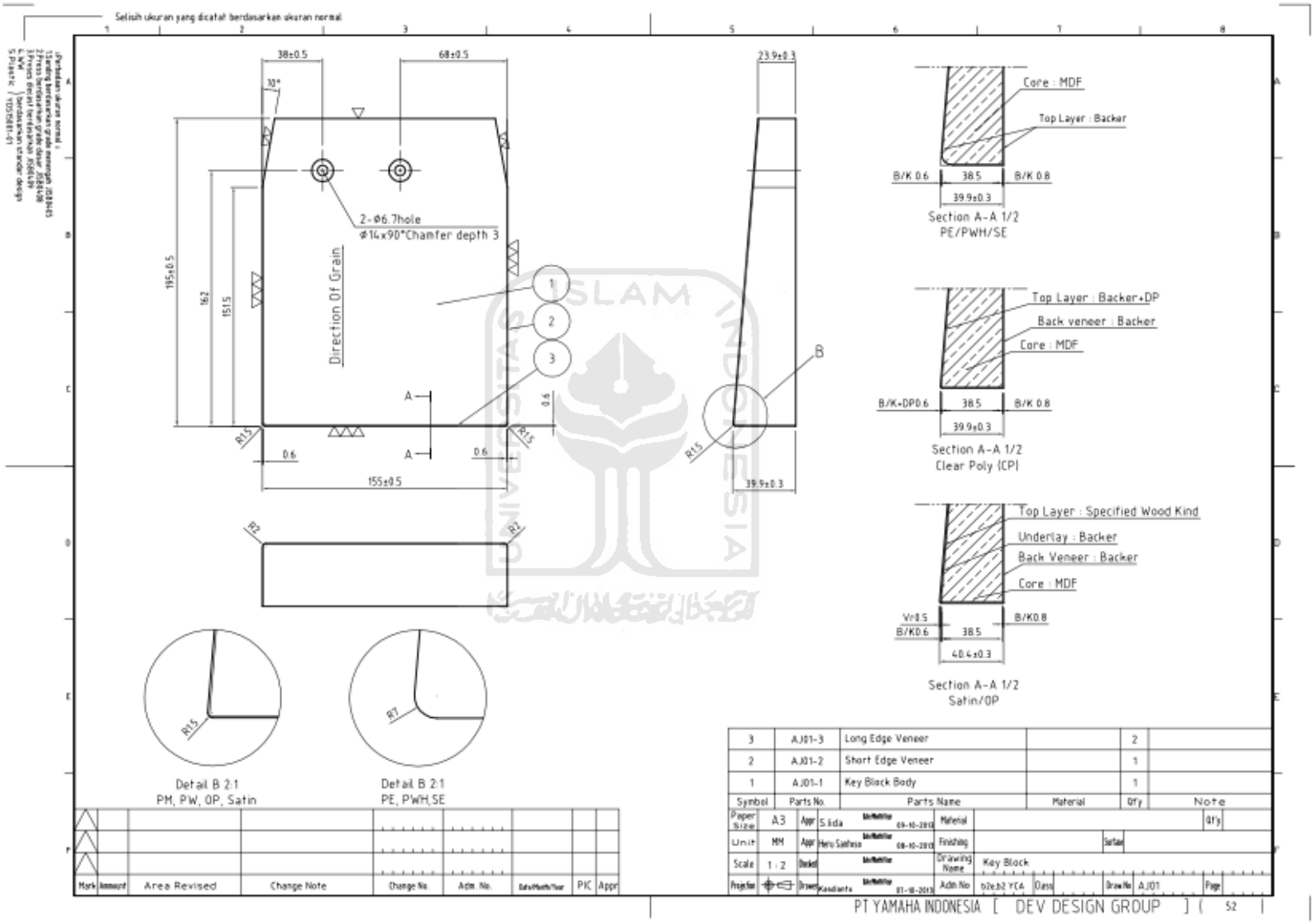
Suwando, Chandra. (2012). *Penerapan Budaya Kerja Unggulan 5S di Indonesia.* Jurnal Magister Manajemen. Jakarta : IBM ASMI.

