



TUGAS AKHIR - TM145648

**RANCANG BANGUN MESIN PENYAYAT BAMBU
DENGAN SISTEM KONTROL ELEKTRO-
PNEUMATIK**

**ALFIANA NUR HIDAYATI
NRP. 2113 039 027**

**MUHAMAD FAISOL
NRP. 2113 039 043**

**Dosen Pembimbing
Ir. ARINO ANZIP, M.Eng.Sc
Ir. SRI BANGUN SETYAWATI, MT**

**JURUSAN D-III TEKNIK MESIN DISNAKERTRANSDUK
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**



FINAL PROJECT - TM145648

**DESIGN OF MACHINE STRIPING BAMBOO WITH
ELECTRONIC CONTROL SYSTEMS - PNEUMATIC**

**ALFIANA NUR HIDAYATI
NRP. 2113 039 027**

**MUHAMAD FAISOL
NRP. 2113 039 043**

**Counsellor Lecturer
Ir. ARINO ANZIP, M.Eng.Sc
Ir. SRI BANGUN SETYAWATI, MT**

**DEPARTMENT OF D-III DISNAKERTRANSDUK MECHANICAL
ENGINEERING
Faculty of Technology
Institute of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2016**

**RANCANG BANGUN MESIN PENYAYAT BAMBU
DENGAN SISTEM KONTROL ELEKTRO-
PNEUMATIK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md)

pada

Program Studi Diploma III

Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ALFIANA NUR HIDAYATI

NRP. 2113 039 027

MUHAMAD FAISOL

NRP. 2113 039 043

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc **Ir. Sri Bangun Setyawati, MT**

NIP. 19610714 198803 1 003 NIP. 19520127 198103 2 001

**SURABAYA
September 2016**

RANCANG BANGUN MESIN PENYAYAT BAMBU SEMI OTOMATIS DENGAN SISTEM KONTROL ELEKTRO-PNEUMATIK

Nama Mahasiswa : Alfiana Nur Hidayati
NRP : 2113 039 027
Nama Mahasiswa : Muhamad Faisol
NRP : 2113 039 043
Jurusan : D-3 Teknik Mesin
Disnakertransduk FTI -ITS
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc
2. Ir. Sri Bangun Setyawati, MT
Instruktur Pembimbing : Wahyu Kustriratno, S.Pd

Abstrak

Produksi kerajinan bambu memiliki berbagai tahapan dalam proses produksinya, salah satunya adalah proses penyayatan. Pada proses tersebut masih melakukan penyayatan secara manual. Dengan menggunakan pisau dan tangan operator memerlukan tenaga yang besar dalam pengoperasiannya sehingga mengakibatkan hasil yang tidak seragam. Proses tersebut masih kurang efisien dan efektif yang mana hanya mampu memproses 2.700 sayatan dalam satu hari, dan juga masih jauh dari segi keamanan dan keselamatan kerja.

Berdasarkan dampak negatif yang ditimbulkan pada proses manual penyayatan, maka dibuat mesin penyayat bambu semi otomatis dengan menggunakan sistem elektro pneumatik. Bertujuan menghasilkan konsep dan rancangan sistem yang efisien, mudah, presisi dan berkualitas pada mesin penyayat bambu serta menyusun standart prosedur operasional melalui perhitungan eksak. Sehingga menjadikan mesin penyayat bambu berbasis teknologi dan otomasi.

Pada mesin penyayat bambu semi otomatis, operator hanya meletakkan potongan bambu yang berbentuk kotak dengan dimensi 400x50x15mm sebanyak 15 buah dalam kotak bambu dan menekan tombol pengoperasian serta dengan pengamanan *push button emergency* sebagai *protector operator* pada rangka mesin. Dari segi ketepatan, kecepatan, dan keakuratan lebih presisi, cepat dan meningkatkan jumlah produksi. Mesin penyayat bambu ini mampu menghasilkan 13.500 sayatan dalam satu hari. Lima belas bambu dengan berat 1 kg menghasilkan sayatan layak pakai 87 % dan tidak layak pakai 13 %. Alat ini menggunakan silinder pneumatik dengan diameter 100 mm, *stroke* 700 mm dan gaya dorong 4796,79 N. Gaya geser pada alat ini sebesar 1667,7 N dan gaya pegas sebesar 1700 N. Material yang digunakan untuk *frame* yaitu plat besi tipe ST 40 dengan ukuran 1400x250x600mm. Mesin penyayat bambu dengan sistem elektro-pneumatik ini dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas para pengrajin bambu.

Kata kunci: penyayat, elektro-pneumatik, kerajinan bambu

SEMI AUTOMATIC BAMBOO CUTTER MACHINE WITH ELECTRO PNEUMATIC CONTROL SYSTEM

Student Name : ***Alfiana Nur Hidayati***
NRP : ***2113 039 027***
Student Name : ***Muhamad Faisol***
NRP : ***2113 039 043***
Departement : ***D-3 Teknik Mesin***
Disnakertransduk FTI -ITS
Counsellor Lecturer : ***1. Ir. Arino Anzip, M.Eng.Sc***
2. Ir. Sri Bangun Setyawati, MT
Counsellor Instructor : ***Wahyu Kustriratno, S.Pd***

Abstract

Bamboo craft production which has many steps in the making process, one of the process is cutting process. Still doing the cutting process in manual ways by using knife. By using this knife, the operator will need a great amount of energy to cut the bamboo and the cutting result is not uniform. Furthermore, those manual cutting process is not efficient enough as the operator needs one day to make 2.700 cut, and the safety factor from is far below the standart.

According to the negative effect from those manual cutting process, semi automatic bamboo cutter machine with electro pneumatic control system is designed. The main purpose of this activity is to produce concept and system design that efficient, easy, precision and high quality bamboo cutter machine. The other purpose of this activity is to make standart operational procedure according to the exact calculation. So this bamboo cutter machine works based on technology and automation.

By using this semi automatic bamboo cutter machine, the operator only needs to put fifteen rectangular shaped bamboos

with 400x50x15 mm dimension into the box and press the operational button together with the safety button. From the speed, precision and accuracy from the process, this machine faster and more precision than the manual process. Not only that, this machine also capable to increase rate of production as this machine can produce 13.500 cuts in one day. Fifteen of bamboo weighing 1 kg produces incisions worth taking 87 % and not worth taking 13 %. This machine use pneumatic with 100 mm cylinder diameter, stroke 700 mm and produce force up to 4796,79 N. The cutting force of this machine is 1667,7 N and the spring force is 1700 N. The frame which has 1400x250x 600 mm dimension is build with ST 40 steel. The conclusion from all the fact and data above is this semi automatic bamboo cutter machine with electro pneumatic control system can improve the quality and productivity of bamboo craft producer.

Keywords: *cutter, electro pneumatic, bamboo craft*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Sitematika Penulisan.....	4
1.6 Manfaat.....	5
1.7 Target Luaran.....	5
BAB II TINJAUAN TEORI.....	7
2.1 Bambu.....	7
2.2 Proses Penyayatan Bambu.....	8
2.2.1 Penyayatan secara manual menggunakan pisau.....	8
2.2.2 Penyayatan semi otomatis menggunakan roll.....	9
2.3 Sistem Pneumatik.....	10
2.3.1 Persamaan Dasar Pneumatik.....	10
2.3.2 Sistem Kontrol Pneumatik.....	12
2.3.3 Ciri-Ciri Pneumatik.....	18
2.3.4 Komponen-komponen Pneumatik.....	20
2.4 Pegas.....	31
2.4.1 Macam-macam pegas.....	31
2.4.2 Bahan Pegas.....	32
2.4.3 Indeks Pegas.....	33

2.4.4	Faktor Tegangan Wahl	34
2.4.5	Tegangan Maksimal dalam Lilitan Pegas.....	34
2.4.6	Tegangan Maksimum Pegas Tekan.....	35
2.4.7	Lendutan Kawat	36
2.5	Pisau.....	36
2.5.1	Gaya geser (F_s) dan gaya normal bidang geser (F_N) pisau	37
2.5.2	Gaya Gesek (F) dan Gaya Normal (N).....	37
2.5.3	Sudut Geser (θ)	37
2.5.4	Gaya Horizontal (F_H) dan Gaya Vertikal (F_V) Pisau ..	38
2.5.5	Koefisien Gesek Pisau	38
2.5.6	Koefisien Gesek Pisau	38
BAB III METODOLOGI		41
3.1	Observasi lapangan	42
3.2	Studi Literatur	42
3.3	Mendapatkan Data	44
3.4	Perhitungan	44
3.5	Perencanaan Alat	45
3.5.1	Perencanaan Komponen Alat	45
3.5.2	Dimensi Alat.....	50
3.5.3	Perencanaan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik.....	51
3.6	Pembuatan Alat.....	54
3.7	Pengujian Alat.....	57
3.7.1	Cara Kerja Alat.....	57
3.8	Hasil	57
3.9	Pembuatan Laporan	58
BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN.....		59
4.1	Analisa Gaya-gaya	59
4.1.1	Gaya Potong	59
4.1.2	Gaya Pegas	61
4.2	Perencanaan Komponen Pneumatik.....	62
4.2.1	Perencanaan Diameter Pipa Saluran.....	62

4.2.2	Perencanaan FRL	64
4.2.3	Perencanaan aktuator silinder.....	64
4.2.4	Perencanaan valve	67
4.2.5	Perencanaan kompresor.....	68
4.3	Perencanaan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Mesin Penyayat Bambu	69
4.3.1	Sistem Operasi Mesin Penyayat Bambu.....	69
4.3.2	Power Supply	71
4.3.3	Pemilihan Silinder Pneumatik	71
4.3.4	Diagram Sirkuit Pneumatik	72
4.3.5	Diagram Notasi Silinder Kerja	72
4.3.6	Diagram Gerak Langkah Silinder.....	73
4.3.7	Rangkaian Kelistrikan	74
4.4	Perencanaan Pegas	76
4.5	Perencanaan Pisau.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....		83
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Proses Pembuatan Kerajinan Bambu	8
Tabel 2.2 Bahan pegas vc silindris berdasarkan pemakaiannya.	32
Tabel 2.3 Harga modulus geser G	33
Tabel 3.1 Data Gaya Geser Percobaan	43
Tabel 3.2 Perencanaan Dimensi Alat	50
Tabel 3.3 Material yang Digunakan	54
Tabel 3.4 Proses Manufaktur.....	55
Tabel 3.5 Komponen Penggerak	56
Tabel 3.6 Hasil Uji Coba Tebal Sayatan	57
Tabel 3.7 Hasil Uji Coba Sayatan 15 Potong Bambu	58
Tabel 3.8 Kapasitas Produksi Jumlah Sayatan	58
Tabel 4.1 Identifikasi Warna	71
Tabel 4.2 Arti Kode.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Produk Kerajinan Bambu	2
Gambar 1.2 a) Proses Penyayatan Manual b) Hasil Sayatan.....	3
Gambar 2.1 Mesin Penyayat Bambu TA Tahun 2011.....	10
Gambar 2.2 Ilustrasi Hukum Pascal	11
Gambar 2.3 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote	12
Gambar 2.4 Aliran Sinyal pada Sistem Kontrol Pneumatik.....	13
Gambar 2.5 Electro Pneumatik Elements.....	14
Gambar 2.6 a) Rangkaian Rellay b) Rellay.....	16
Gambar 2.7 <i>Push Button On Off</i>	16
Gambar 2.8 a) Normally Open b) Normally Close Contact	17
Gambar 2.9 Limit Switch	17
Gambar 2.10 Lampu Indikator	18
Gambar 2.11 FRL.....	21
Gambar 2.12 <i>One Way Flow Control Valve</i>	25
Gambar 2.13 Katub Solenoid Single 5/2 Way	26
Gambar 2.14 <i>Double Acting Cylinder</i>	27
Gambar 2.15 Simbol <i>Double Acting Cylinder</i>	27
Gambar 2.16 Macam-macam Pegas	32
Gambar 2.17 Faktor Tegangan dari Wahl	34
Gambar 2.18 Tegangan Maksimum Pegas Tekan	35
Gambar 2.19 Lingkaran Merchant's	36
Gambar 2.21 a) Gaya Horizontal (F_H) dan Gaya Vertikal (F_V) b) Gaya Gesek (F) dan Gaya Normal (N)	37
Gambar 3.1 Diagram alir atau flowchart.....	41
Gambar 3.2 Kondisi UKM	42
Gambar 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Potong Bambu	43
Gambar 3.4 Alat-alat uji coba	43
Gambar 3.5 Sket desain Isometri	45
Gambar 3.6 Gambar Alat	46
Gambar 3.7 Box Potongan Bambu.....	46
Gambar 3.8 Pegas.....	47
Gambar 3.9 Pengunci Box.....	47

Gambar 3.10 Engsel	47
Gambar 3.11 Poros	48
Gambar 3.12 Panel Box.....	48
Gambar 3.13 Limit Switch	49
Gambar 3.14 Pisau	49
Gambar 3.15 Roda.....	50
Gambar 3.16 Silinder Pneumatik	50
Gambar 4.1 Analisa gaya-gaya	61
Gambar 4.2 Sketsa Posisi	69
Gambar 4.3 Konfigurasi Sistem	70
Gambar 4.4 Rangkaian Sistem Pneumatik	72
Gambar 4.5 Diagram Notasi.....	73
Gambar 4.6 Diagram Gerak Langkah	74
Gambar 4.7 Diagram Kelistrikan	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bambu termasuk kedalam famili *Graminae*, sub famili *Bambusoidae* dan suku *Bambuseae*. Bambu biasanya mempunyai batang yang berongga, akar yang kompleks, serta daun berbentuk pedang dan pelepah yang menonjol. Bambu adalah tumbuhan yang batang-batangnya berbentuk buluh, beruas, berbuku-buku, berongga, mempunyai cabang, berimpang, dan mempunyai daur buluh yang menonjol (Dransfield and Widjaja 1995).

Bambu yang sering digunakan dalam pembuatan anyaman adalah bambu apus (*Gigantochloa apus*). Bambu apus merupakan jenis bambu yang memiliki batang tegak dan banyak anakan. Ciri-ciri batang bambu apus antara lain tinggi 10-20 m, memiliki panjang buku 30-60 cm, dan tebal dinding batangnya 0,6-1,3 cm (Anas 2002).

Bambu ini diduga berasal dari Burma dan sekarang tersebar luas di seluruh Indonesia. Umumnya bambu apus tumbuh di dataran rendah dan dapat juga tumbuh dengan baik di daerah pegunungan sampai ketinggian 1000 mdpl. Jenis bambu ini merupakan jenis yang banyak dibudidayakan, karena memiliki kegunaan yang sangat banyak. Kegunaan bambu apus antara lain untuk kerajinan anyaman seperti capil, besek, kipas, kotak tisu, wadah snack, dan lain-lain (Sudarnadi 1996).

Kurz (1876) diacu oleh Dransfield menyatakan bahwa bambu merupakan salah satu sumberdaya alam tropis dengan sebaran yang luas. Selain itu, bambu memiliki pertumbuhan yang cepat, mudah dibentuk, dan telah digunakan secara luas oleh masyarakat Asia (Dransfield and Widjaja 1995). Bambu mudah ditemukan diseluruh pelosok Indonesia. Pertumbuhannya sangat cepat dan dapat ditanam tanpa memerlukan pemeliharaan khusus, salah satunya di daerah Magetan.

Di Indonesia minimal terdapat 10 jenis bambu yang cocok untuk dijadikan bahan baku anyaman. Umur bambu yang paling baik untuk bahan baku anyaman adalah ketika berumur 1-1,5 tahun. Bila bambu terlalu tua akan sulit untuk diraut, sedangkan

bila bambu terlalu muda akan mudah mengerut dan dimakan ubuk (Widjaja, Mahyar and Utomo 1998). Sedangkan menurut Sutiyono (2006), bambu baru akan dipanen pada usia 4 tahun. Setelah 4 tahun, pemanenan bambu baru bisa dilakukan secara berkelanjutan, yang artinya bambu dapat dipanen setiap tahunnya (Anas 2002).

Usaha kerajinan bambu ini sangat menjanjikan untuk dikembangkan, terutama di daerah yang terdapat banyak bambu seperti Magetan. Kami bekerjasama dengan UD. Putri Ragil, sebuah industri kerajinan bambu yang beralamat di Desa Ringinagung, Kec. Magetan, Kab. Magetan. Selama ini, UD. Putri Ragil telah banyak menjual produknya hampir diseluruh kota di Indonesia.



Gambar 1.1 Produk Kerajinan Bambu

Proses pembuatan kerajinan bambu dimulai dari pembuangan kulit ari bambu, pemotongan bambu menjadi beberapa bagian, penyayatan, penghalusan dan penganyaman. Di UD. Putri Ragil kami menemukan permasalahan yang dalam proses pembuatan kerajinan bambu, yaitu pada proses penyayatan. Selama ini, UD. Putri Ragil masih menggunakan cara manual dalam menyayat bambu. Cara tersebut sangat tidak efisien mengingat banyaknya pesanan yang sering UD. Putri Ragil terima.



Gambar 1.2 a) Proses penyayatan secara manual
b) Hasil sayatan

Afristian dan Didik Supriyanto (2011) pernah membuat alat penyayat bambu. Alat ini dapat menyayat bambu menjadi dua bagian. Mekanisme kerja alat tersebut menggunakan motor 1 HP dengan putaran 257 rpm, gaya belah 37 kgf dan kapasitas mesin sebanyak 462 sayatan/jam (Dwiranda and Supriyanto 2011).

Oleh karena itu, kami merancang Mesin Penyayat Bambu Otomatis dengan Sistem Elektro Pneumatik Guna Meningkatkan Produktivitas UD. Putri Ragil. Rancang bangun ini dilengkapi dengan pisau yang memiliki dua mata potong dengan sistem elektro pneumatik, sehingga akan menghasilkan sayatan yang lebih banyak. Dengan pemakaian rancang bangun ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas kerajinan bambu di UD. Putri Ragil.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diselesaikan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menciptakan alat penyayat bambu sebagai alternatif tepat bagi pengrajin bambu untuk meningkatkan produktivitas kerajinan bambu?
2. Berapa gaya penyayatan dan bagaimana mendapatkan perencanaan pemilihan diameter silinder pneumatik yang digunakan?
3. Bagaimana mendapatkan bahan pisau dan diameter pegas yang sesuai dengan kebutuhan?

