

36659/H/09



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember



RSM
621.86
Fan
r-1

2009

TUGAS AKHIR - RM 1522
**RANCANG BANGUN MEKANISME PESAWAT
PENGANGKAT PNEUMATIK UNTUK RESCUE
OPERATION DENGAN MENGGUNAKAN SEPEDA**

DENY GHOFAR FANANI
NRP 2104 100 066

Dosen Pembimbing
Dr. Eng. Harus Laksana Guntur, ST, M. Eng.

JURUSAN TEKNIK MESIN
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	27-8-2009
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	1263



FINAL PROJECT - RM 1522
DESIGN AND CONSTRUCT PNEUMATIC HANDLING
EQUIPMENT OF MECANISM FOR RESCUE
OPERATION USING WITH BICYCLE

DENY GHOFAR FANANI
NRP 2104 100 066

Academic Supervisor
Dr. Eng. Harus Laksana Guntur, ST, M.Eng

DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009

RANCANG BANGUN MEKANISME PESAWAT PENGANGKAT PNEUMATIK UNTUK RESCUE OPERATION DENGAN MENGGUNAKAN SEPEDA

Nama Mahasiswa : Deny Ghofar Fanani
NRP : 2104.100.066
Jurusan : Teknik Mesin FTI – ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Harus LG. ST, M.Eng

Abstrak

Proses evakuasi korban reruntuhan di Indonesia selama ini dilakukan dengan menggunakan alat berat, seperti : crane, traktor dll. Akan tetapi, keterbatasan yang dimiliki alat berat (e.g. jumlah terbatas dan waktu tunggu lama) menyebabkan proses evakuasi sering mengalami kegagalan. Pada Tugas Akhir ini kami melakukan rancang bangun mekanisme pesawat pengangkat pneumatik yang memiliki mobilitas tinggi dan low cost sebagai pengganti alat berat pada proses evakuasi korban reruntuhan.

Rancang bangun dilakukan dengan memperhitungkan beban maksimum, kekuatan kayuh manusia, mobilitas alat dan kemudahan pada proses bongkar pasang alat pada sepeda. Hasil rancang bangun kemudian diuji.

Dari tugas akhir ini tercipta prototipe mekanisme pesawat pengangkat pneumatik yang memiliki mobilitas tinggi dan low cost sebagai pengganti alat berat pada proses evakuasi korban reruntuhan. Selain itu, dari prototipe ini muncul inovasi baru untuk mengatasi masalah keterbatasan pada alat berat pada proses evakuasi korban reruntuhan.

Kata kunci : Pesawat pengangkat, Sistem pneumatik, Sepeda, Evakuasi korban

**DESIGN AND CONSTRUCT PNUMATIC HANDLING
EQUIPMENT OF MECANISM FOR RESCUE
OPERATION USING WITH BICYCLE**

Name : Deny Ghofar Fanani
NRP : 2104.100.066
Major : Mechanical Engineering, FTI-ITS
Academic Supervisor : Dr. Eng. Harus LG. ST, M.Eng

Abstract

Evacuation process for ruins victims in Indonesia during this time are using heavy equipment, for example : crane, tractor, etc. Nevertheless, limitedness of heavy equipment (e.g. limited item and quite long waiting) makes evacuation process failed. In this Final Project we design and construct pneumatic handling equipment of mecanism that have high mobility and low cost as heavy equipment substitute for ruins victims evacuation process.

Design and construct started with calculated maximum of weight, human paddle strength, device mobility and ease at process of construct using with bicycle. Then the result of design and construct device tested.

This Final Project will produce pneumatic handling equipment of mecanism prototype that have high mobility and low cost as heavy equipment substitute for ruins victims evacuation process. Beside that, from this prototype we can give new inovation of problem solving for heavy equipment dependence that use for evacuation process of ruins victims.