LAMPIRAN




LM RAIL
HIWIN EGR 20-795L
795
368
373
749
341
HANDLE
25
281
144
220
25
AIR CYLINDER
SMC CDM2B32-200
840
SAFETY COVER
TIP SAW Ø405 mm
10
LM GUIDE
HIWIN EGH 20CA
SAFETY COVER
192
INDUCTION MOTOR
3Φ, 220/380v
50 Hz, 2.2 kW
1420 RPM
V-BELT
Ø4 " HOLE
100
590
670
73,5
609
42
132
65
THIS SAFETY COVER
IS MADE BY YAMAHA
SAFETY COVER
330
PILLOW BLOCK
AIR CYLINDER
SMC CMK2-25-100
65
SHAFT
256
26
PILLOW BLOCK
DOUBLE BEARING
798
494
FRAME
PULLEY
6
100
540
695
670
USER
REVISED SIAPA TH
REVISED SIAPA TH
REVISED SIAPA TH
REV REVISION DESCRIPTION BY CKD APVD DATE
PART NO. NO. PART NAME DIMENSION MATERIAL QTY
STANDAR TOLERANCE
DIMENSION WIDTH/LENGTH OTHER PARTS MACHINING
~10 ±0,2
~300 ±0,2 ±0,2
~500 ±0,2
~1000 ±0,3 ±0,5
1000~ ±0,5 ±0,5
Drawing Size A3
Unit MM
Scale TO FIT
Page 1/1
APPROVED BY SHINTA DATE
APPROVED BY SAMSUDIN DATE
CHECKED BY SUTOYO DATE
CHECKED BY SUMET DATE
CHECKED BY RUDY DATE
DRAWN BY YUSUF 16.10.2012 DATE
DESIGNED BY DATE
DRAWING NO.
TITLE
MESIN BELAH KEYBLOCK GP
(MAIN ASSY)
MATERIAL
PRODUCTION ENGINEERING
PT. YAMAHA INDONESIA


(49.5) cutting in Assy UP
(94.5) cutting in Assy UP
25.6
Glued
227±0.5
Glued
22
40
7.5
2
155±0.5
10
17.5
25.6
2-Ø2.2 depth 12
Notes:
1 Press method and glue, please refer to Work Standards and Glue Specifications.
5 YIUA122-2 Key Block Cleat Rear L 1 PE/PWH use YIUA125-2
4 YIUA122-1 Key Block Cleat Front L 1 PE/PWH use YIUA125-1
3 YIUA123-2 Key Block Cleat Rear R 1 PE/PWH use YIUA124-2
2 YIUA123-1 Key Block Cleat Front R 1 PE/PWH use YIUA124-1
1 AJ81 Key Block 1
Symbol Parts No. Parts Name Material Q'ty Note
Paper Size A3 Appr S. Iida 18/01/2012 Material Q'ty 1
Unit MM Appr Finishing Surface
Scale 1:2 Checked Hera Sastoto 19/01/2012 Drawing Name Key Block Assy
Projection Drawn Syamsul A. 19/01/2012 Adm No Class Draw No AJ08 Page
Mark Amount Area Revised Change Note Change No. Adm. No. Date/Month/Year PIC Appr
PT YAMAHA INDONESIA [DEV ENG/DESIGN GROUP] 37


Selisih ukuran yang dicatat berdasarkan ukuran normal
38±0.5
68±0.5
23.9±0.3
10°
2-Ø6.7hole
Ø14x90°Chamfer depth 3
Direction Of Grain
195±0.5
162
151.5
R1.5
0.6
155±0.5
R2
Core : MDF
Top Layer : Backer
B/K 0.6
38.5
B/K 0.8
39.9±0.3
Section A-A 1/2
PE/PWH/SE
Top Layer : Backer+DP
Back veneer : Backer
Core : MDF
B/K+DP0.6
Clear Poly (CP)
Top Layer : Specified Wood Kind
Underlay : Backer
Back Veneer : Backer
Core : MDF
Vn0.5
B/K0.6
B/K0.8
40.4±0.3
Satin/OP
R15
R7
Detail B 2:1
PM, PW, OP, Satin
Detail B 2:1
PE, PWH,SE
3 AJ01-3 Long Edge Veneer 2
2 AJ01-2 Short Edge Veneer 1
1 AJ01-1 Key Block Body 1
Symbol Parts No. Parts Name Material Q'ty Note
Paper Size A3
Unit MM
Scale 1 : 2
Material
Finishing
Sudah
Drawing Name Key Block
Drawing No AJ01
Page
Mark Amount Area Revised Change Note Change No. Adm. No. Date/Month/Year PIC Appr
PT YAMAHA INDONESIA [DEV DESIGN GROUP] (52)