4. Bagaimana merancang dan membuat alat penyayat bambu yang bekerja secara optimal dan aman?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil untuk Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan dan keseimbangan rangka pada mesin tidak dihitung atau dinyatakan aman
2. Dimensi potongan bambu 400x50x15 mm
3. Batang dan bushing sliding tidak diperhitungkan atau dianggap aman

1.4 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menciptakan alat penyayat bambu sebagai alternatif tepat bagi pengrajin bambu untuk meningkatkan produktivitas kerajinan bambu
2. Mendapatkan besarnya gaya penyayatan dan diameter silinder pneumatik yang digunakan pada mesin penyayat bambu
3. Mendapatkan bahan pisau dan diameter pegas yang sesuai dengan kebutuhan
4. Merancang dan membuat alat penyayat bambu yang bekerja secara optimal dan aman

1.5 Sitematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan TA ini adalah sebagai berikut:

BABI Pendahuluan

Berisi tentang latar belakang penulisan, permasalahan yang diangkat, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika penulisan, dan relevansi.

BAB II Dasar Teori

Membahas tentang teori serta konsep sistem kontrol elektro-pneumatik dan komponen-komponen yang berkaitan dengan mesin penyayat bambu.

BAB III Metodologi

Membahas tentang diagram alir beserta penjelasan, dan menjelaskan prinsip kerja mesin penyayat bambu.

BAB IV Perencanaan dan Perhitungan

Membahas tentang perencanaan dan perhitungan analisa gaya-gaya dan sistem elektro-pneumatik yang terjadi.

BAB V Penutup

Membahas tentang kesimpulan dari hasil analisis dan saran-saran penulis.

1.6 Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan produktivitas pengrajin bambu dengan mempercepat proses penyayatan
2. Mengurangi resiko kecelakaan kerja pada proses penyayatan bambu
3. Dapat menghasilkan sayatan dengan tebal yang konstan

1.7 Target Luaran

Luaran yang diharapkan dari Program Kreativitas Mahasiswa ini adalah sebagai berikut :

1. Terciptanya suatu produk mesin untuk proses penyayatan bambu dengan sistem elektro pneumatik yang mudah dioperasikan dan bermanfaat bagi pengrajin anyaman bambu
2. Mendapatkan *Standard Operation Product* (SOP) untuk menjadi pedoman bagi para pengrajin anyaman bambu
3. Paten alat dan mendapat artikel ilmiah dengan judul *Rancang Bangun Penyayat Bambu Otomatis dengan Sistem Elektro Pneumatik*

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Bambu

Bambu apus merupakan jenis bambu yang memiliki batang tegak dan banyak anakan. Ciri-ciri batang bambu apus antara lain tinggi 1000-2000 cm, memiliki panjang buku 30-60 cm, dan tebal dinding batangnya 0,6-1,3 cm. Selain itu bambu apus memiliki pelepah dengan miang berwarna coklat kehitaman yang mengkilap. Pelepah ini tidak mudah jatuh, walaupun batangnya sudah tua (Sudarnadi 1996).

Bambu memiliki sifat fisis dan sifat mekanis. Sifat mekanis adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menaruh gaya yang datang dari luar yang biasa disebut gaya luar atau beban. Sifat-sifat mekanis tersebut meliputi kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan geser, kekuatan lentur, sifat kekakuan, sifat keuletan, sifat kekerasan, dan sifat ketahanan belah (Mardikanto, Karlinasari and Bahtiar 2011). Sifat mekanis bambu dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis bambu, umur, kelembaban, bagian buluh bambu (pangkal, tengah, dan ujung), serta letak dan jarak ruas (Frick 2004).

Dalam perancangan Mesin Penyayat Bambu Otomatis ini dibutuhkan data mengenai kekuatan geser bambu apus. Kekuatan geser adalah ukuran kemampuan suatu bahan untuk menahan gaya yang cenderung untuk menggeser satu bagian dengan bagian yang lain pada bahan yang sama (Anas 2002). Kekuatan geser dipengaruhi oleh tebalnya dinding batang bambu dan posisi ruas (*internode*) atau buku (*node*). Kekuatan geser pada dinding bambu 10 mm menjadi 11% lebih rendah daripada dinding bambu setebal 6 mm, serta bagian ruas memiliki kekuatan geser lebih besar 50% daripada bagian buku (Anas 2002).

2.2 Proses Penyayatan Bambu

2.2.1 Penyayatan secara manual menggunakan pisau

Selama ini, kebanyakan pengrajin masih menggunakan cara manual untuk menyayat bambu sebagai bahan baku anyaman bambu. Proses-proses yang harus dilakukan dalam membuat kerajinan bambu secara manual adalah sebagai berikut:

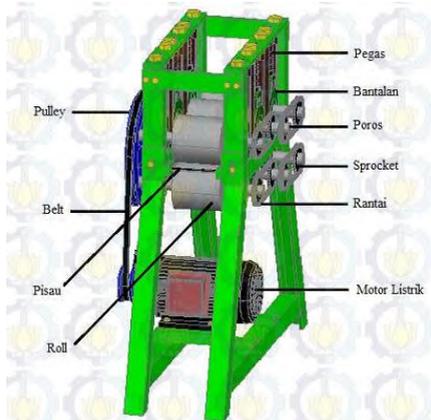
Tabel 2.1 Proses Pembuatan Kerajinan Bambu

No	Gambar	Keterangan
1		<p>Bambu apus (<i>Gigantochloa Apus</i>)</p>
2		<p>Proses pembuangan ruas-ruas pada bambu</p>
3		<p>Proses pemotongan bambu menjadi beberapa bagian</p>
4		<p>Proses penyayatan bambu</p>

No	Gambar	Keterangan
5		Proses penghalusan sayatan
6		Proses penganyaman
7		Produk anyaman bambu

2.2.2 Penyayatan semi otomatis menggunakan roll

Dalam pelaksanaan studi literatur, selain pengumpulan data untuk kebutuhan dan perencanaan rancang bangun mesin juga perlu adanya studi literatur dari Tugas Akhir sebelumnya yang berfungsi untuk menyayat bambu. Tugas Akhir tersebut dibuat oleh Afristian Arief Dwiranda dan Didik Supriyanto dengan judul *Rancang Bangun Mesin Penyayat Bambu untuk Produksi Sayatan Bambu sebagai Bahan Baku Anyaman Bambu* (Dwiranda and Supriyanto 2011).



Gambar 2.1 Mesin Penyayat Bambu TA Tahun 2011

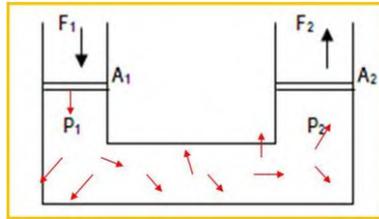
2.3 Sistem Pneumatik

2.3.1 Persamaan Dasar Pneumatik

Sebagai hukum-hukum dasar udara bertekanan, terdapat hukum pascal dan hukum boyle.

a. Hukum Pascal

Tentang perpindahan tekanan statis, terdapat hukum pascal yang secara eksperimen dibuktikan Blaise Pascal. Melalui penelitiannya, pascal berkesimpulan bahwa apabila tekanan diberikan pada fluida yang memenuhi sebuah ruangan tertutup, tekanan tersebut akan diteruskan oleh fluida tersebut ke segala arah dengan besar yang sama tanpa mengalami pengurangan. Berdasarkan hukum pascal ini diperoleh prinsip bahwa dengan gaya yang kecil dapat menghasilkan suatu gaya yang lebih besar.



Gambar 2.2 Ilustrasi Hukum Pascal

Secara analisis sederhana, Hukum Pascal dapat digambarkan seperti pada gambar 2.1. Tekanan oleh gaya sebesar F_1 terhadap pipa 1 yang memiliki luas penampang pipa A_1 , akan diteruskan oleh fluida menjadi gaya angkat sebesar F_2 pada pipa 2 yang memiliki luas penampang pipa A_2 dengan besar tekanan yang sama. Oleh karena itu, secara matematis Hukum Pascal ditulis sebagai berikut:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.1})$$

(Esposito, 2003)

Sehingga tekanan sebesar P akan diteruskan ke segala arah atau ke semua bagian pada sistem, sehingga permukaan A_2 terangkat dengan gaya sebesar :

$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \quad \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.2}) \end{aligned}$$

(Esposito, 2003)

Dimana:

F_1 = gaya pada pengisap pipa 1,

A_1 = luas penampang pengisap pipa 1,

F_2 = gaya pada pengisap pipa 2, dan

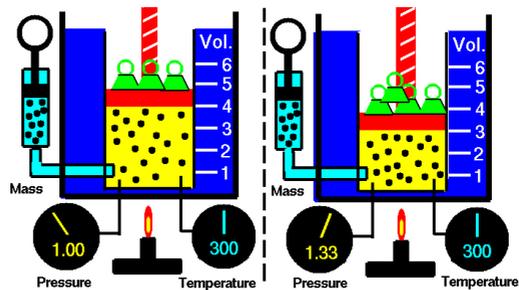
A_2 = luas penampang pengisap pipa 2

2. Hukum Boyle

Robert Boyle menyatakan tentang sifat gas bahwa massa gas (jumlah mol) dan temperature suatu gas dijaga konstan, sementara volume gas diubah ternyata tekanan yang dikeluarkan gas juga berubah sedemikian hingga perkalian antara takanan (P) dan volume (V), selalu mendekati konstan. Dengan demikian suatu kondisi gas adalah sempurna (ideal).

Kemudian hukum ini dikenal dengan Hukum Boyle dengan persamaan:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{konstan} \quad (\text{Esposito, 2003}) \dots\dots\dots(2.3)$$



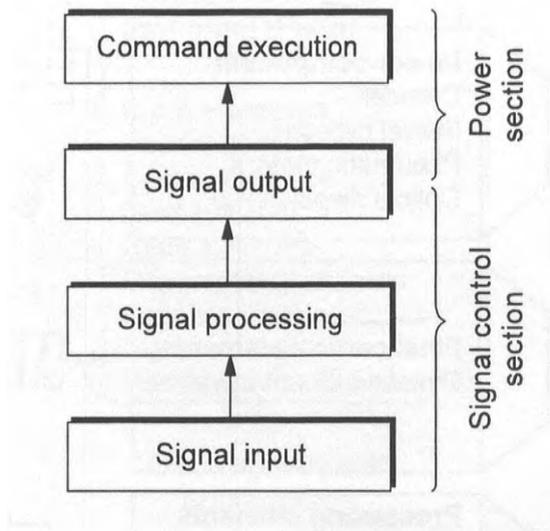
Gambar 2.3 Ilustrasi Hukum Boyle Mariote

2.3.2 Sistem Kontrol Pneumatik

a. Aliran Sinyal dalam Sistim Kontrol

Sistim kontrol yang digunakan pada sistim pneumatik pada dasarnya terdiri atas sinyal input, prosesiing sinyal, sinyal output dan eksekusi perintah. Keterkaitan sinyal – sinyal ini dalam aplikasinya biasanya ditunjukkan oleh diagram aliran sinyal atau signal flow diagram. Sinyal input dan sinyal proses merupakan sinyal dengan daya rendah. Pada tahap sinyal output, sinyal akan diperkuat dari daya rendah ke daya tinggi dan sinyal ini menjembatani antara signal control section dan power section. Eksekusi perintah akan terjadi pada daya tinggi dan sinyal ini merupakan bagian dari power section dari sistim kontrol.

Komponen – komponen kontrol pada sistim pneumatik murni maupun sistim elektropneumatik disusun sedemikian rupa sehingga aliran sinyalnya jelas yaitu dari bawah ke atas.



Gambar 2.4 Aliran Sinyal Pada Sistim Kontrol Pneumatik

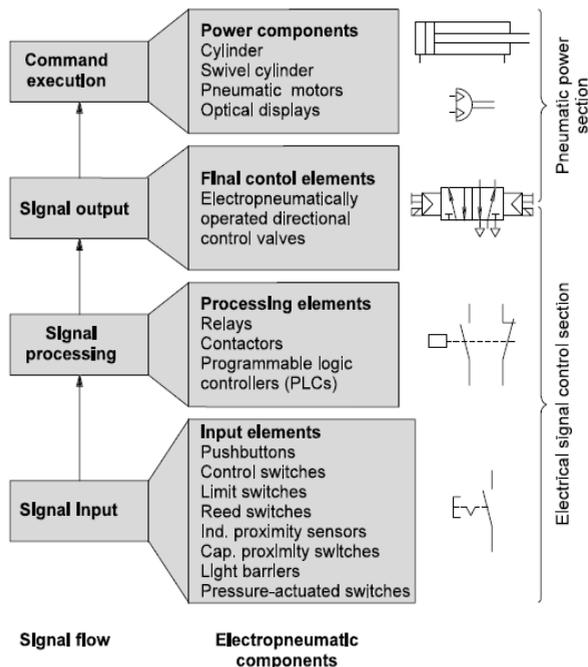
b.Elektro Pneumatik *Controller*

Pengertian Elektro Pneumatik *Controller*

Cara lain untuk mengontrol gerakan rangkaian peralatan pneumatik adalah dengan menggunakan rangkaian listrik. Sistem kontrol pneumatik jenis ini disebut Elektro Pneumatik Controller. Pada sistem kontrol ini untuk menggerakkan rangkaian peralatan pneumatik menggunakan sinyal listrik (AC atau DC) dari peralatan kelistrikannya.

Beberapa peralatan listrik yang sering digunakan dalam pengontrolan rangkaian peralatan pneumatik yaitu: solenoid, relay, push button switch. Solenoid merupakan

salah satu peralatan utama control elektronik dalam rangkaian pneumatik.



Gambar 2.5 Electro Pneumatik Elements
(G and D, 2002)

Komponen-komponen kontrol Elektro Pneumatik

1. Selenoid

Selenoid merupakan salah satu peralatan utama control elektrik dalam rangkaian pneumatik. Selenoid biasanya di pasang pada directional control valve dan biasanya katup ini disebut dengan katup electro pneumatik atau katup selenoid seperti yang telah dijelaskan di sub bab berikutnya. Dengan adanya katup ini memungkinkan mengontrol suatu rangkaian pneumatik dengan menggunakan rangkaian listrik.

Keuntungan menggunakan katup selenoid dalam electro pneumatik adalah sebagai berikut:

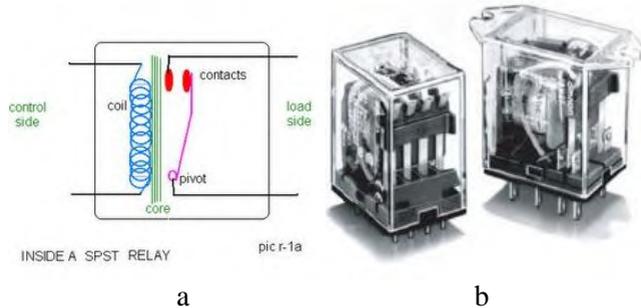
1. Jangkauan pengiriman sinyal listrik lebih jauh daripada sinyal udara
2. Sinyal listrik lebih reaktif daripada sinyal udara
3. Sinyal listrik lebih efisien daripada sinyal udara, karena energi yang digunakan untuk pengontrolan dengan sinyal udara
4. Komponen-komponen yang digunakan dalam rangkaian pengontrolan dengan listrik (elektronik) lebih murah dan lebih hemat ruangan dari pada komponen-komponen pneumatik.

2. Relay

Relay adalah sebuah saklar elektronik yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya. Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

1. Koil : Lilitan dari relay
2. Common : Bagian yang tersambung dengan NC (dalam keadaan normal)
3. Kontak : Terdiri dari NC (*normally close*) dan NO (*normaly open*)

Relay merupakan saklar listrik yang dikendalikan oleh saklar atau switch, computer, atau modul-modul yang lain. Fungsi relay sangat memungkinkan pemakaian arus kecil untuk mengontrol arus yang lebih besar untuk mengurangi beban kerja baterai atau accu pada kendaraan.



Gambar 2.6 a) Rangkain relay b) Relay

3. Push button switch

Saklar digunakan untuk mengalirkan atau memutus aliran listrik yang digunakan dalam sistem pneumatik. Pada prinsipnya ada 2 jenis saklar yang umum digunakan, yaitu saklar kontrol dan saklar tombol yang hanya teraktuasi selama tombol ditekan. Saklar tombol yang digunakan biasanya terbuka atau *Normally Open Contact*.

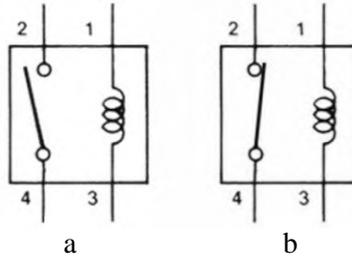


Gambar 2.7 Push Button On Off

Secara sederhana, saklar terdiri dari dua bilah logam yang menempel pada suatu rangkaian, dan bisa terhubung atau terpisah sesuai dengan keadaan sambung (*on*) atau putus (*off*) dalam rangkaian itu.

Saklar push button adalah tipe saklar yang menghubungkan aliran listrik sesaat saja saat ditekan dan

setelah dilepas maka kembali lagi pada posisi *off*. Saklar tipe ini banyak digunakan pada rangkaian elektronika yang di kombinasikan dengan rangkaian pengunci.



Gambar 2.8 a) Normally Open b) Normally Close Contact

4. Limit switch

Sensor ini mempunyai tugas untuk mengukur atau mendapatkan sinyal informasi yang kemudian dialirkan ke bagian *signal processing* untuk diproses. Dalam sistem pneumatik sensor biasanya digunakan untuk:

- Mendeteksi posisi akhir maju dan mundurnya piston dalam silinder
- Mendeteksi keberadaan dan posisi benda kerja
- Mengukur dan memonitor tekanan kerja sistem pneumatik

Limit switch bekerja bila suatu bagian mesin atau benda kerja berada pada posisi tertentu dan biasanya diaktuasikan dengan menggunakan cam. *Limit switch* biasanya merupakan *changeover contact* dan dapat disambung dalam bentuk sambungan *normally closed*, *normally open* atau *changeover contact*.



Gambar 2.9 Limit switch

5. Indikator Lampu

Indikator lampu yaitu sebuah komponen elektronik yang berfungsi sebagai tanda dalam bentuk cahaya yang di dalamnya berupa gabungan antara beberapa kumpulan LED. Lampu indikator pada umumnya digunakan berbagai macam panel pada sistem kelistrikan mesin-mesin industri. Dibawah ini menunjukkan contoh lampu indicator.



Gambar 2.10 Lampu Indicator

2.3.3 Ciri-Ciri Pneumatik

Pengertian pneumatik meliputi alat-alat pergerakan, pengukuran, pengaturan, pengendalian, perhubungan, dan perentangan yang meminjam (mengambil) gaya dan penggerakannya dari udara mampat.