Keyword : Handling equipment, Pneumatic system, Bicycle, Victims evacuation

**RANCANG BANGUN MEKANISME PESAWAT
PENGANGKAT PNEUMATIK UNTUK RESCUE
OPERATION DENGAN MENGGUNAKAN SEPEDA**

TUGAS AKHIR

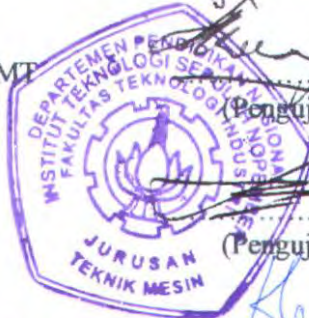
Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Desain
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DENY GHOFAR FANANI
NRP. 2104 100 066

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Eng. Harus L. G., ST. M.Eng
NIP. 132 232 036
(Dosen Pembimbing)
2. Ir. Yunarko Triwinarno, MT
NIP. 130 541 833
(Penguji 1)
3. Ir. J. Lubi
NIP. 130 541 835
(Penguji 2)
4. Wiwiek Hendrowati, ST. MT
NIP. 132 173 133
(Penguji 3)



**SURABAYA
AGUSTUS 2009**

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala ridhlo, karunia serta hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Mekanisme Pesawat Pengangkat Penumatik Untuk Rescue Operation Dengan Menggunakan Sepeda".

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Eng. Harus Laksana Guntur, ST, M.Eng selaku dosen pembimbing yang tidak henti-hentinya memberikan arahan, dukungan dan ilmu yang tak ternilai harganya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dr. Ing. Herman Sasongko selaku dosen wali yang telah sabar mengarahkan dan memberikan semangat selama 5 tahun sehingga penulis mampu mendapat gelar Sarjana Teknik.
3. Ir. Yunarko Triwinarno, MT ; Ir. J. Lubi dan Wiwiek Hendrowati, ST, MT selaku dosen penguji Tugas Akhir serta Ir. Arie Joewono, Ir. Yusuf Kaelani, MSc dan Wiwiek Hendrowati, ST, MT selaku dosen pembahas pada Proposal Tugas Akhir atas semua kritik, saran dan masukan demi kesempurnaan tugas akhir ini.
4. Keluarga tercinta, Ayah (Ir. Achmad) – Mami (Dewi Maisyaroh), Masku Deddy Fathacful Faris Achmad dan Adikku Dicky Arief Achmadi. Karyawan Trio Delta, Vidya dan Firoh. Terima kasih atas kasih sayang dan perhatian yang telah dicurahkan selama ini. Juga doa yang tiada hentinya mengalir.
5. Keluarga besar Karang Menjangan, Keluarga besar Porong. Mamak, Mbah Porong, matur nuwun mbah kulo sampun didongani sampe kulo saget lulus, mugi-mugi barokah. Amin.
6. Seluruh staf dan dosen pengajaran T. Mesin ITS.

7. My best friend di "Grup Terpuruk", Bagus Arip Rahmansyah, ST ; Indra Kusuma (Ntunk), Kusumawar Danik. Bro...Sist, Muahh...lo...Terima kasih bro, sist, kalian menemaniku saat ku terpuruk, saat ngambil data, saat miskin-miskannya, dan saat-saat terindah dan terburuk yang kita lakukan bersama. Semangat buat Ntunk dan Danik, aku tunggu wisuda kalian secepatnya.
8. M-47 *Community*, MFG (*Mechanical Futsal Guys*), Kontrak'an *Community*, Abah Ghofar (tnx boz udah menemani mencari alat TAq), Tejo, Vinda, Andik /Rif, Faizal, BuYul (Semangat BuYul), ProvoST, Khotib, Mahendra, Rendy (suwun atas rumus-rumus'e), Indra Kurap, Bagus H, Bondan, Bruli, Umbelz, Handoro, Buset, Komo, Brito, Anugrah W, Pipit, Adin, Pambudi, Smile, Bertha, Trini, Nyak2, Mak Ndut Cum2, D'je, Rantau, Erik. Suwun...
9. *Design Crew*, Pak Sarosa, Pak Jo, Mas Lele, Mas Kurniawan, Mas Paijo, Mas Hedi, Mas Rosi, Riffal (tnx uda ngajari gaya-gaya kinematik dan ambil data), Naje (suwun lab'e diresik'I, sepurane nek ak nggawe kotor mane), Ikok (makasi pelajaran KinMeknya), Satiya (tnx uda dikenalin), Debyta (makasi ya uda bantuin beli makanan untuk sidang,dll), Muktar, arek-arek 2006. Terima kasih semuanya.
10. Teman-teman di luar sana yang sudah membantu Rahma Putri, Ely Hartinah, Thirza Edith, Cindy, Tiwi, Felly, Nur Aini, Firly Irhamni.
11. Seluruh teman-teman yang tidak bisa penulis tulis satu persatu. *Tnx for all Ur support and contribution.*