Performance Data

Motor types AEEB and AEVB, Class F insulation, 380/ 415V - 50HZ

Output		Full	Frame	% Efficiency			% Power Factor			Current (A)		Current (A)		Torque				Rotor	Approx	Approx
HP	KW	Load Speed (RPM)	Size	Full Load	3/4 Load	1/2 Load	Full Load	3/4 Load	1/2 Load	Full Load	Locked Rotor	Full Load	Locked Rotor	Full Load	Locked Rotor	Pull Up	Pull Out	GD^2	Weight AEEB	Weight AEVB
										380 Volts		415 Volts		Kg-m	% FLT	% FLT	% FLT	Kgm^2	Kg	Kg
0.25	0.18	2740	63	61	59.5	55	77.5	69	57	0.60	2.6	0.55	2.4	0.066	335	335	340	0.0019	8	9
		1350	63	63.5	63	58	70	61	49	0.64	2.6	0.59	2.4	0.134	260	260	260	0.0025	9.5	10.5
		910	71	61	57	50	64	55	44	0.73	2.6	0.67	2.4	0.199	260	260	280	0.0073	12	13
		705	80	52	48	39	47	41	34	1.16	3.5	1.06	3.2	0.257	360	350	370	0.0010	16.5	17.5
0.5	0.37	2800	71	75	74	70	85	78	64	0.88	5.3	0.81	4.8	0.130	320	290	310	0.0025	12	13
		1390	71	67	65	59	70	60	48	1.21	5.3	1.11	4.8	0.261	265	245	270	0.0049	12	13
		920	80	66	64	58	67.5	59	46	1.27	5.3	1.17	4.8	0.394	230	215	240	0.0088	16	17
		700	90S	64.5	62	55.5	62	53	43	1.42	5.8	1.30	5.3	0.518	190	180	250	0.0173	20.5	22
0.75	0.55	2780	71	73	72	68	83	75	62.5	1.4	7.9	1.28	7.2	0.196	300	260	280	0.0025	12.5	13.5
		1405	80	71.5	70.5	65	74	65	52	1.61	8.4	1.47	7.7	0.387	260	240	280	0.0072	14	15
		910	80	68	68	63	72	62	49	1.74	6.3	1.59	5.8	0.598	230	210	230	0.0115	17	18
		690	90L	70	70	66	70	61	49	1.74	6.3	1.59	5.8	0.789	180	145	205	0.0228	25	26.5
1	0.75	2785	80	76.5	77	75.5	88	81.5	70	1.68	11	1.54	9.6	0.261	250	230	270	0.0048	14.5	15.5
		1400	80	74	73	69	77	68	54	1.99	11	1.82	10	0.518	260	250	280	0.0088	16	17
		935	90S	74	73	69	71	62	49	2.16	11	1.98	10	0.776	200	185	240	0.0173	21.5	23
		690	100L	68	67	61	66	58	46.5	2.53	11	2.31	10	1.052	190	170	230	0.0326	32	33.5
1.5	1.1	2780	80	78	79	77.5	88.5	83	72.5	2.46	16	2.26	14	0.392	275	250	280	0.0060	17.5	18.5
		1400	90S	74	74	70	79	71	58.5	2.91	16	2.66	14	0.778	210	190	250	0.0137	19.5	21
		935	90L	75	74	69	68.5	60	47	3.31	17	3.03	15	1.164	230	215	270	0.0228	25	26.5
		690	100L	73.5	73.5	71	67.5	60	48	3.43	16	3.14	14	1.578	210	180	220	0.0457	36	37.5
2	1.5	2820	90S	81	81.5	80.5	88	83	73	3.18	20	2.91	18	0.515	260	240	270	0.0099	21.5	23
		1405	90L	76.5	77	74	81	73.5	61	3.66	21	3.35	19	1.033	220	190	250	0.0173	23.5	25
		925	100L	75	74	71	75.5	67.5	54	4	21	3.66	19	1.569	200	190	230	0.0325	33	34.5
		700	112M	71	70	65	67	58	46	4.77	21	4.37	19	2.074	185	160	240	0.0647	41	43
3	2.2	2845	90L	83	84	83	89	85	77	4.6	31	4.21	28	0.765	240	240	290	0.0144	26.5	28
		1425	100L	81	80.5	78.5	82.5	76	63	5.08	34	4.66	31	1.528	250	215	270	0.0325	32	33.5
		950	112M	80.5	80	77.5	76.5	69	56	5.53	34	5.06	31	2.292	190	150	250	0.0584	41	43
		710	132S	81.5	81.5	80	74	66	53	5.64	29	5.17	27	3.067	215	200	250	0.1379	62	65