Persaingan antara alat-alat pneumatik dengan alat-alat mekanik, hidrolik, atau elektrik makin menjadi besar, sering kali sistem-sistem pneumatik diutamakan karena :

1. Paling banyak dipertimbangkan untuk beberapa hal dalam mekanisasi dan otomasi
2. Dapat bertahan lebih baik terhadap keadaan kerja tertentu.

Ciri-ciri pneumatik dapat dilihat dari keuntungannya dibandingkan dengan menggunakan peralatan hidrolik minyak atau peralatan listrik:

1. Fluida kerja yang mudah didapat dan mudah diangkat karena udara dimana saja tersedia dengan jumlah yang tak terhingga dan saluran balik tidak diperlukan karena udara bekas dapat dibuang dengan bebas sedangkan pada sistem elektrik dan hidrolik memerlukan saluran balik.
2. Aman terhadap kebakaran dan ledakan, dalam ruang dengan resiko timbulnya kebakaran, alat-alat pneumatik digunakan tanpa dibutuhkan pengamanan yang mahal dan luas.
3. Rasional (menguntungkan), pneumatik adalah 40-50 kali lebih murah dari pada tenaga otot. Hal yang sangat penting pada mekanisasi dan otomatisasi produksi serta komponen-komponen untuk peralatan pneumatik tanpa pengecualian adalah lebih murah jika dibandingkan dengan komponen-komponen peralatan hidrolik.
4. Energi pneumatik dihantarkan melalui pipa untuk menjalankan alat-alat mekanik, kecepatan dapat diatur secara bebas pengontrol dan gaya pendorong diatur oleh valve pengontrol tekanan, dan selang-selang elastik memberi kebebasan pindah yang besar sekali dari komponen pneumatik ini
5. Sirkuit pneumatik pada umumnya memakai tekanan 6-12 kgf/cm^2 , menghasilkan output yang lebih dari sirkuit hidrolik, maka dari itu lebih cocok untuk pengerjaan ringan (light duty)

6. Udara bertekanan mempunyai tahanan dan resistansi yang kecil terhadap aliran (Flow) dan dapat disalurkan dengan cepat dari pada tenaga hidrolik.
7. Udara kempa merupakan media kerja yang sangat cepat. Ini memungkinkan kecepatan kerja tinggi untuk dapat tercapai. Dengan komponen-komponen udara kempa, kecepatan dan daya mampu diubah-ubah secara tak terbatas.

2.3.4 Komponen-komponen Pneumatik

a. Pipa Pneumatik

Pipa pneumatik ini berhubungan dengan sistem pendistribusian udara dalam pneumatik. Untuk mendistribusikan udara bertekanan dari kompresor ke peralatan pneumatik lainnya maka diperlukan pipa yang berfungsi untuk menyalurkan udara bertekanan.

Pressure Losses Dalam Pipa Pneumatik

Didalam sistem pneumatik, kerugian tekanan pada pipa saluran pneumatik antara udara masuk kompresor hingga udara yang akan masuk ke dalam silinder (aliran terjauh) tidak boleh lebih dari 0,05 bar (Majumdar 1995).

$$\Delta P = \frac{1,6 \times 10^5 \times Q^{1,85} \times L}{d^{5} p_1} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.4})$$

(Majumdar, 1995)

Dimana :

ΔP = Preassure Loss (Pa)

L = Panjang pipa saluran (m)

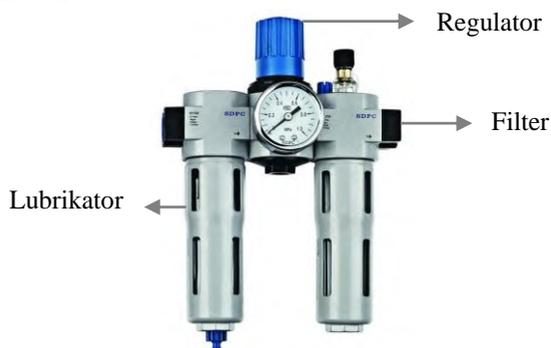
Q = Kapasitas silinder (m³/s)

P₁ = Tekanan Operasi (Pa)

b. FRL

Udara yang dihisap oleh kompresor udara tidak bersih, karena adanya banyak jenis pencemar/pengotor di atmosfer. Untuk menghasilkan udara yang bersih dan bebas dari pencemaran, maka udara yang keluar harus disaring terlebih dahulu. 3 elemen yang ada didalam FRL adalah:

1. Air filter
2. Pressure regulator
3. Lubricator



Gambar 2.11 FRL

Air Filter (saringan udara)

Udara diatmosfir yang dikempa oleh kompresor mengandung benda-benda pengotor seperti debu, oli residu, uap basah, dan butiran-butiran halus lainnya. Apabila udara ditekan dengan kompresor, udara kompresi tersebut akan mengandung sejumlah pengotor atau cemar.

Jika udara yang berisi cemar tersebut masuk kedalam peralatan pneumatik, dia akan merusak peralatan seperti dudukan katub, keausan packing dan bagian penggerak lainnya. Penyaring udara kempa digunakan untuk menghasilkan semua bentuk pengotor yang terkandung dalam udara, sehingga didapatkan yang bersih sebelum didistribusikan keperalatan pneumatik. Pada gambar

dibawah 2.8 digambarkan bagian-bagian dari *air filter* yang terdapat pada system pneumatic yang berfungsi untuk membersihkan udara sebelum masuk kesistem.

Udara yang bertekanan keluar dari tangki penampung akan melalui sebuah on/off valve. Sebelum mencapai jaringan distribusi, udara harus melewati “unit filter” yaitu air filter atau penyaring udara. Udara masuk melalui lubang udara masuk (Air In) pada mangkok kaca (bowl), selanjutnya udara akan melewati elemen filter (filter anyaman kawat) dan liquid separator. Setelah melewati unit filter, akan dihasilkan udara yang bersih dari partikel asap dan kotoran lainnya dan keluar melalui lubang udara keluar.

Regulator (Pengatur Tekanan)

Tekanan udara yang keluar dari kompresor masih mempunyai tekanan yang lebih tinggi dari pada tekanan yang didapat pada bagian-bagian kontrol atau bagian kerjanya. Untuk mengatur tekanan udara yang didistribusikan kebagian control dan kerja digunakan regulator (pengatur tekanan) yang biasanya dipasang secara bersatu dengan penyaring udara. Setelah udara keluar dari saringan kemudian masuk pada regulator untuk diatur tekanannya sampai pada batas.

Jadi tujuan daripada regulator adalah untuk menjaga tekanan operasi (tekanan sekunder) sebenarnya tanpa melihat perubahan tekanan dalam saluran (tekanan primer) dan pemakaian udara. Untuk membatasi aliran udara yang masuk ke sistem, dilakukan dengan cara memutar bagian warna biru (lihat gambar 2.11) sehingga tekanan akan sedikit demi sedikit berkurang.

Suatu sistem yang menggunakan tekanan harus mempunyai alat yang bisa mengukur tekanan yang dipakai untuk menjalankan system tersebut, Pressure Gauge pada sistem pneumatik digunakan untuk mengukur tekanan yang digunakan, baik tekanan dari kompresor ataupun tekanan system.

Lubrikator

Bagian-bagian yang bergerak dan menimbulkan gesekan memerlukan pelumas. Bagian yang bergerak meluncur termasuk didalamnya peralatan pneumatik (silinder, katub). Untuk menjamin supaya bagian-bagian yang bergesekan pada perlengkapan tersebut dapat bekerja dan dipakai secara terus menerus, maka harus memberikan pelumas yang cukup. Jumlah tertentu dari minyak pelumas ditambahkan kedalam udara bertekanan dengan menggunakan perangkat pelumasan.

Keuntungan menggunakan pelumas:

1. Terjadinya penurunan gesekan
2. Perlindungan terhadap korosi
3. Umur pemakaian lebih lama

Syarat yang harus dipenuhi oleh perangkat pelumas:

1. Pengoperasian pemeliharaan sederhana
2. Kerja perangkat pelumas harus otomatis
3. Banyaknya minyak untuk kontrol pneumatik harus dapat disesuaikan untuk kesesuaian ukurannya
4. Perangkat pelumas harus dapat berfungsi sekalipun udara bertekanan yang diperlukan hanya sesaat

Perangkat pelumas udara bertekanan dapat bekerja hanya ketika ada aliran udara yang cukup. Jika terlalu kecil alirannya, kecepatan aliran pada nozzle tidak dapat menimbulkan perbedaan tekanan (pressure drop). Apabila tekanan pada lubang tersempit. Dari pipa venturi lebih kecil dari pada tekanan bejana, maka oli dalam bejana akan tersedot dan akan keluar bersama-sama udara dan bercampur berupa kabu oli.

a. Valve

Sistem kontrol pneumatik terdiri dari komponen-komponen sinyal dan bagian kerja. Komponen-komponen sinyal dan kontrol menggunakan rangkaian atau urutan operasi dari bagian kerja, dan disebut katub.

Penggunaan katub dalam pneumatik yaitu untuk mengontrol tekanan, kecepatan aliran dan untuk mengatur arah aliran udara dalam sirkuit pneumatik.

Menurut fungsinya, katub dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

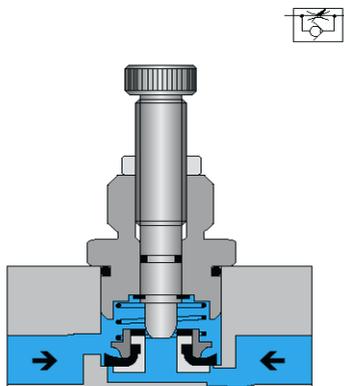
1. Pressure Control Valve (Katub Pengontrol Tekanan)
2. Directional Control Valve (Katub Kontrol Arah)
3. Flow Control Valve (Katub Pengontrol Aliran)
4. Pressure Control Valve (Katub Pengontrol Tekanan)

(Majumdar, 1995)

One Way Flow Control Valve

Speed control valve adalah gabungan dari *throttle valve* dengan *check valve* yang disusun secara paralel. Katub ini juga disebut *one way flow control valve*.

Flow control valve digunakan untuk mengontrol kecepatan aktuator pneumatik. Dengan katub jenis ini, aliran udara diatur hanya pada satu arah. Sebuah katub satu arah menutup aliran udara dan udara bisa mengalir hanya melalui penampang yang telah diatur. Pada arah yang berlawanan udara bisa mengalir secara bebas melalui katup satu arah terbuka. Katup ini digunakan untuk pengaturan kecepatan actuator, dan jika memungkinkan harus di pasang langsung pada silinder.



Gambar 2.12 *One Way Flow Control Valve*

Apabila udara mengalir, *check valve* terbuka dan udara dengan sendirinya akan mengalir baik melalui *throttle valve* maupun *check valve*. *Flow* seperti ini dinamakan dengan *free flow*. Apabila udara mengalir dengan arah yang terbalik, maka *check valve* otomatis akan tertutup dan aliran udaranya melalui *throttle valve*.

Umumnya *speed control valve* diletakkan di antara *directional control valve* dengan *actuator* (silinder). Dipakai dengan dua cara yaitu dengan *meter out* dan *meter in*. Dalam *meter out*, udara masuk dengan *free flow* tanpa ada halangan apapun sehingga tekanan udara dalam silinder naik segera. Udara *exhaust* dari silinder dikontrol oleh *control valve* sehingga speed dikontrol dengan stabil.

Direction Control Valve

Directional control valve ini dipakai dalam sistem kontrol pneumatik dan berfungsi untuk mengubah arah aliran udara atau menghentikan aliran, sehingga mengontrol kinerja silinder. Mesin penyayat bambu ini menggunakan DCV jenis *double selenoid valve* (Katub Selenoid Ganda). *Valve* yang digerakkan oleh *selenoid* (magnet) *valve* ini

dibuka dan ditutup dengan gaya tarik selenoid. *Valve* jenis ini biasa digunakan dalam alat kontrol otomatis dengan sistem elektro pneumatik.

Tipe *double selenoid* valve mempunyai dua elektro magnet, seperti pada gambar, dan dibagi menjadi tipe *continuous magnetizing* (dimagnet terus-menerus) yang mempertahankan penggantian valve diposisinya dengan memagnet selenoid A atau B terus-menerus, dan tipe magnetisasi sekejap (*instananeous magnetizing*) yang mempertahankan penggantian posisi valve dengan memagnet salah satu selenoid dan mematikan magnetnya setelah itu.



Gambar 2.13 Katub Selenoid Ganda 5/2 Way

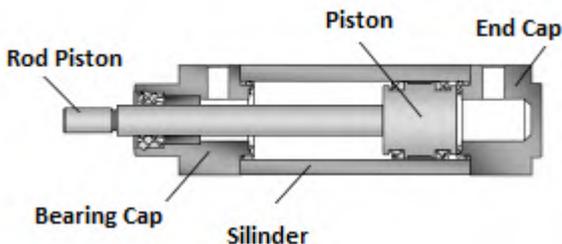
b. Aktuator Pneumatik

Tenaga udara bertekanan dari kompresor diubah menjadi gerakan lurus oleh silinder pneumatik. Besarnya tenaga yang dapat ditimbulkan tergantung pada besarnya tekanan, luas penampang silinder, serta gesekan yang timbul antara dinding dalam dengan batang toraknya.

Salah satu jenis aktuator yaitu *Double Acting Cylinder* (Silinder Pneumatik Aksi Ganda). Silinder aksi ganda (*Double Acting*) digunakan terutama bila piston diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya pada gerakan maju, tetapi juga kerja pada gerakan mundur. Sehingga mempunyai keuntungan yaitu, bisa dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Gaya dorong yang

ditimbulkan oleh udara bertekanan menggerakkan piston pada silinder penggerak ganda dalam dua arah.

Silinder pneumatik double acting terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut:

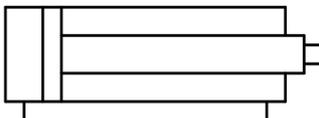


Gambar 2.14 *Double Acting Cylinder*

Udara mengalir dari port A ke ruang yang terdapat disebelah piston. Maka piston dan piston rod akan bergerak karena adanya tekanan dari piston area. Udara yang berada pada piston rod chamber akan pindah keluar silinder melalui port B.

Pada proses kebalikannya, udara mengalir melalui port B lalu ke piston ring area sehingga piston kembali ke posisi awal. Karena terdorong oleh piston, udara akan keluar melalui port A.

Adanya perbedaan ukuran dari piston area dan piston ring area mengakibatkan gaya yang dihasilkan ketika bergerak keluar dan ke dalam akan berbeda walaupun memiliki besar tekanan yang sama. Simbol dari silinder *double acting* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.15 Simbol *Double Acting Cylinder*

Penentuan Diameter Silinder

Diameter silinder pneumatik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Silinder}} = \frac{F \times v}{P \times Q} = 0,85 \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.5})$$

(Majumdar 1995)

$$F = A \cdot P \cdot \mu$$

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot P \cdot \mu$$

$$D^2 = \frac{4 \cdot F}{P \cdot \mu}$$

Dimana:

F = Gaya Silinder (kgf)

A = Luas Penampang (cm²)

D = Diameter silinder (cm)

P = Tekanan Udara (kgf/cm²)

μ = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Dalam sistem pneumatik, untuk takanan kerja yang digunakan adalah 6 – 12 bar.

Gaya Dorogan Silinder

Gaya dorong silinder dapat dihitung dari diameter tabung silinder, diameter piston rod dan tekanan udara.

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 P \mu \dots\dots\dots(\text{Persamaan 2.6})$$

(Warring, 1982)

Dimana :

F = Gaya Dorong Silinder (kgf)

D = Diameter Tabung Silinder (cm)

P = Tekanan Udara (kgf/cm²)

μ = Koefisien Tekanan Beban Dorong

Koefisien tekanan beban berubah tergantung dari diameter silinder, gesekan bambu dengan bambu dan dengan landasan, beban pegas dan gesekan metal rod.

Gaya Tarikan Silinder

Gaya tarikan silinder bisa diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$F = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \mu \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.7)}$$

(Warring, 1982)

Dimana :

F = Gaya Tarik Silinder (kgf)

D = Diameter Tabung Silinder (cm)

d = Diameter Piston/Stroke (cm)

P = Tekanan Udara (kgf/cm²)

μ = Koefisien Tekanan Beban Tarik

Kecepatan Langkah Silinder

Waktu operasi silinder tergantung pada beban dan ukuran dari beban masuk. Persamaan antara kebutuhan udara dengan kecepatan silinder adalah :

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.8)}$$

(Esposito, 2003)

Dimana :

Q = Kebutuhan Udara (m³/min)

V = Kecepatan Langkah Silinder (m/sec)

A = Luasan silinder (m)

Konsumsi Udara

Konsumsi udara adalah *piston stroke* × *piston strokes* × *compression ratio* dengan satuan NI/min. Dimana besarnya *Compression ratio* yaitu $\frac{1,013 + \text{operating pressure (bar)}}{1,013}$.

$$Q = s \cdot n \frac{D^2 \pi}{4} - \text{untuk SA silinder}$$

$$Q = \left(S \cdot n \frac{D^2 \pi}{4} + S \cdot n \frac{D^2 - d^2}{4} \pi \right) n \cdot \text{Compression ratio}$$

Dimana :

Q = volume udara (NI/min) = Normal Liter

S = *Stroke* (mm)

n = *Number of stroke per min*

$$Q = 0,7854 \frac{d^2 s}{t} \times \frac{P \times 101,3 \times 10^5}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s} \dots\dots(\text{Pers. 2.9})$$

(Majumdar, 1995)

c. Kompresor Udara

Pneumatik bekerja dengan memanfaatkan udara yang dimampatkan (*Compressed Air*). Dalam hal ini, udara yang dimampatkan akan didistribusikan kepada sistem yang ada sehingga kapasitas sistem terpenuhi.

Untuk menghasilkan udara yang dimampatkan, maka dibutuhkan kompresor untuk memampatkan udara sampai pada tekanan kerja yang diinginkan. Perlengkapan pneumatik disuplai udara bertekanan dengan melalui pipa saluran dari tempat kompresor.

Penampung udara bertekanan (*receiver*) berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan. Penampung udara bertekanan yang kebanyakan dipakai adalah tangki, karena mempunyai sifat akan memperhalus

fluktuasi tekanan dalam jaringan ketika udara dipakai oleh jaringan udara tersebut. Dan lagi luas permukaan yang besar dari penampung akan mendinginkan udara dalam tangki itu sendiri.

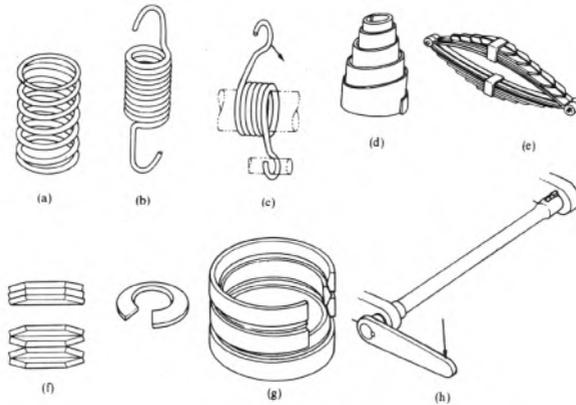
Jadi penampung udara bertekanan mempunyai fungsi sebagai berikut:

- a. Mestabilkan pemakaian udara bertekanan.
- b. Mendinginkan udara dalam tangki
- c. Menghindari pressure drop (penurunan tekanan) apabila sejumlah besar udara dipakai dalam waktu yang relatif singkat.
- d. Menyediakan udara bertekanan untuk suatu jangka waktu tertentu dalam waktu tertentu dalam masa kecemasan seperti waktu kompresor dimatikan karena listrik padam. Perlu diperhatikan bahwa tangki udara harus dilengkapi dengan alat pengukur tekanan (pressure valve) dan switch tekanan.

2.4 Pegas

2.4.1 Macam-macam pegas

Pegas dapat digolongkan atas dasar jenis beban yang dapat diterimanya seperti yang diperlihatkan dalam gambar 2.16 sebagai berikut:



Gambar 2.16 Macam-macam Pegas
(Sularso, 1997)

Keterangan :

- | | |
|------------------|-------------------------|
| (a) Pegas tekan | (e) Pegas daun |
| (b) Pegas tarik | (f) Pegas piring |
| (c) Pegas puntir | (g) Pegas cincin |
| (d) Pegas volute | (h) Pegas batang punter |

2.4.2 Bahan Pegas

Pegas dapat dibuat dari berjenis-jenis bahan seperti diberikan dalam Tabel 2.2 berdasarkan pemakaiannya yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2 Bahan pegas vc silindris berdasarkan pemakaiannya

Pemakaian	Bahan
Pegas biasa (dibentuk panas)	SUP, SUP4, SUP6, SUP7, SUP10, SUP11
Pegas biasa (dibentuk dingin)	SW, SWP, SUS, BsW, NSWS, PBW, BeCuW
Pegas tumpuan kendaraan	SUP4, SUP6, SUP7, SUP9, SUP11
Pegas untuk katup	SWPV
Pegas yang dialiri arus listrik	BsW, NSWS, PBW, BeCuW

Pemakaian	Bahan
Pegas anti magnet	SUS, BsW, NSWS, PBW, BeCuW
Pegas tahan panas	SUS
Pegas tahan korosi	SUS, BsW, NSWS, PBW, BeCuW

Baja yang paling umum dipakai untuk pegas yang dibentuk panas adalah baja pegas (SUP4), karena pembentukannya dilakukan pada temperature tinggi. Oleh karena itu, perlu diberi perlakuan panas setelah dibentuk (Sularso, 1997).

Harga-harga modulus geser bahan pada pegas diberikan dalam table sebagai berikut:

Tabel 2.3 Harga modulus geser G

Bahan	Lambang	Harga G (Kg/mm ²)
Baja pegas	SUP	8×10^3
Kawat baja keras	SW	8×10^3
Kawat piano	SWP	8×10^3
Kawat baja tahan karat	SUS	$7,5 \times 10^3$
Kawat kuningan	BsW	4×10^3
Kawat perak nikel	NSWS	4×10^3
Kawat perunggu fosfor	PBW	$4,5 \times 10^3$
Kawat tembaga berilium	BeCuW	5×10^3

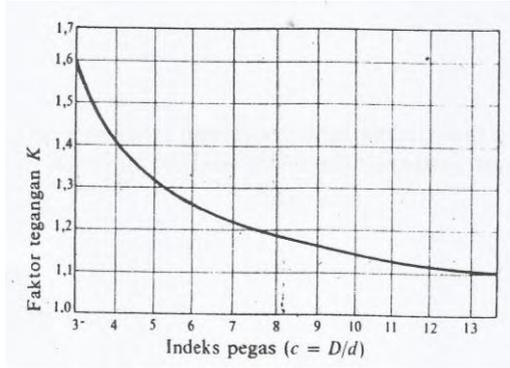
Dalam rancang bangun mesin ini menggunakan pegas tekan dalam kotak bambu, jadi yang dibahas adalah hanya pegas tekan dengan bahan SUP4.

2.4.3 Indeks Pegas

$$C = \frac{D}{d} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.10)}$$

Keterangan : C = Indeks pegas
 D = Diameter lilitan rata-rata (mm)
 d = Diameter kawat (mm)

2.4.4 Faktor Tegangan Wahl



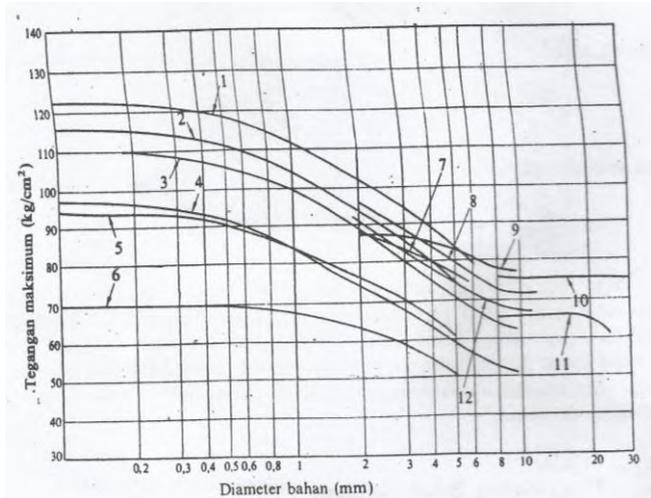
Gambar 2.17 Faktor Tegangan dari Wahl (Sularso, 1997)

2.4.5 Tegangan Maksimal dalam Lilitan Pegas

$$\tau = K \frac{8 DWl}{\pi d^3} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.11)}$$

Keterangan : τ = Tegangangeser (kg/mm²)
 K = Faktortegangandari Wahl
 Wl = Beban (kg)

2.4.6 Tegangan Maksimum Pegas Tekan



Gambar 2.18 Tegangan Maksimum Pegas Tekan
(Sularso, 1997)

Keterangan :

1. Kawat musik kelas B
2. Kawat musik kelas A
3. Kawat baja keras kelas C
4. Kawat baja keras kelas B
5. Kawat baja tahan karat No. 2
6. Kawat baja tahan karat No. 1
7. Kawat musik kelas V
8. Baja karbon, baja ditemper dengan minyak, kelas B
9. Kawat baja Cr-V
10. Baja paduan
11. Baja pegas
12. Kawat baja karbon ditemper dengan minyak, kelas A

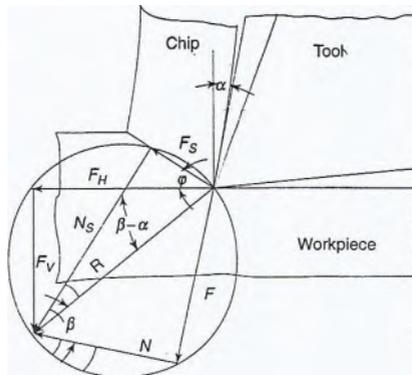
2.4.7 Lendutan Kawat

$$\delta = \frac{8n D^3 Wl}{d^4 G} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.12)}$$

Keterangan : δ = Lendutan kawat (mm)
 n = Jumlah lilitan aktif
 G = Modulus Geser

2.5 Pisau

Pisau yang digunakan termasuk dalam pemotongan ortogonal, dimana tepi sisi potong alat iris adalah lurus dan tegak lurus terhadap arah gerakan.

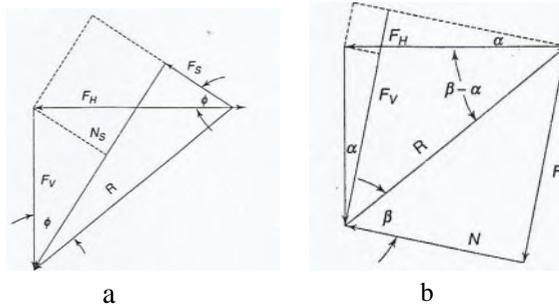


Gambar 2.19 Lingkaran Merchant's

Keterangan:

- F_v : Gaya dorong (Rao,2000)
 F_s : Gaya geser
 N_s : Gaya normal bidang geser
 F : Gaya gesek
 N : Gaya normal
 α : Sudut geram
 β : Sudut gesek
 ϕ : Sudut geser

2.5.1 Gaya geser (Fs) dan gaya normal bidang geser (FN) pisau



Gambar 2.20 Penguraian Gaya Geser a) Gaya horizontal (FH) dan gaya vertikal (FV) b) Gaya gesek (F) dan gaya normal (N)

Dari gambar 2.20 didapatkan rumus untuk menentukan gaya geser dan gaya normal bidang geser sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F_s &= F_H \cos \phi - F_v \sin \phi \\
 N_s &= F_v \cos \phi + F_H \sin \phi \\
 &= F_s \tan (\phi + \beta - \alpha) \dots\dots\dots(\text{Pers 2.13})
 \end{aligned}$$

2.5.2 Gaya Gesek (F) dan Gaya Normal (N)

Dari gambar 2.20 diperoleh rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 F &= F_H \sin \alpha + F_v \cos \alpha \\
 N &= F_H \cos \alpha - F_v \sin \alpha \dots\dots\dots(\text{Pers. 2.14})
 \end{aligned}$$

2.5.3 Sudut Geser (phi)

Sudut geser (phi) dapat dicari melalui rumus:

$$\begin{aligned}
 \cos (2\phi + \beta - \alpha) &= 0 \\
 2\phi + \beta - \alpha &= \frac{\pi}{2} \\
 \phi &= \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} (\beta - \alpha) \dots\dots\dots(\text{Pers 2.15})
 \end{aligned}$$

Nilai sudut geser memiliki arti yang sangat penting. Untuk semua tingkat tebal tatal (sayatan) yang belum terdeformasi, sudut yang kecil mengakibatkan bidang geser yang panjang dan memerlukan gaya dan energi pemotongan yang besar. Dengan demikian, sudut yang kecil akan memberikan regangan geser yang tinggi sehingga tatal (sayatan) akan cenderung mengalami pergeseran regangan. Semakin besarnya sudut geser ϕ , tatal (sayatan) akan menjadi semakin tipis dan kecepatan potong bertambah (Schey, 2000).

2.5.4 Gaya Horizontal (F_H) dan Gaya Vertikal (F_V) Pisau

F_H dan F_V dapat dicari melalui rumus:

$$F_H = Fg \left[\frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\phi + \beta - \alpha)} \right] \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.16)}$$

$$F_V = Fg \left[\frac{\sin(\beta - \alpha)}{\cos(\phi + \beta - \alpha)} \right] \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.17)}$$

Dari rumus Persamaan 2.16 dan Persamaan 2.17 maka Gaya gesek (F) dan gaya normal (N) dapat dicari melalui rumus:

$$F = F_V + F_H \tan \alpha \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.18)}$$

$$N = F_H - F_V \tan \alpha \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.19)}$$

2.5.5 Koefisien Gesek Pisau

Koefisien gesek μ dapat diperoleh dari:

$$\mu = \frac{F}{N} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.20)}$$

2.5.6 Bahan pisau

Bahan pisau dapat ditentukan dengan mencari data tegangan tarik (τ_s) pada lampiran 4. Tegangan tarik dapat dicari melalui rumus:

$$\tau_s = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.21)}$$

$$\tau_s \leq |\tau_s|$$

$$\frac{F}{A} \leq \frac{0,6 \cdot \sigma_{syp}}{sf} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.22)}$$

Dimana:

τ_s = Tegangan Tarik (N/mm²)

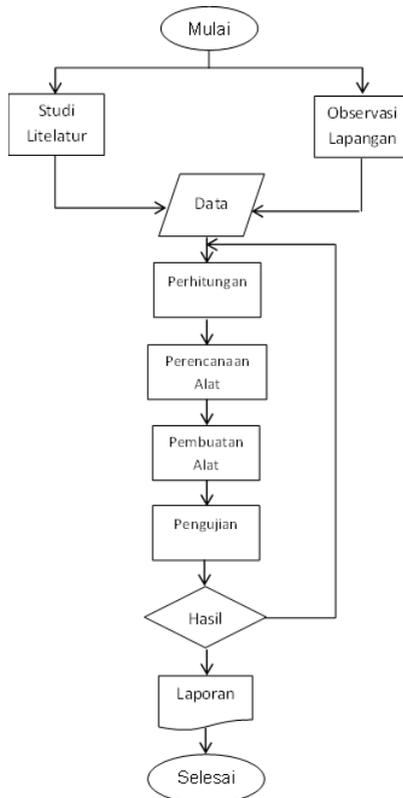
F = Gaya pisau (N)

A = Luas bambu yang disayat

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini dibahas secara detail tentang perencanaan pembuatan alat yang digambarkan pada diagram alir atau *flowchart*.



Gambar 3.1 Diagram alir atau flowchart
Dari diagram alir (*flowchart*) di atas diperinci lagi sebagai berikut :

3.1 Observasi lapangan

Observasi lapangan adalah pengamatan langsung untuk memperoleh data dari lokasi pengamatan. Lokasi pengamatan merupakan salah satu UKM kerajinan bambu di kota Magetan yang bernama UD Putri Ragil milik Bapak Wardi. UD Putri Ragil milik Bapak Wardi ini memiliki dua pegawai dan dibantu oleh bapak Wardi sendiri beserta istrinya untuk memproduksi kerajinan tangan seperti kotak tisu, caping, lampion, dll.

Proses pembuatan kerajinan bambu dimulai dari pembuangan kulit bambu, pemotongan bambu menjadi beberapa bagian, penyayatan, penghalusan dan penganyaman. Disini kami menemukan permasalahan yang sering dialami kebanyakan pengrajin bambu, yaitu pada proses penyayatan. Oleh karena itu, kami membuat alat penyayat bambu menggunakan sistem elektro pneumatik sebagai solusi masalah yang dihadapi tersebut. Selain itu kami dapat mempertimbangkan peralatan apa yang harus dirancang ulang supaya penggunaannya lebih efektif dan efisien.



Gambar 3.2 kondisi UKM

3.2 Studi Literatur

Study Literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi teori yang relevan dengan permasalahan pada tugas akhir ini dan dibandingkan dengan hasil uji coba lapangan. Kegiatan studi literatur ini meliputi 2 kegiatan, yaitu:

- Pengumpulan materi tinjauan pustaka yang berkaitan dengan perencanaan sistem elektro pneumatik, gaya silinder pneumatik, pisau penyayat, bearing, dan pegas. Sumber literatur yang

digunakan adalah jurnal internasional, jurnal nasional, *text book*, dan tugas akhir yang masih berhubungan.

- Melakukan uji coba menggunakan neraca pegas dan piasrah kayu untuk mengetahui besarnya gaya yang dibutuhkan untuk menyayat bambu apus.



Gambar 3.3 Uji Coba Mencari Gaya Potong Bambu



Gambar 3.4 Alat-alat uji coba

Tabel 3.1 Data gaya geser percobaan

No	Gaya (kgf)	Waktu (s)
1	36	3,2
2	34	3,4
3	32	3,6
Σ Rata-rata	34 kgf	3,4 s

Gaya geser bambu yang diperoleh dari uji coba yaitu:

$$\begin{aligned}
 F_1 \text{ geser bambu} &= 34 \text{ kgf} \\
 F_{15} \text{ geser bambu} &= 34 \text{ kgf} \times 5 \\
 &= 170 \text{ kgf} \\
 &= 1667,7 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Semua materi dan data yang diperoleh dari studi literatur ini selanjutnya digunakan sebagai pendukung untuk melakukan perhitungan. Selain untuk mencari materi dan data tinjauan pustaka, studi literatur juga digunakan untuk mendukung latar belakang pada tugas akhir ini dalam pemilihan material yang sesuai dengan kebutuhan.

3.3 Mendapatkan Data

Pengambilan data ini berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara pada saat observasi lapangan di UD Putri Ragil, data yang diperoleh sebagai berikut :

- Bambu yang digunakan jenis bambu Apus dengan kondisi layu (sudah dijemur setengah hari di musim kemarau atau dipanggang 5 menit pada musim penghujan). Bambu apus yang digunakan memiliki panjang antara 30-60 cm dan lebar \pm 5 cm.
- Proses penyayatan masih dilakukan secara manual, menggunakan pisau khusus untuk menyayat bambu. Pengrajin hanya bisa mengira-ngira berapa ketebalan yang dihasilkan.
- Mendapatkan gaya geser pada bambu sebesar 34 kgf untuk satu potongan bambu.

3.4 Perhitungan

Adapun perhitungan yang dilakukan untuk mendapatkan:

1. Gaya potong bambu
2. Sudut yang digunakan pada pisau
3. Diameter spring
4. Diameter silinder pneumatik
5. Sistem pneumatik

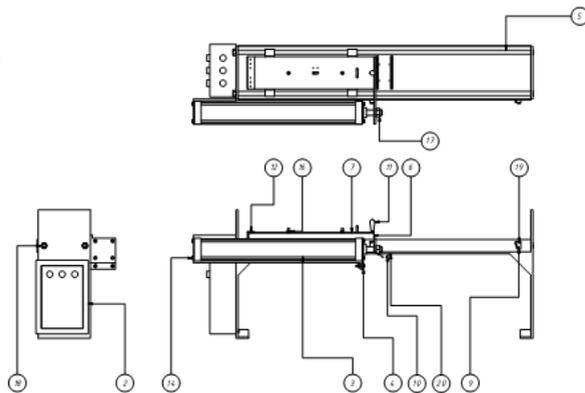
Perhitungan ini dilakukan untuk mendapatkan keserasian antar komponen didalam mesin. Data dalam perhitungan ini

diperoleh dari uji coba pemotongan bambu menggunakan neraca pegas. Selain itu, kami juga menggunakan data tegangan geser bambu apus hasil penelitian mahasiswa IPB.

3.5 Perencanaan Alat

3.5.1 Perencanaan Komponen Alat

Desain alat digunakan sebagai awal perancangan alat. Desain ini belum memiliki dimensi yang pasti, hanya dalam bentuk gambaran alat yang akan dibuat. Adapun desain alat yang kami buat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.5 Sket desain Isometri

Keterangan :

1. Mata pisau
2. Pegas tekan
3. Panel box
4. Tombol emergency
5. Tombol ON
6. Tombol Reset
7. Box tempat bambu
8. Silinder Pneumatik
9. Plat penyambung box bambu dan silinder
10. Batang penyanggah
11. Landasan kerangka

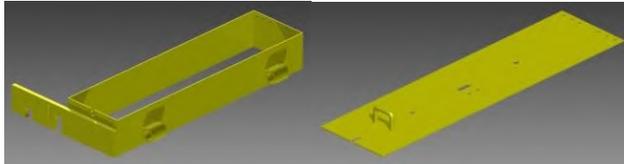
12. Limit switch
13. Kaki kerangka
14. Roda



Gambar 3.6 Gambar Alat

Keterangan nomor pada gambar terinci sebagai berikut :

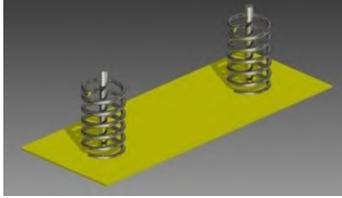
1. *Box* bambu



Gambar 3.7 Box PotonganBambu

Box bambu merupakan tempat potongan bambu yang akan disayat. Bambu disusun dengan formasi 5 baris dan 5 tumpuk, jadi dalam *box* bambu mampu menampung sebanyak 25 potongan bambu. *Box* bambu dilengkapi oleh beberapa komponen lain, yaitu:

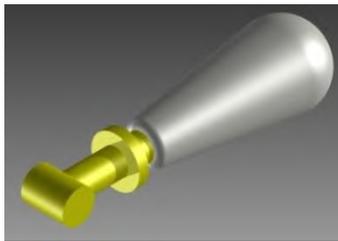
- **Spring/pegas**



Gambar 3.8 Pegas

Pegas didalam *box* bambu ini dilengkapi dengan plat yang berfungsi untuk menekan bambu, sehingga bambu tidak akan terangkat ketika terjadi proses pemotongan.

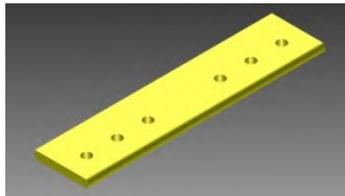
- **Pengunci box**



Gambar 3.9 Pengunci Box

Pengunci box ini berfungsi untuk membantu pegas agar dapat bekerja dengan baik selama proses penyayatan berlangsung.

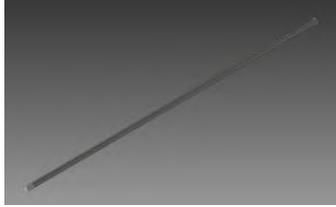
- **Engsel**



Gambar 3.10 Engsel

Engsel pada *box* bambu ini berfungsi untuk mempermudah proses buka tutup penutup *box*.

2. Batang



Gambar 3.11 Poros

Batang ini berfungsi sebagai lintasan box bambu selama proses penyayatan dengan bantuan *bushing*.

3. *Bushing sliding*

Bushing sliding yang digunakan untuk mempermudah gerakan secara linier.

4. Panel box

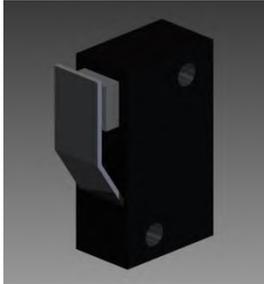


Gambar 3.12 Panel Box

Panel box berfungsi sebagai tempat komponen pneumatik dipasang. Komponen yang adadidalamnya meliputi:

- Tombol otomatis, *reset* dan *emergency*
- Valve 5/2 single selenoid
- FRL
- Rellay dilengkapi socket
- Power supply
- Connecting
- One way flow control valve
- Lampu LED
- Kabel tunggal dan kabel isi 2
- Skun kabel
- Terminal kabel

5. Sensor *limit switch*



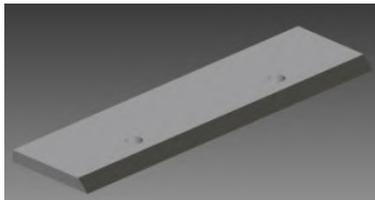
Gambar 3.13 Limit Switch

Sensor *limit switch* ini berfungsi sebagai pengatur maju mundurnya silinder pneumatik. Dimana gerakan dari silinder pneumatik ini akan mempengaruhi gerakan dari *box* bambu.

6. Sensor *proximity*

Sensor *proximity* ini berfungsi sebagai pendeteksi ketika bambu habis, sehingga mesin akan otomatis mati ketika sensor ini bekerja.

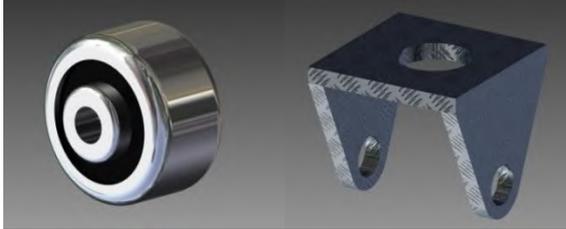
7. Pisau



Gambar 3.14 Pisau

Pisau ini berfungsi untuk menyayat potongan bambu yang ada didalam *box* bambu.

8. Roda



Gambar 3.15 Roda

Roda ini digunakan untuk mempermudah dalam pemindahan mesin.

9. Silinder pneumatik



Gambar 3.16 Silinder Pneumatik

Silinder pneumatik berfungsi sebagai penghasil gaya yang akan mendorong dan menarik *box* bambu sehingga terjadi penyayatan.

3.5.2 Dimensi Alat

Dimensi alat tentunya disesuaikan dengan kondisi mitra, ukuran material yang digunakan, ruang usaha dan posisi mitra dalam bekerja. Adapun dimensi yang harus ditentukan sebagai berikut:

Tabel 3.2 Perencanaan Dimensi Alat

No	Jenis	Dimensi (mm)
1	Rangka	1400x250x600
2	Box bambu	600x150x90
3	Panel box	250x350x125
4	Batang as	1420x20

5	<i>Bushing sliding</i>	45x24
6	Spring	50x90
7	Pisau	154x40
8	Roda	55x40
9	Sensor limit switch	20x35x10
10	Sensor proximity	20x35x10
11	Silinder pneumatik	100x700

Untuk dimensi diameter silinder, pisau dan pegas diperoleh dari proses perhitungan agar didapat kesesuaian dengan kebutuhan ketika alat bekerja.

3.5.3 Perencanaan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik

1. Prosedur untuk mengembangkan system control

Bidang penggunaan untuk kontrol elektro pneumatik berkisar dari pangkalan fasilitas kerja produksi semi otomatis ke full otomatis fasilitas produksi dengan berbagai pangkalan. Dengan demikian, desain dan fungsi sistem kontrol tersebut sangat bervariasi. Oleh karena itu sistem kontrol elektropneumatik dikembangkan secara individual, disesuaikan dengan proyek tertentu. pengembangan sistem kontrol mencakup:

- Proyek desain
- Seleksi dan konfigurasi peralatan listrik dan pneumatik
- Implementasi (Pengaturan dan commissioning)

2. Prosedur bentuk rancangan

Bentuk rancangan untuk system control elektro pneumatik sebagai berikut :

- a. Formulasi dari system pengaturan menentukan syarat dari sebuah system tersebut.

Desain dari sebuah proyek pengaturan dimulai dengan formulasi tertulis dari system tersebut. Semua persyaratan harus secara tepat dan jelas digambarkan.

Berikut semua persyaratan yang telah dijelaskan, yang berguna pada proyek ini :

- Daftar atau rincian yang dipakai untuk mencatat semua kebutuhan dengan cepat dan jelas.
- Daftar table untuk drive units, valve and sensor
- Sketsa dari posisi yang menunjukkan letak drive unit

Semua persyaratan pada system control ini harus disetujui oleh developer dan operator yang membangun system tersebut. Akan menjadi sebuah keuntungan tersendiri apabila developer dari system tersebut telah mengenal dengan baik kondisi dan instalasi pada daerah pembangunan system.

b. Konsep desain dari pengaturan elektro pneumatik

Sistem pengaturan elektro pneumatik dapat didesain secara luas berdasarkan berbagai macam konsep. Contohnya :

- Menggunakan PLC atau relay untuk sinyal prosesing
- Di install secara terpisah menggunakan direksional control valve atau menggunakan direksional control valve yang tersambung langsung pada terminal valve.
- Menggunakan silinder standar

Konsep desain dari sebuah system pengaturan mempunyai pengaruh dalam menentukan biaya pengembangan lebih lanjut, contohnya biaya perancangan, pengaturan dan commissioning dari system pengaturan tersebut. Pengukuran yang dilakukan untuk mengurangi biaya termasuk :

- Desain modular control system (menggunakan siskuit yang identik)
- Menggunakan state of the art component

c. Pemilihan komponen

Setelah konsep dari system pengaturan secara keseluruhan selesai dapat dilakukan pemilihan komponen, yang termasuk :

- Pneumatic drive unit
- Pneumatic valve
- Control element
- Limit switch dan proximity switch

d. Data grafik dari system pengaturan

Sebelum pengerjaan proyek dimulai, hal pertama yang dilakukan adalah membuat sketsa untuk diagram siskuit, poin penting yang harus diperhatikan adalah:

- Banyak langkah yang diperlukan dalam satu rangkaian
- Drive mana saja yang digunakan pada setiap rangkaian
- Sensor mana saja yang digunakan pada setiap langkah.

Pengklasifikasian dan ilustrasi dari satu rangkaian biasanya dilakukan menggunakan metode grafik, contohnya menggunakan displacement step diagram.

e. Perancangan system pengaturan dan perincian komponen

Tahap terakhir dari pengerjaan system pengaturan ini yaitu menggabungkan semua dokumen penting yang diperlukan untuk pengaturan system control tersebut, yaitu :

- Rincian komponen
- Diagram sirkuit pneumatic
- Diagram sirkuit elektrik

3.6 Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan setelah gambar alat dengan dimensi sudah ditentukan. Dalam pembuatan alat tersebut, beberapa material yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Material yang Digunakan

No	Material	Dimensi (mm)	Jumlah (pcs)	Keterangan
1	Plat besi tebal 10 mm	1400x60	2	Rangka bagian samping
		1400x250	1	Rangka bagian tengah
		600x250	2	Rangka bagian samping
2	Batangas	1430x20	2	Batang untuk lintasan
3	Bushing Sliding	45x24	4	Bearing untuk membantu gerakan linier
4	Plat besi 2 mm	600x90	2	Box bambu bagian samping
		150x90	2	Box bambu bagian depan belakang
		600x150	1	Tutup box
5	Spring	50x90	2	Pegas penekan bambu
6	Baja HSS	154x40	2	Pisau penyayat bambu
7	Seng	250x350x125	1	Panel box
8	Kuningan	154x33	2	Engsel pada box bambu
9	Baja	40x55	4	Roda
10	a. Mur		2	Pengunci silinder pneumatik
			2	Pengunci poros

			4	Pengunci panel box
			4	Pengunci rod pneumatik dan plat yang dihubungkan ke box bambu
			4	Pengunci
	b. Snap ring		8	Pengunci bearing pada poros

Tabel 3.4 Proses Manufaktur

No	Bagian	Proses Manufaktur				
		Drilling	Freis	Bubut	Cutting	Pengelasan
1	Rangka					
2	Pisau pemotong					
3	Spring					
4	Poros					
5	Bearing					
6	Box bambu					
7	Silinder pneumatik					
8	Panel box					

Komponen penggerak terangkum pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.5 Komponen Penggerak

No	Komponen		Dimensi (mm)	Jumlah (pcs)
1	Silinder pneumatik		100x700	1
2	Sensor	Limit switch	20x35x10	2
		Proximity	20x35x10	1
3	Tombol	Otomatis	30x3	1
		Reset	30x3	1
		Emergency	30x3	1
4	Valve 5/2 single selenoid			1
5	FRL		135x155	1
6	Relay 24 volt beserta <i>socket</i>			2
7	Power supply 24V, 5A			1
8	Kabel tunggal			5 m
9	Kabel isi 2			10 m
10	Skun kabel	Limit switch		4
		U		20
11	Terminal kabel isi 12			1
12	Selang		12	10 m
13	Connecting			5
14	One way flow control valve			2
15	Lampu LED		30x3	3
16	Panel box		250x350x12 5	1

3.7 Pengujian Alat

Ada beberapa hal yang dilakukan dalam pengujian alat, diantaranya:

- Alat dapat bekerja
- Kapasitas yang dihasilkan alat sesuai dengan perencanaan

Apabila terdapat kendala pada pengujian alat, maka perlu diperiksa lagi dalam pembuatan alat dan perhitungannya.

3.7.1 Cara kerja alat

1. Potongan bambu disusun didalam *box* bambu dengan formasi 3 baris dan 5 tumpuk.
2. *Box* bambu ditutup dan dikunci, dimana penutup tersebut sudah dilengkapi dengan pegas yang berfungsi untuk menekan bambu.
3. Tekan tombol ON, maka *box* bambu akan bergerak linier menuju pisau dan menghasilkan sayatan bambu. *Box* bambu akan bergerak secara otomatis dengan adanya sistem elektro pneumatik.
4. Mesin akan berhenti secara otomatis jika bambu dalam *box* sudah habis yang disensor oleh sensor *proximity*

3.8 Hasil

Tabel 3.6 Hasil Uji Coba Tebal Sayatan

Sayatan ke-	Tebal sayatan
1	1,1
2	1,1
3	1
4	1
5	1,1
6	1,2
7	1,2
8	1,3
9	1.2
10	1,1

11	1,1
12	1
13	1
14	1
15	1,1
16	1,2
17	1,2
18	1,3
19	1,2
20	1,1
Rata-rata	1,125

Tabel 3.7 Hasil Uji Coba Sayatan 15 Potong bambu

Hasil 15 Potong Bambu (1 kg)			
Indikator	Banyak Sayatan	Berat Total Sayatan	Presentase
Sayatan layak pakai	156	0,87 kg	87 %
Sayatan tidak layak pakai	24	0,13 Kg	13 %

Tabel 3.8 Kapasitas Produksi Jumlah Sayatan

Kapasitas Produksi	Manual	Mesin Penyayat Bambu
Per Jam	120	2700
Per Hari	600	13.500

3.9 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan ini merupakan proses akhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. dalam pembuatan laporan dilampirkan mengenai proses perencanaan sampai pada hasil yang dicapai dalam tugas akhir.

BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

4.1 Analisa Gaya-gaya

4.1.1 Gaya Potong

Dalam perencanaan mesin penyayat bambu terlebih dahulu dilakukan uji coba untuk mengetahui besarnya gaya geser yang dibutuhkan dalam menyayat bambu. Gaya geser bambu yang diperoleh dari uji coba yaitu:

$$\begin{aligned} F \text{ geser 1 bambu} &= 34 \text{ kgf} \\ F \text{ geser total (F}_g\text{)} &= 34 \text{ kgf} \times 5 \text{ bambu} \\ &= 170 \text{ kgf} \\ &= 1667,7 \text{ N} \end{aligned}$$

Maka gaya geser total (F_g) untuk menyayat bambu berdasarkan data uji coba yaitu sebesar 1667,7 N.

Kecepatan potong yang diperoleh dari uji coba tersebut dapat dicari dengan menggunakan data jarak pemotongan bambu dengan pisau dan waktu ketika pisau mulai menyayat bambu. Dengan demikian, diperoleh kecepatan potong sebesar:

$$\begin{aligned} v &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{11 \text{ cm}}{3,4 \text{ s}} \\ &= 3,235 \text{ cm/s} \\ &= 0,033 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- Mencari gaya potong horizontal (F_H) dan gaya potong vertikal (F_V)

$$\begin{aligned} F_H &= F_p \\ &= F_g \left[\frac{\cos(\alpha - \beta)}{\cos(\phi + \beta - \alpha)} \right] \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.16}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1667,7 \left[\frac{\cos (20-30)}{\cos (40+30-20)} \right] \\
 &= 1667,7 \left[\frac{0,9848}{0,6428} \right] \\
 &= 2554,99 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_V &= F_g \left[\frac{\sin (\beta-\alpha)}{\cos (\theta+\beta-\alpha)} \right] \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.17}) \\
 &= 1667,7 \left[\frac{\sin (30-20)}{\cos (40+30-20)} \right] \\
 &= 1667,7 \left[\frac{0,1736}{0,6428} \right] \\
 &= 450,39 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Mencari F dan N

$$\begin{aligned}
 F &= F_V + F_H \tan \alpha \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.18}) \\
 &= 450,39 \text{ N} + 2554,99 \text{ N} \tan 20^\circ \\
 &= 1380,33 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N &= F_H - F_V \tan \alpha \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.19}) \\
 &= 2554,99 - 450,39 \tan 20^\circ \\
 &= 2390,97 \text{ N}
 \end{aligned}$$

- Mencari koefisien gesek (μ)

$$\begin{aligned}
 \mu &= \frac{F}{N} \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.20}) \\
 &= \frac{1380,33 \text{ N}}{2390,97 \text{ N}} \\
 &= 0,58
 \end{aligned}$$

4.1.2 Gaya Pegas

Gaya pegas harus lebih besar dari gaya potong supaya ketika terjadi pemotongan bambu tidak akan terangkat. Dari perhitungan gaya potong yang telah dilakukan, diperoleh gaya potong dari uji coba lebih besar dari perhitungan secara teori.

Oleh karena itu, acuan untuk menentukan gaya pegas berdasarkan pada gaya potong hasil uji coba.

$$F_{spring} > F_g$$

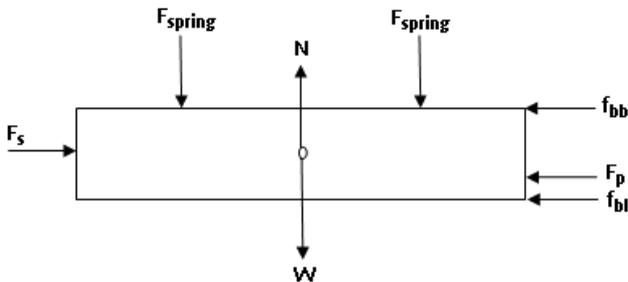
$$F_{spring} > 1667,7 \text{ N}$$

$$F_{spring} = 1700 \text{ N}$$

Sehinggadidapatkan gaya pegas sebesar 1700 N.

4.1.3 Gaya Silinder

Diameter silinder diperoleh dari perhitungan uraian gaya yang ada pada mesin. Gaya-gaya yang mempengaruhi pemilihan diameter silinder pneumatik tersebut adalah gaya pegas, gaya pisau, gaya gesek bambu dengan landasan dan gaya gesek bambu dengan bambu. Uraian gaya tersebut terdapat pada gambar berikut ini:



Gambar 4.4 Analisa gaya-gaya

✚ Mencari gaya geser total (F_s)

Sebuah mesin akan berada dalam posisi seimbang ketika $\Sigma F_x = 0$, $\Sigma F_y = 0$, dan $\Sigma M = 0$. Dengan demikian gaya geser total dapat dicari melalui rumus:

$$+\uparrow \Sigma F_y = 0$$

$$F_N - F_{spring} - W + F_V = 0$$

$$\begin{aligned} F_N &= F_{spring} + W - F_V \\ &= 1700 + 9,81 - 450,39 \text{ N} \\ &= 1259,42 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\overset{\pm}{\rightarrow} \Sigma F_X &= 0 \\ F_S - F_P - f_{bb} - f_{bl} &= 0\end{aligned}$$

- Mencari gaya gesek antara bambu dengan bambu dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}f_{bb} &= F_N \cdot \mu_{bb} \\ &= 1259,42 \cdot 1,2 \\ &= 1511,3 \text{ N}\end{aligned}$$

- Mencari gaya gesek antara bambu dengan landasan dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}f_{bl} &= F_N \cdot \mu_{bl} \\ &= 1259,42 \cdot 0,58 \\ &= 730,5 \text{ N}\end{aligned}$$

Sehingga, didapatkan gaya total pemotongan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\overset{\pm}{\rightarrow} \Sigma F_X &= 0 \\ F_S - F_P - f_{bb} - f_{bl} &= 0 \\ F_S &= F_P + f_{bb} + f_{bl} \\ &= 2554,99 + 1511,3 + 730,5 \\ &= 4796,79 \text{ N}\end{aligned}$$

4.2 Perencanaan Komponen Pneumatik

4.2.1 Perencanaan diameter pipa saluran

Diameter pipa

Karena adanya gesekan aliran didalam pipa dan karena adanya kerugian yang lain, maka ada kerugian tekanan maksimum yang diijinkan pada udara yang keluar. Rumus yang digunakan adalah:

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P} \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.4})$$

Dimana :

ΔP = Kerugian tekanan maksimum yang diijinkan
sebesar 0,05 bar (5000 Pa)

L = Panjang pipa yang direncanakan (m)
(direncanakan 5 m)

d^5 = Diameter pipa (m)

P = Tekanan operasi (pascal)

Q = Kecepatan aliran silinder (m^3/s)

Dengan data yang diketahui:

$$\Delta P = 0,05 \cdot 10^5 N/m^3$$

$$L = 5 \text{ m}$$

$$P = 10 \cdot 10^5 N/m^3$$

$$Q = 174,188 \text{ cm}^3/s = 0,174 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

Sehingga diameter pipa minimum untuk silinder pneumatik yang dipilih dengan diameter 100 mm diperoleh sebagai berikut :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$d^5 = \frac{1,6 \times 10^3 \cdot (0,174 \cdot 10^{-3})^{1,85} \cdot 5}{5000 \times 10 \cdot 10^5}$$

$$d^5 = \frac{1,6 \times 10^3 \cdot (0,174 \cdot 10^{-3})^{1,85} \cdot 5}{5000 \times 10 \cdot 10^5}$$

$$d^5 = \frac{0,89 \times 10^{-3}}{5 \times 10^9}$$

$$d^5 = 0,178 \times 10^{-12}$$

$$d = \sqrt[5]{0,178 \times 10^{-12}}$$

$$= 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 2,8 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas didapat diameter pipa minimum 2,8 mm. Untuk itu, dalam perencanaan ini dipilih

pipa dengan diameter dalam pipa 8 mm dan diameter luar pipa 12 mm.

Kerugian Tekanan pada Pipa

Kerugian tekanan pada pipa dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{d^5 \cdot P}$$

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \cdot (0,174 \cdot 10^{-3})^{1,85} \cdot 5}{(0,008)^5 \cdot 10 \cdot 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{0,887 \cdot 10^{-3}}{3,2 \cdot 10^{-5}}$$

$$\Delta P = 27,72 \text{ N/m}^3$$

$$\Delta P = 27,72 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 0,0002772 \text{ bar}$$

Kerugian tekanan pada pipa sebesar 0,0002772 bar, karena masih dibawah dari kerugian tekanan maksimum yang diijinkan yaitu 0,05 bar (*Majumdar, hal 26*) maka perencanaan untuk diameter pipa aman.

4.2.2 Perencanaan FRL

Pada perencanaan mesin mesin penyayat bambu perlu digunakan FRL untuk memfilter, mengetahui tekanan udara dan banyaknya luricator. Oleh karena itu, digunakan FRL dengan spesifikasi JAC 2000-02.

4.2.3 Perencanaan aktuator silinder

Untuk mencari diameter silinder pneumatik minimal yang dibutuhkan, maka pada perencanaan awal diambil tekanan kerja dari sistem sebesar 10 bar, gaya penyayatan bambu sebesar 4796,79 N, dan untuk nilai μ diambil 0,85 (*Tenaga fluida pneumatik, 1991 :L78*). Data ini kemudian

dipakai dalam perencanaan silinder pneumatik untuk penyayatan bambu.

Diameter minimal dapat dicari dengan persamaan:

$$\eta = \frac{F \cdot v}{P \cdot Q} \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.5})$$

Maka dari persamaan di atas dapat direncanakan diameter piston dengan data sebagai berikut:

$$F = F_s = 4796,79 \text{ N}$$

$$P = 10 \text{ bar} = 100 \text{ N/cm}^2$$

$$\eta = 0,85$$

$$\eta = \frac{F_s \cdot v}{P \cdot Q} = 0,85$$

$$\frac{4796,79 \text{ N} \cdot 0,033 \text{ m/s}}{10 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \cdot Q} = 0,85$$

$$Q = \frac{4796,79 \cdot 0,033}{0,85 \cdot 10 \cdot 10^5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 18,62 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 186,2 \text{ cm}^3/\text{s}$$

Setelah diperoleh besar kecepatan aliran silinder, maka akan diperoleh diameter minimal silinder pneumatik yang dibutuhkan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.8})$$

Dengan data yang ada Q dan v , diperoleh diameter silinder sebagai berikut:

$$Q = 186,2 \text{ cm}^3/\text{s} = 18,62 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 0,033 \text{ m/s}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot v \\
 D^2 &= \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v} \\
 &= \frac{4 \cdot 18,62 \cdot 10^{-5} m^3/s}{\pi \cdot 0,033 m/s} \\
 &= 718,4 \cdot 10^{-5} m^2 \\
 &= 71,84 cm^2 \\
 D &= \sqrt{71,84 cm^2} \\
 D &= 8,47 cm \\
 D &= 85 mm
 \end{aligned}$$

Dari perencanaan diatas didapat diameter minimal silinder pneumatik sebesar 85 mm. Maka untuk perencanaan ini dipilih silinder dengan diameter 100 mm dengan tipe *double acting cylinder* karena diperlukan gerakan maju mundur.

Gaya dorong silinder bisa diketahui dengan menggunakan rumus:

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \cdot \mu \dots\dots\dots (Sesuai persamaan 2.6)$$

Dengan data yang diketahui :

$$D = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$$

$$P = 10 \text{ bar} = 100 \text{ N/cm}^2$$

$$F_{\text{dorong}} = (10 \text{ cm})^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 100 \text{ N/cm}^2 \cdot 0,85$$

$$= 6676 \text{ N}$$

Gaya tarikan silinder bisa diketahui dengan menggunakan persamaan:

$$F = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) P \mu \dots\dots\dots (\text{Sesuai Persamaan 2.7})$$

Dengan data yang diketahui:

$$D = 100 \text{ mm} = 10 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$$

$$P = 10 \text{ bar} = 100 \text{ N/cm}^2$$

$$\begin{aligned} F_{\text{tarik}} &= \frac{\pi}{4} \cdot (10^2 - 2,5^2) \cdot 100 \text{ N/cm}^2 \cdot 0,85 \\ &= 6258,64 \text{ N} \end{aligned}$$

Konsumsi Udara

Perhitungan konsumsi udara kompresi dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned} Q &= 0,7854 \frac{d^2 s}{t} \times \frac{P + 101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.9}) \\ &= 0,7854 \frac{0,025^2 \cdot 0,7}{6} \times \frac{10 \cdot 10^5 + 101,3 \times 10^3}{101,3} \times 10^{-12} \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 6,23 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 62,3 \text{ mm}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsumsi udara yang dibutuhkan silinder dengan $D=100$ mm dengan panjang langkah 100 mm untuk bergerak adalah $62,3 \text{ mm}^3/\text{s}$.

4.2.4 Perencanaan valve

Pemilihan *Directional Control Valve*

Perencanaan Mesin Penyayat Bambu ini menggunakan 1 buah katup *directional control valve*, yaitu katup 5/2 yang menggunakan aktuatur solenoid karena mesin penyayat

bambu ini menggunakan sistem kontrol elektro-pneumatik. Katup 5/2 digunakan untuk mengatur arah silinder. *Valve* DCV yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Pemilihan *One Way Flow Control Valve*

Pada perencanaan mesin penyayat bambu perlu digunakan 2 buah *one way flow control valve* untuk mengatur kecepatan gerak maju dan gerak mundur silinder. Berdasarkan data yang ada:

Applicable Tubing = Nylon
 O.D Tubing = 8 mm
 Max Pressure = 1 Mpa = 10 Bar

Maka berdasarkan standart yang ada pada katalog FESTO, dipilih *flow control valve* type LSC. ¼ PK-8.

4.2.5 Perencanaan kompresor

Setelah perhitungan komponen pneumatik diatas, maka didapatkan tekanan operasi yang dipakai yaitu 100N/cm². Perhitungan kapasitas kompresor: Tekanan operasi 10 bar= 100N/cm².

$$100 \frac{N}{cm^2} \times \frac{0,2248 \text{ lbf}}{1 N} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{0,155 \text{ in}^2} = 145,5 \frac{\text{lbf}}{\text{in}^2}$$

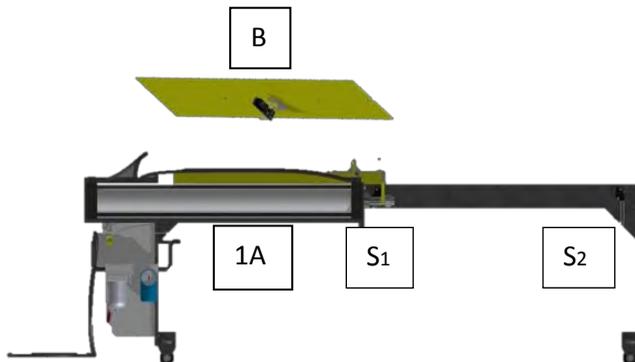
Dari perhitungan diatas, digunakan sebagai dasar untuk memilih jenis dan kapasitas kompresor yang cocok dengan kriteria yang dibutuhkan. Dengan demikian, kapasitas kompresor yang digunakan harus lebih dari 145,5 psi.

4.3 Perencanaan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik Mesin Penyayat Bambu

Perangkat mendorong dan menarik benda kerja yang terdapat pada sebuah kotak pada ketinggian tertentu yang telah dihubungkan oleh sebuah batang.

sketsa posisi perangkat ditunjukkan pada gambar 4.5 ada empat perangkat pneumatik:

- mendorong 1A untuk mendorong dan menarik benda kerja.
- S1 adalah sensor yang digunakan untuk perintah gerakan maju.
- S2 adalah sensor yang digunakan untuk perintah gerakan mundur.
- B sensor proximity digunakan sebagai stopper, memberhentikan mesin ketika bambu habis.



Gambar 4.5 Sketsa posisi

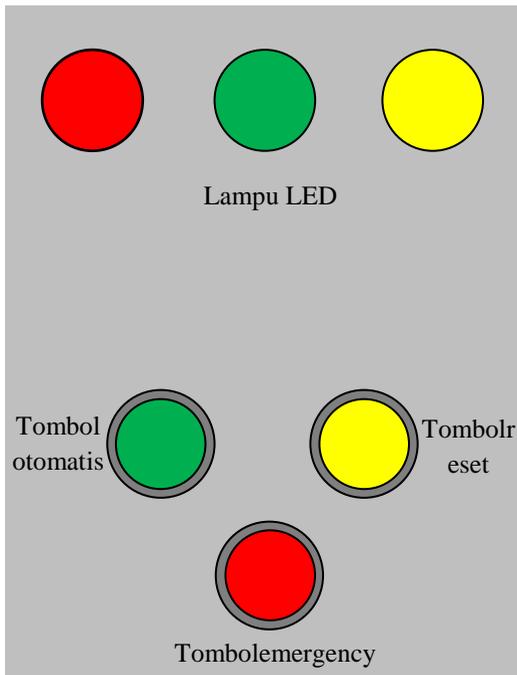
4.3.1 Sistem Operasi Mesin Penyayat Bambu

Sistem operasi pada mesin penyayatbambu diatur dalam *panel box*. Untuk menjalankan mesin penyayatbambu perlu

dibuat sistem operasi yang sesuai dengan kebutuhan kerjanya. Berikut adalah sistem operasi mesin penyayat bambu.

Keterangan Konfigurasi Sistem:

- *Push button Automatic*: berfungsi untuk menjalankan sistem mesin penyayat bambu sehingga silinder pneumatik mulai teraktuasi.
- *Push button Reset*: berfungsi untuk memutuskan aliran pada sistem mesin penyayat bambu sehingga silinder pneumatik kembali ke posisi awal.
- *Push Button Emergency*: berfungsi untuk memutuskan aliran apabila terjadi yang darurat pada sistem.
- Lampu LED: berfungsi sebagai penunjuk mesin dalam posisi tertentu.



Gambar 4.6 Konfigurasi Sistem

Tabel 4.1 Identifikasi Warna

Colour	Operating status	Examples of application
Merah	Abnormal status	Menunjukkan mesin dalam kondisi <i>Off</i> (akibat dari push button posisi <i>Off</i> atau tombol emergency dalam posisi <i>On</i>)
Hijau	Mesin siap dioperasikan	Menunjukkan mesin dalam kondisi siap dihidupkan
Kuning	Peringatan	Menunjukkan mesin dalam posisi <i>Off</i> karena tombol reset ditekan

4.3.2 Power Supply

Hal di bawah ini adalah jaringan power supply yang tersedia

1. Jaringan udara yang termampatkan ($p = 10$ bar)
2. Jaringan kelistrikan ($V = 230$ V AC)

Seksi untuk mengontrol sinyal listrik dan sirkuit utama dioperasikan dengan 24V DC. Tetapi diperlukan power supply untuk memberikan voltase tersebut.

4.3.3 Pemilihan Silinder

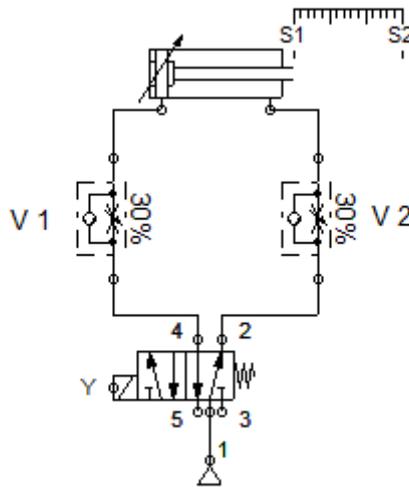
Silinder dipilih melalui kebutuhan dari gaya dan panjang langkah yang sudah dikeluarkan oleh pabrik pneumatik di katalognya.

Untuk memenuhi gaya drive, cylinder 1A setidaknya memiliki diamter piston 100 mm dan stroke 700 mm.

Untuk memastikan pengereman yang halus, silinder ditaruh secara benar dan diberi bantalan pada bagian akhirnya harus diberikan pada drives 1A. silinder berikut akan cocok, contohnya Silinder 1A : Festo DNGUL-40-500PPV-A

4.3.4 Diagram Sirkuit Pneumatik

Setelah didapatkan hasil perhitungan mengenai komponen-komponen pneumatik, maka perlu direncanakan juga sistem pneumatik ataupun peralatan pendukungnya agar didapatkan hasil yang optimum sesuai dengan kebutuhan. Adapun skematis dari perencanaan sistem pneumatik yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Rangkaian Sistem Pneumatik

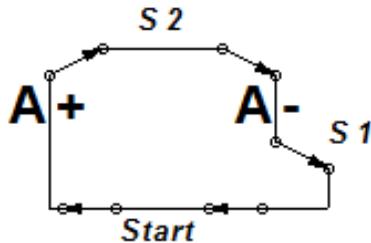
Keterangan Gambar :

- V = One way flow control valve
- S = Sensor limit switch
- Y = Directional valve 5/2 – Single solenoid and spring return pneumatik.

4.3.5 Diagram Notasi Silinder Kerja

Setelah diagram sirkuit pneumatik diketahui, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan notasi langkah kerja dari pada

silinder. Adapun perencanaan diagram notasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.8 Diagram Notasi

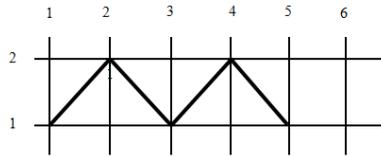
4.3.6 Diagram Gerak Langkah Silinder

Sebelum mulai menyusun circuit diagram, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain:

- Berapa banyak step yang dibutuhkan dalam rangkaian
- Drive yang digerakkan pada setiap langkah
- Sensor pemberi sinyal atau lamanya waktu jeda ke step selanjutnya dalam suatu rangkaian

Penjelasan dan ilustrasi dari rangkaian akan lebih mudah jika menggunakan metode grafis, sebagai contoh yaitu dengan menggunakan sebuah displacement-step diagram, displacement-time diagram, function diagram atau function chart. Disini kami menggunakan metode displacement-step diagram.

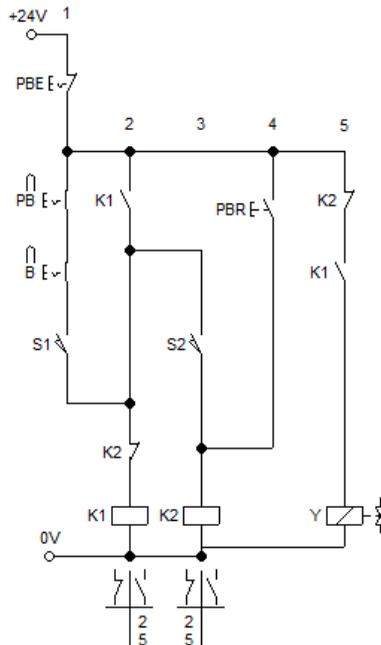
Diagram ini digunakan untuk gerakan yang berurutan didalam daerah kerja pneumatik dan menunjukkan langkah dari actuator (silinder). Pada saat posisi normal dengan diagram notasi maka silinder diam dan ketika sensor-sensor yang terdapat pada silinder bekerja, maka silinder ini akan bergerak maju maupun mundur sesuai dengan gambar diagram gerak langkah.



Gambar 4.9 Diagram Gerak Langkah

4.3.7 Rangkaian Kelistrikan

Setelah diagram notasi dan diagram gerak langkah di dapat, perencanaan berikutnya adalah pembuatan rangkaian listrik untuk kontrol panel mesin penyayat bambu. Dalam rangkaian listrik ini terdiri dari dua buah rellay yang mengaktuasikan gerak silinder, dan terdapat lampu indikator sebagai sinyal processing ketika bambu didalam box habis.



Gambar 4.10 Diagram Kelistrikan

Dari konsep keseluruhan sistem kontrol, dapat ditentukan komponen-komponen yang dibutuhkan. Hal ini mencakup:

- Pneumatic drive units
- Valve pneumatik
- Elemen pengontrol
- Proximity switches, pressure switches, dll
- Tipe relay yang digunakan

Tabel 4.2 Arti Kode

Komponen	Kode
Limit Switch	S
Manually operated pushbutton, input elements	PB
Sesor proximity	B
Relay	K
Kontaktor	K
Solenoid coil	Y

Komponen yang ditunjukkan pada circuit diagram (gambar 4.11) dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- Manually operated switches PB, PBR, PBE
- Limit switch S1 dan S2
- Relay K1 dan K2
- Solenoid coil Y

Rangkaian ini hanya dapat bekerja ketika ditekan tombol ON atau OFF saja. Reaksi berbeda ditunjukkan ketika kedua tombol ditekan bersamaan, kumparan relay tidak aktif/ tidak mendapatkan arus listrik. Rangkaian ini disebut dengan rangkaian dominan OFF latching.

Pada kasus ini, batang piston dan silinder akan bergerak maju (advance) ketika ditekan tombol PB dan akan mundur (retract) ketika tombol PBE atau PBR ditekan. Relay dengan fungsi latching digunakan untuk menyimpan sinyal.

Mesin hanya bisa dioperasikan ketika sensor B aktif. Saat PB ditekan, relay akan terkontak. DCV teraktuasi melalui relay

yang lain dan mengakibatkan batang piston dan silinder maju (advance). Saat kontak dilepas oleh aktuasi pada tombol PBE atau PBR, batang piston dan silinder akan mundur (retract).

4.4 Perencanaan Pegas

Untuk menentukan material, banyak lilitan, dan diameter yang dibutuhkan dapat dicari melalui cara berikut ini:

$$W_{LT} = 1700 \text{ N} = 173,29 \text{ kgf}$$

$$W_L = \frac{173,29}{2} \text{ kgf}$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$H_f = 84 \text{ mm}$$

$$H_s = 90 \text{ mm}$$

$$H_L = 30 \text{ mm}$$

1. Misalkan $C=5$

$$C = \frac{D}{d} = 5 \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.10})$$

$$d = \frac{50 \text{ mm}}{5}$$

$$= 10 \text{ mm}$$

2. Dari grafik Faktor Tegangan Wohl dengan $C=5$ didapat $k=1,32$

3. $\tau = k \frac{8DW_L}{\pi d^3} \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.11})$

$$\tau = 1,32 \frac{8 \cdot 50 \cdot 86,65}{\pi \cdot 10^3}$$

$$\tau = 14,56 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

$$4. \text{ SUP4, } \tau = 65 \text{ kg/mm}^2, G = 8000 \text{ kg/mm}^2$$

$$\tau_d = \tau \cdot sf$$

$$\tau_d = 65 \cdot 0,7$$

$$\tau_d = 45,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$5. \tau < \tau_d$$

$$14,56 < 45,5 \quad (\text{kembali ke nomor 1})$$

$$6. d = 6 \text{ mm}$$

$$C = \frac{50}{6} = 8,33$$

$$7. \text{ Dengan } C = 8,33 \text{ didapat } k = 1,18$$

$$8. \tau = 1,18 \cdot \frac{8 \cdot 50 \cdot 86,65}{\pi \cdot 6^3} = 14,56$$

$$9. \tau < \tau_d$$

$$14,56 < 45,5 \quad (\text{Baik})$$

$$10. \text{ Lendutan kawat}$$

$$\begin{aligned} \delta &= H_S - H_L \\ &= 90 - 30 \\ &= 60 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.5 Perencanaan Pisau

Dalam proses penyayatan bambu di alat ini, ada saat dimana pisau akan dibebani oleh gaya pegas dan gaya potong secara bersamaan. Oleh karena itu, kekuatan pisau tidak boleh kurang dari pertambahan gaya pegas dan gaya potong supaya pisau tidak cepat rusak. Pisau yang digunakan dalam alat ini harus memiliki kekuatan yang lebih besar dari pertambahan gaya pegas dan gaya potong. Berikut ini adalah perencanaan pisau yang akan digunakan:

$$F_{\text{pisau}} > F_{\text{spring}} + F_g$$

$$F_{\text{pisau}} > 1700 \text{ N} + 2524,9365 \text{ N}$$

$$F_{\text{pisau}} > 4224,9365 \text{ N}$$

$$F_{\text{pisau}} = 4300 \text{ N}$$

Sehingga diperoleh besarnya gaya minimum yang harus dimiliki oleh pisau penyayat, yaitu sebesar 4300 N. Selanjutnya, gaya pisau ini akan digunakan dalam menentukan bahan yang harus digunakan.

- ✚ Mencari tegangan tarik pisau (τ_s) untuk menentukan material yang akan digunakan untuk dibuat pisau.

$$\tau_s = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.21})$$

Dimana:

$$F = \text{Gaya pisau (N)}$$

$$A = \text{Luas bambu yang disayat}$$

$$= p \times l$$

$$= 15 \text{ cm} \times 0,1 \text{ cm}$$

$$= 1,5 \text{ cm}^2$$

$$= 150 \text{ mm}^2$$

Agar pisau aman digunakan, maka tegangan tarik pisau ($|\tau_s|$) yang digunakan harus lebih besar daripada tegangan tarik sebenarnya (τ_s). Dengan demikian nilai tegangan tarik yang dibutuhkan dapat dicari melalui rumus sebagai berikut:

$$\tau_s \leq |\tau_s| \dots\dots\dots (\text{sesuai persamaan 2.22})$$

$$\frac{F}{A} \leq \frac{0,6 \cdot \sigma_{syp}}{sf} \quad sf = 4 \text{ (beban kejut)}$$

$$\frac{4300 \text{ N}}{160 \text{ mm}^2} \leq \frac{0,6 \cdot \sigma_{syp}}{4}$$

$$\sigma_{syp} \geq \frac{4 \cdot 4300 \text{ N}}{0,6 \cdot 160 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_{syp} \geq 179,17 \text{ N/mm}^2$$

Dengan demikian, material yang kami gunakan adalah jenis ST 34 F yang memiliki $\sigma_{syp} = 195 \text{ N/mm}^2$ sebagaimana data yang terlampir pada lampiran 4.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kekuatan geser sejajar serat bambu tali dan bambu ampel pada bagian pangkal, tengah, dan ujung

Jenis Bambu	Nilai Tekan Sejajar Serat						
	Bagian Pangkal		Bagian Tengah		Bagian Ujung		Rata - rata
	Buku	Ruas	Buku	Ruas	Buku	Ruas	
Tali/ Apus	74	86	70	88	70	96	81
Ampel	106	109	96	113	104	117	108

(Anas, Azhar 2002)

Lampiran 2. Hasil perhitungan keteguhan rekat sejajar lapisan permukaan bambu apus (Mardikanto, TR, L Karlinasari, and ET Bahtiar 2011)

Sample	B	P	L	$\frac{L}{Juga}$	KGT	Kosef	KR	PI	P2	PR	I1	I2	IR	IK	IB	KK
CPV51	30.8	2.57	2.39	6.14	5.01	1.2	6.02	2.42	2.3	2.36	2.12	2.14	2.13	5.0258	6.14	81.84
CPV52	25	2.57	2.39	6.14	4.07	1.2	4.88	2.10	2.05	2.095	2.2	2	2.1	4.3995	6.14	71.63
CPV53	134.71	2.57	2.39	6.14	21.93	1.2	26.32	0.95	0.96	0.955	0.75	0.87	0.81	0.77355	6.14	12.59
Rata-rata	63.50333	2.57	2.39	6.14	10.34	1.20	12.41	1.84	1.77	1.80	1.69	1.67	1.68	3.40	6.14	55.35
CEP51	161.16	2.57	2.39	6.14	26.24	1.2	31.49	1	1	1	0.6	0.6	0.6	0.6	6.14	9.77
CEP52	158.25	2.57	2.39	6.14	25.76	1.2	30.92	0.8	0.8	0.8	0.41	0.42	0.415	0.332	6.14	5.41
CEP53	5.78	2.57	2.39	6.14	0.94	1.2	1.13	1.8	2.2	2	1.12	0.92	1.02	2.04	6.14	35.21
Rata-rata	108.3967	2.57	2.39	6.14	17.65	1.20	21.18	1.20	1.33	1.27	0.71	0.65	0.68	0.99	6.14	16.13
S2PV51	18.18	2.57	2.39	6.14	2.96	1.2	3.55	0.22	0.2	0.21	0.1	0.14	0.12	0.0252	6.14	0.41
S2PV52	110.76	2.57	2.39	6.14	18.03	1.2	21.64	0.85	0.8	0.825	0.75	0.68	0.715	0.589875	6.14	9.60
S2PV53	122.35	2.57	2.39	6.14	19.92	1.2	23.90	2.05	2	2.025	2.06	2.1	2.08	4.212	6.14	66.57
Rata-rata	83.76333	2.57	2.39	6.14	13.64	1.20	16.36	1.04	1.00	1.02	0.97	0.97	0.97	1.61	6.14	26.20
S2EP51	157.42	2.57	2.39	6.14	25.63	1.2	30.75	0.24	0.24	0.24	0.18	2	1.09	0.2615	6.14	4.26
S2EP52	88.97	2.57	2.39	6.14	14.48	1.2	17.38	1.22	1.2	1.21	0.43	0.43	0.43	0.5203	6.14	8.47
S2EP53	58.44	2.57	2.39	6.14	9.51	1.2	11.42	2.04	2.04	2.04	0.34	0.34	0.34	0.6936	6.14	11.29
Rata-rata	101.61	2.57	2.39	6.14	16.54	1.20	19.85	1.17	1.16	1.16	0.32	0.92	0.62	0.49	6.14	8.01

Lampiran 3. Tabel Konversi

TABLE. 1 Conversion Factors		
Area		
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²		1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²		1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²		1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity		
1 W/m-K = 1 J/s-m-K		
= 0.577 789 Btu/h-ft-R		1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density		
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³		1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³		
1 g/cm ³ = 1 kg/L		
Energy		
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²		
1 J = 0.737 562 lbf-ft		1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J		= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
		1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J		= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J		
Force		
1 N = 0.224809 lbf		1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)		
Gravitation		
g = 9.80665 m/s ²		g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy		
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R		1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)		
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²		1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient		
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R		1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length		
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm		1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.		1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.		1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi		1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)		1 yd = 0.9144 m

Lampiran 3. Tabel Konversi (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors		
Specific kinetic energy (V^2)		
1 m ² /s ² = 0.001 kJ/kg		1 ft ² /s ² = 3.9941 × 10 ⁻⁵ Btu/lbm
1 kJ/kg = 1000 m ² /s ²		1 Btu/lbm = 2.5037 ft ² /s ²
Specific potential energy (Zg)		
1 m-g _{std} = 9.80665 × 10 ⁻³ kJ/kg		1 ft-g _{std} = 1.0 lbf-ft/lbm
= 4.21607 × 10 ⁻² Btu/lbm		= 0.001285 Btu/lbm
		= 0.002989 kJ/kg
Specific volume		
1 cm ³ /g = 0.001 m ³ /kg		
1 cm ³ /g = 1 L/kg		
1 m ³ /kg = 16.018 46 ft ³ /lbm		1 ft ³ /lbm = 0.062 428 m ³ /kg
Temperature		
1 K = 1 °C = 1.8 R = 1.8 F		1 R = (5/9) K
TC = TK - 273.15		TF = TR - 459.67
= (TF - 32)/1.8		= 1.8 TC + 32
TK = TR/1.8		TR = 1.8 TK
Universal Gas Constant		
R = N ₀ k = 8.31451 kJ/kmol-K		R = 1.98589 Btu/lbmol-R
= 1.98589 kcal/kmol-K		= 1545.36 lbf-ft/lbmol-R
= 82.0578 atm-L/kmol-K		= 0.73024 atm-ft ³ /lbmol-R
		= 10.7317 (lbf/in. ²)-ft ³ /lbmol-R
Velocity		
1 m/s = 3.6 km/h		1 ft/s = 0.681818 mi/h
= 3.28084 ft/s		= 0.3048 m/s
= 2.23694 mi/h		= 1.09728 km/h
1 km/h = 0.27778 m/s		1 mi/h = 1.46667 ft/s
= 0.91134 ft/s		= 0.44704 m/s
= 0.62137 mi/h		= 1.609344 km/h
Volume		
1 m ³ = 35.3147 ft ³		1 ft ³ = 2.831 685 × 10 ⁻² m ³
1 L = 1 dm ³ = 0.001 m ³		1 in. ³ = 1.6387 × 10 ⁻⁵ m ³
1 Gal. (US) = 3.785 412 L		1 Gal. (UK) = 4.546 090 L
= 3.785 412 × 10 ⁻³ m ³		1 Gal. (US) = 231.00 in. ³

Lampiran 3. Tabel Konversi (lanjutan)

TABLE (Continued) Conversion Factors			
Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/h
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= 1 N/m ² = 1 kg/in ²	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= 1.0×10^5 Pa = 100 kPa		
1 atm	= 101.325 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
	= 1.01325 bar		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 760 mm Hg [0°C]		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]	1 bar	= 0.986 96 bar
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 m n Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa		
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

Lampiran 4. Spesifikasi baja ST

Number Standart	Mechanical Properties	
Type Material	Tensile Strength (N/mm^2)	Yield Strength (N/mm^2)
St 34 F	335 - 410	195
St 37 F	365 - 440	222
St 42 F	410 - 490	235
St 50 F	490 - 590	295
St 52 F	510 - 610	335
St 60 F	590 - 705	355
St 70 F	685 - 835	365
St 02 F	270 - 410	280
St 03 F	270 - 370	250
St 04 F	270 - 350	220

(Suhariyanto, 2006)

Lampiran 5. Gaya piston

ISO6431 non-tie rod cylinder

Bore (mm)	Rod (mm)	Action	Pressed area (cm ²)	Operating pressure (kgf/cm ²)							
				3	4	5	6	7	8		
32	12	Push	8.04	24	32	40	48	56	64		
		Pull	6.91	21	27	34	41	48	55		
40	16	Push	12.56	38	50	63	75	88	100		
		Pull	10.56	32	42	53	63	74	84		
50	20	Push	19.63	59	79	98	118	137	157		
		Pull	16.49	49	66	82	99	115	132		
63	20	Push	31.16	93	125	156	187	218	249		
		Pull	28.02	84	112	140	168	196	224		
80	25	Push	50.24	151	201	251	301	352	402		
		Pull	45.34	136	181	227	272	317	363		
100	25	Push	78.5	236	314	393	471	550	628		
		Pull	73.6	221	294	368	442	515	589		
125	32	Push	122.7	368	491	614	736	859	982		
		Pull	114.7	344	459	574	688	803	918		
160	40	Push	201	603	804	1005	1206	1407	1608		
		Pull	188	564	752	940	1128	1316	1504		
200	40	Push	314	942	1256	1570	1884	2198	2512		
		Pull	301	903	1204	1505	1806	2107	2408		
250	50	Push	491	1473	1964	2455	2946	3437	3928		
		Pull	471	1413	1884	2355	2826	3297	3768		
320	60	Push	804	2412	3216	4020	4824	5628	6432		
		Pull	776	2328	3104	3880	4656	5432	6208		

Lampiran 6. Tabel Kebutuhan Udara

Diameter Piston (mm)	Tekanan Kerja (bar)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Kebutuhan udara (q) dalam liter/cm langkah									
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243

Lampiran 7. Spesifikasi Silinder Pneumatik

SC / SU Series

Standard Cylinder



The way to automation



SU90-100-FA
SC140-75-50
SC40-100-S
SC80-50-S
SC100-150

Ordering Code

SC	D	50	50	25	S	LB	MT
Series	Profile type	Stroke	Stroke	Adjustable stroke	Port	Mounting	Accessory
SC Tie rod type	Basic Standard double acting	32 40 50	63	80	S with magnet Basic Without magnet	Basic Basic mounting LB Foot	RL-23 Type SC Bracket for switch
SU Profile type	D Double-shaft double acting E Double-shaft with adjustable center type	63 80 100 125 160 200 250 320				FA: Front Range FB: Rear Range CA: Rear hinge CB: Rear hinge TC-M: Center mounting	TC Bracket for switch SU Bracket for switch

Specification

Bore (mm)	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	320
Operation	Double Acting										
Working Medium	Air										
*Mountings	Basic FA FB CA CB LB TC TC-M										
Operating Pressure Range	1 - 9.0 Kg/cm ²										
Proof Pressure	13.5 Kg/cm ²										
Operating Temperature Range	0 - 70 °C										
Operating Speed Range	50 - 800 mm/s										
Cushion	Adjustable Cushioning										
Adjustable Cushioning Stroke	20 mm			26 mm			45 mm	52 mm	66 mm		
Port Size	G 1/8"	G 1/4"	G 3/8"			G 1/2"		G 3/4"	G 1"		

*SCD, SCJ mountings: FA, FB, LB, TC and TC-M type

Lampiran 8. Spesifikasi Konektor

Accessories

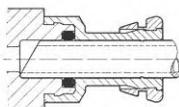
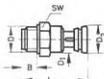
Quick push-pull connectors for PL, PP and PU plastic tubing and plastic-coated alloy tube PM

FESTO
PNEUMATIC

Quick push-pull connector Type CS...

These quick push-pull connectors can be used to assemble the plastic-coated alloy tube Type PM or plastic tubing Types PL, PP and PU simply and quickly.

Assembly: Insert tubing or alloy tube into tubing connection until the noticeable resistance of the sealing ring is overcome. Then slide in tube or plastic tubing as far as it will go. Slip locking ring over tubing connection.

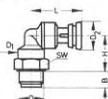


- ① Plastic tubing
- ② PL plastic tubing
- ③ PP plastic tubing
- ④ PM alloy tube

Accessories: See sheet 6.510

Order code		For tubing/ tube inside dia.	Connection D	Nominal size mm	Material	Weight kg	Dimensions				
Part No.	Type						B	D ₁	D ₂	L	SW
With metal connector and sealing ring											
5787	CS-M 5-PK-3	3	M 5	2,4	Steel/ plastic	0.004	3,5	—	10,5	31	8
5788	CS-M 5-PK-4	4/4	M 5	2,4	plastic	0.005	3,5	—	11,5	31	10
10 100	CS- ¹ / ₈ -PK-3-B	3	G ¹ / ₈	3	Aluminium/ plastic	0.006	5	—	12,5	33	13
10 101	CS- ¹ / ₈ -PK-4-B	4/4	G ¹ / ₈	4		0.006	5	—	14	33	13
12 620	CK- ¹ / ₈ -PK-6	6/5,2	G ¹ / ₈	5,3		0.007	6,5	—	17	34,5	13
10 102	CS- ¹ / ₄ -PK-4-B	4/4	G ¹ / ₄	4		0.009	6,5	—	14	35	17
10 103	CS- ¹ / ₄ -PK-6	6/5,2	G ¹ / ₄	6		0.010	6,5	—	17	35	17
12 962	CS- ¹ / ₄ -PK-8	8	G ¹ / ₄	8		0.150	6,5	—	21	47	17
10 104	CS- ³ / ₈ -PK-6	6/5,2	G ³ / ₈	6		0.140	8,5	—	17	37	19
12963	CS- ³ / ₈ -PK-8	8	G ³ / ₈	8		0.020	8,5	—	21	50	19
Plastic design											
5789	CS- ¹ / ₈ -PK-3-KU	3	G ¹ / ₈	3	Plastic with moulded-on sealing rim	0.004	6,5	14,2	12,5	32,4	13
5790	CS- ¹ / ₈ -PK-4-KU	4/4	G ¹ / ₈	4		0.004	6,5	14,2	14	32,4	13
5792	CS- ¹ / ₄ -PK-4-KU	4/4	G ¹ / ₄	4		0.005	8,5	14,2	14	34,5	17
6699	CS- ¹ / ₄ -PK-6-KU	6/5,2	G ¹ / ₄	6		0.005	8,5	16	17	35	17
6700	CS- ³ / ₈ -PK-6-KU	6/5,2	G ³ / ₈	6		0.007	10,5	16	17	37	19

* Suitable for frequent clamping and releasing of the plug-in connection



Quick push-pull elbow Type LCS...

Upper section can be swivelled through
360°

Order code		For tubing/ tube inside dia.	Connection D	Nominal size mm	Material	Weight kg	Dimensions					
Part No.	Type						B	D ₁	D ₂	H	L	SW
With metal connector and sealing ring												
12 952	LCS-M 5-PK-3	3	M 5	3	Steel	0.01	3,5	—	12,5	21,8	26,4	10
13 689	LCS-M 5-PK-4	4/4	M 5	4	plastic	0.01	3,5	—	14	21,8	26,4	10
10 105	LCS- ¹ / ₈ -PK-3	3	G ¹ / ₈	3	Aluminium/ plastic	0.008	5	—	12,5	20	26,5	13
10 106	LCS- ¹ / ₈ -PK-4	4/4	G ¹ / ₈	4		0.008	5	—	14	20	26,5	13
12 621	LCS- ¹ / ₈ -PK-6	6/5,2	G ¹ / ₈	5,3		0.008	5	—	17	23,1	27,9	13
10 107	LCS- ¹ / ₄ -PK-4	4/4	G ¹ / ₄	4		0.012	6,5	—	14	21	26,5	17
10 108	LCS- ¹ / ₄ -PK-6	6/5,2	G ¹ / ₄	6		0.014	6,5	—	17	22,5	28	17
12 964	LCS- ¹ / ₄ -PK-8	8	G ¹ / ₄	8		0.025	6,5	—	21	31,2	40	17
10 109	LCS- ³ / ₈ -PK-6	6/5,2	G ³ / ₈	6		0.017	8,5	—	17	22,5	28	19
12 965	LCS- ³ / ₈ -PK-8	8	G ³ / ₈	8		0.028	8,5	—	21	32	40	19
Plastic design												
9618	LCS- ¹ / ₈ -PK-3-KU	3	G ¹ / ₈	3	Plastic with moulded-on sealing rim	0.005	6,5	14,2	12,5	18,5	26,3	13
6833	LCS- ¹ / ₈ -PK-4-KU	4/4	G ¹ / ₈	4		0.005	6,5	14,2	14	18,5	26,3	13
6835	LCS- ¹ / ₄ -PK-4-KU	4/4	G ¹ / ₄	4		0.007	8,5	14,2	14	18,7	26,3	17
6836	LCS- ¹ / ₄ -PK-6-KU	6/5,2	G ¹ / ₄	6		0.008	8,5	16	17	20,2	27,8	17
9619	LCS- ³ / ₈ -PK-6-KU	6/5,2	G ³ / ₈	6		0.011	10,5	16	17	20,3	27,8	19

* Pressure range for nominal size 8 mm: -0,95 to +7 bar

Subject to change

6.120

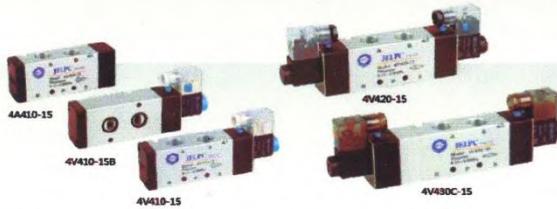
Lampiran 9. Spesifikasi Valve Pneumatik

4V400 Series

Solenoid Valve, Air Piloted Valve



JELPC® | The way to automation



Ordering Code

4V	4	10	15	B	AC220V	W	F
Specification	Series Code	Coil and Type	Port Size	Connection and Initial status	Standard Voltage	Warning	Joint
4V: 5/2(3) way solenoid valve 4A: 5/2(3) way air pilot valve 3V: 3/2 way solenoid valve 3A: 3/2 way air pilot valve	400 Series	10: Single coil 20: Double coil 30C: Mid-position closed 30E: Mid-position vented 30P: Mid-position open	15: 1/2"	Blank: Threaded B: Sub-plated mounted (for 5/2: 5/3 way only) NC: 3/2 Way normally closed NO: 3/2 Way normally open	DC12V DC24V AC110V 50Hz/60Hz AC120V 50Hz/60Hz AC200V 50Hz/60Hz AC380V 50Hz/60Hz	Blank: Without Light Indicator LD: Brown with Light Indicator LDI: White with Light Indicator W: Lead wire	1 F-20 F

Specification

Model	4V410-15	4V420-15	4V430C-15	4V430E-15	4V430P-15
	4A410-15	4A420-15	4A430C-15	4A430E-15	4A430P-15
Valve Type	5/2 Way			5/3 Way	
Effective Cross Section Area	50 mm ² (CV=2.79)			30 mm ² (CV=1.68)	
	4V410-15	4V420-15	4A410-15	4A420-15	
Valve Type	3/2 Way				
Effective Cross Section Area	50mm ² (CV=2.79)				
Port Size	Inlet, Outlet, Exhaust Port = G1/2"				
Working Medium	40 Micron Filtered Air				
Operation	Internal piloted				
Working pressure	0.15 – 0.8 MPa				
Max. Test Pressure	1.2 MPa				
Ambient Temperature	5 – 50 °C				
Operating Voltage Tolerance	± 10%				
Power Consumption	AC: 5.5 VA DC: 4.8 W				
Connector Protection	F Class, IP 65				
Wiring / Connector	Cable / Lead Wire or DIN Connector				
Switching Frequency	5 Cycles / Sec.				
Response Time	0.05 Sec.				

Lampiran 10. Spesifikasi Air Service Unit

CE
ISO9001:2000

JAC Series 1000~5000
Air Filter Combination
(F.R.L. Combination)



JAC3000-02

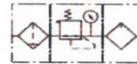


JAC3000-03

Ordering Code

JA	C	4000	04	D	N
Symbol	Function	Specification	Port size	Drain Type	Wiring Form
JAC3000-02	F.R.L. Combination	3000	M5: M5 x 0.8	Blank: Semi-automatic	Blank: Standard
		2000	G2-G 1/8"	D: Automatic	16: Metal cup
JAC3000-03		3000	G2-G 3/8"		
		4000	G4-G 1/2"		
		5000	G6-G 3/4"		
			10-G 1"		

Symbol



Specification

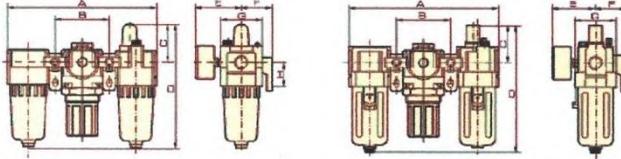
Model	JAC1000-N1	JAC2000-01	JAC3000-01	JAC3000-02	JAC3000-03	JAC3000-04	JAC3000-05	JAC3000-06	JAC4000-01	JAC4000-02	JAC4000-03	JAC4000-04	JAC4000-05	JAC4000-06	JAC5000-01	JAC5000-02
Rated Flow	90	500	500	1500	1500	2000	2000	4000	4000	4500	5000	5000	5000	5000		
Port Size	M5	1/8	1/4	1/4	3/8	1/4	3/8	3/8	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4		1
Filter Precision	25 µm															
Max. Adjustable Pressure	1.0 MPa															
Ensured Pressure Resistance	1.5 MPa															
Operating Temperature Range	5 - 60 °C															
Range of Adjustable Pressure	0.05 - 0.7 MPa															
Suggested Lubricant	ISO VG 32															
Container Material	Poly Carbonate															
Protective Cup Cover	Not Available															
Drain Function	Differential Drain															
Valve Type	With Checkflow															
Assembly	Filter	JAF1000-M5	JAF2000-01	JAF3000-01	JAF3000-02	JAF3000-03	JAF3000-04	JAF3000-05	JAF4000-01	JAF4000-02	JAF4000-03	JAF4000-04	JAF4000-05	JAF4000-06	JAF5000-01	JAF5000-02
	Regulator	JAR1000-M5	JAR2000-01	JAR3000-01	JAR3000-02	JAR3000-03	JAR3000-04	JAR3000-05	JAR4000-01	JAR4000-02	JAR4000-03	JAR4000-04	JAR4000-05	JAR4000-06	JAR5000-01	JAR5000-02
	Lubricator	JAL1000-M5	JAL2000-01	JAL3000-01	JAL3000-02	JAL3000-03	JAL3000-04	JAL3000-05	JAL4000-01	JAL4000-02	JAL4000-03	JAL4000-04	JAL4000-05	JAL4000-06	JAL5000-01	JAL5000-02

Lampiran 10. Spesifikasi Air Service Unit (lanjutan)

JAC Series 1000~5000 Air Filter Combination (F.R.L. Combination)

Overall Dimension

JAC1000 ~ JAC5000



Dimension

Model	Bore	A	B	C	D	E	F	G	H
JAC1000	M5	91	33	25.5	84.5	26	25	25	20
JAC2000	1/8 - 1/4	140	50	38	125	56.8	30	40	24
JAC2500	1/4 - 3/8	181	64	38	156.5	60.8	41	53	35
JAC3000	1/4 - 3/8	181	64	38	156.5	60.8	41	53	35
JAC4000	3/8 - 1/2	238	84	41	191.5	65.5	50	70	40
JAC4000-06	3/4	253	89	41	193	69.5	50	70	40
JAC5000	3/4 - 1	300	105	48	271.5	75.5	69.8	90	50

Lampiran 11. Spesifikasi Pipa Saluran Pneumatik

SMC Offers a Rainbow of "Standard" color choices

TIUB 05 BU-33

Polyurethane Tubing		Color Indication		Length per roll	
Size	Tube size	Symbol	Color	Symbol	Roll size
05	1/8"	25	25	25	66 ft.
06	3/16"	26	26	26	100 ft.
07	1/4"	27	27	27	100 ft.
11	3/8"	30	30	30	100 ft.
18	1/2"	33	33	33	164.0 ft.

See Color Chart Below.

1/8", 3/16", 1/4"
Longer lengths available upon request.

TU 0425 BU-20

Polyurethane Tubing		Color Indication		Length per roll	
Size	Tube	Symbol	Color	Symbol	Roll size
0425	4mm (1/8")	25	25	25	50m
0425	4mm (1/8")	26	26	26	100 ft.
0425	4mm (1/8")	27	27	27	100 ft.
0425	4mm (1/8")	30	30	30	100 ft.
0425	4mm (1/8")	33	33	33	200 ft.
0425	4mm (1/8")	34	34	34	200m

See Color Chart Below.

4mm, 8mm, 6mm
Standard for 4mm (1/8") & 6mm (1/4") tube size
Longer lengths available upon request.

	Color	Tube Sample		Color	Tube Sample
B	Black		G4	Dark Green	
BU	Blue		GR1	Gray (solid)	
C	Clear		GR2	Lt. Gray (solid)	
G	Green		P1	Neon Pink	
R	Red		PU1	Purple (solid)	
W	White		PU2	TR Purple	
Y	Yellow		R1	Red (solid)	
YR	Orange		R2	TR Red	
BU1	Blue (solid)		S1	Silver	
BU2	TR Blue		Y1	Yellow (solid)	
BU3	Med. Blue		Y2	TR Yellow	
BR1	Brown (solid)		Y3	Neon Yellow	
G1	Green (solid)		YR1	TR Orange	
G2	TR Green		YR2	Neon Orange	
G3	Neon Green				

Note: Quick ship colors include: Black, Blue, Clear, Green, Red, White, Yellow and Orange.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai hasil dari tujuan yang ingin dicapai. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

1. Mesin penyayat bambu dengan sistem elektro-pneumatik ini dapat meningkatkan kualitas dan produktivitas UD. Putri Ragil.
2. Dalam proses penyayatan diperoleh gaya penyayatan sebesar 4796,79 N. Kompresor yang digunakan memiliki tekanan 10 bar sehingga menggunakan silinder pneumatik jenis *double acting* berdiameter 100 mm dan *stroke* 700 mm.
3. Material pisau yang digunakan adalah ST 34 F yang memiliki $\sigma_{syp} = 195 \text{ N/mm}^2$ dan material pegas yang digunakan adalah jenis SUP4 diameter 6 mm.
4. Kapasitas produksi mesin sebesar 13.500 sayatan per hari.
5. Pada 15 buah bambu dengan berat 1 kg menghasilkan 87 % sayatan bambu yang layak pakai dan 13 % sayatan bambu yang tidak layak pakai.
6. Mesin bekerja dengan baik dan mudah dioperasikan dengan adanya panel box, dimana diberi tombol perintah agar dapat digunakan dengan aman.

5.2 Saran

Saran yang diperlukan agar Mesin Penyayat Bambu ini dapat beroperasi dengan lebih baik lagi adalah:

1. Pisau yang dapat diatur tingginya, sehingga dapat menghasilkan tebal sayatan sesuai kebutuhan.

2. Dapat digunakan untuk semua panjang bambu, yaitu maksimal 700 mm.
3. Penataan kabel dan selang dipertimbangkan sejak awal berapa kebutuhannya, agar tidak berserakan dalam proses pemasangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anas, Azhar. *Karakteristik Bilah Bambu dan Buluh Utuh pada Bambu Tali dan Bambu Ampel [Skripsi]*. Bogor, 2002.
- Dransfield, Sa, and Er Am Widjaja. *Plant Resources of South East Asia (PROSEA) No. 7: Bamboos*. Leiden: Backhuys Publisher, 1995.
- Dwiranda, Afristian Arief, and Didik Supriyanto. *Rancang Bangun Mesin Penyayat Bambu untuk Produksi Sayatan Bambu sebagai Bahan Baku Anyaman Bambu [Tugas Akhir]*. Surabaya, 2011.
- Esposito, Anthony. *Fluid Power with Application sixth edition*. New Jersey: Prentice Hall International Inc, 2003.
- Frick, H. *Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*. Yogyakarta: KANISIUS, 2004.
- G, Prede, and Scholz D. *Electro-Pneumatics*. Festo Didactic, 2002.
- Majumdar, S.J. *Pneumatic Systems - Principles and Maintenance*. New York: Mc Graw - Hill, 1995.
- Mardikanto, TR, L Karlinasari, and ET Bahtiar. *Sifat Mekanis Kayu*. Bogor: IPB Press, 2011.
- Rao, P N. *Manufacturing Technology Metal Cutting & Machine Tools*. Malaysia: MARA, 2000.
- Schey, John A. *Proses Manufaktur*. Ontario: ANDI Yogyakarta, 2000.
- Sudarnadi, H. *Tumbuhan Monokotil*. Jakarta: Penebar Swadaya, 1996.
- Suhariyanto. *Elemen Mesin II*. Surabaya, 2006.
- Sutiyono. "Bamboo Cultivation." In *Proceeding of the International Seminar on Plantation forest Research and Development in Yogyakarta*. Bogor: campus of FORDA, 2006.

Warring, R.H. *Pneumatic Handbook*. England: Trade and Technical Press, 1982.

Widjaja, EA, UW Mahyar, and SS Utomo. *Tumbuhan Anyaman di Indonesia*. Jakarta: Mediatama Sarana Perkasa, 1998.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Muhamad Faisol, dilahirkan di Madura pada tanggal 21 Maret 1995. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di SDN 09 Jakarta Selatan, SMPN 178 Jakarta Selatan dan SMAN 87 Jakarta Selatan, kemudian melanjutkan ke Institut Teknologi Sepuluh Nopember mengambil jurusan DIII Teknik Mesin Produksi Kerjasama ITS-Disnakertansduk. Selama kuliah, penulis pernah mengikuti Pra-FMD di puslatpur Purbaya, Pra-TD, tergabung dalam Forum Komunikasi Mesin Disnaker, dua kali lolos pendanaan PKM dalam bidang Penerapan Teknologi, dan mendapat 2 Perunggu pada PIMNAS 28 Kendari Sulawesi. Penulis pernah melaksanakan On The Job Training di PT Pertamina (Persero).

Email : Muhammad_faisol87@yahoo.com