Surabaya, Agustus 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN

Halaman Judul	
Abstrak	i
Lembar Pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Dasar Teori Pesawat Pengangkat	
2.1.1 Pengertian Pesawat Pengangkat.....	5
2.1.2 Tipe Utama Alat Pengangkat.....	5
2.2 Sistem Pnumatik	
2.2.1 Pengertian Sistem Pnumatik.....	9
2.2.2 Karakteristik Sistem Pnumatik.....	10
2.3 Perencanaan Mekanisme Pesawat Pengangkat	
Sistem Pnumatik	10
2.3.1 Penentuan Ukuran Silinder.....	14
2.3.1.1 Grafik Beban Tekuk	15
2.3.1.2 Panjang Langkah	15
2.3.1.3 Penyanggaan	16
2.4 <i>Rescue Operation</i>	17
2.5 Analisa Gaya yang Bekerja pada Sepeda	
2.5.1 Hukum Newton Kedua	19
2.5.2 Gaya-gaya Eksternal yang Bekerja pada	
Sepeda.....	20
2.5.3 Transmisi Gaya.....	21
2.5.4 Gaya pada Pedal	21
2.5.5 Komponen Gaya pada Pedal	22

2.5.6	Gaya Efektif pada Pedal	22
2.5.7	Kecepatan Pedal.....	23
2.5.8	Tenaga yang Dikeluarkan Pengendara Sepeda.....	23
2.6	Sprocket.....	23
2.6.1	Hubungan Antara <i>Sprocket</i> Depan dan Belakang	25
2.7	Dasar Teori Perencanaan Komponen	
2.7.1	Perencanaan <i>Air Cylinder</i>	
2.7.1.1	Hubungan Gaya pada <i>Air cylinder</i> Dengan Beban yang Akan Diangkat.....	27
2.7.1.2	Hubungan Luasan Pada <i>Air cylinder</i> Dengan Kecepatan Angkat Bantalan Udara.....	28
2.7.2	Perencanaan Bantalan Udara	28
2.7.3	Perencanaan Rantai dan <i>Sprocket</i>	29
BAB III	METODOLOGI	
3.1	Langkah-langkah Penelitian	31
3.1.1	Tahap Pendefinisian Tugas.....	31
3.1.2	Tahap Penentuan Persyaratan Produk.....	31
3.1.3	Tahap Pengembangan Konsep.....	32
3.1.4	Tahap Perancangan Komponen	32
3.1.5	Tahap Perancangan Proses Manufaktur.....	33
3.1.6	Tahap Penyelesaian Perancangan	33
3.1.7	Tahap Pembuatan Alat.....	33
3.1.8	Analisa Biaya.....	33
3.2	Diagram Alir	
3.2.1	Diagram Alir Penelitian.....	34
3.2.2	Diagram Alir Perancangan	35
3.2.3	Diagram Alir Perancangan <i>Air cylinder</i>	36
3.2.4	Diagram Alir Perancangan Bantalan Udara...37	
3.3	Konsep Pengembangan Alat.....	38
3.4	Desain Awal Pengembangan Komponen	
3.4.1	Perencanaan Bantalan Udara	41

3.4.2	Perencanaan <i>Air Cylinder</i>	41
3.4.3	Perancangan Sistem Penggerak	42
3.4.4	Perancangan Rangka	42
3.5	Variabel Hasil	43
BAB IV	HASIL PERANCANGAN	
4.1	Mekanisme Kerja Alat dan Penjelasan Umum	45
4.2	Perencanaan Sistem Pneumatik	
4.2.1	Perencanaan <i>Air cylinder</i>	51
4.2.2	Perhitungan Udara yang Dihasilkan pada <i>Air Cylinder</i> tiap langkah (maju-mundur)	53
4.3	Analisa Beban Maksimum Alat	66
4.4	Analisa Konsumsi Energi	67
4.5	Perencanaan Balon Udara	69
4.6	Perencanaan Transmisi Penggerak	72
BAB V	Proses Manufaktur dan Perakitan	
5.1	Proses Manufaktur	79
5.1.1	Proses Manufaktur Mekanisme Pengangkat ..	79
5.1.2	Proses Manufaktur Sistem Transmisi	86
5.1.3	Proses Manufaktur Rangka	86
5.2	Perakitan Komponen	87
5.3	Analisa Biaya	90
BAB VI	Analisa Pengujian	93
BAB VII	Kesimpulan dan Saran	
7.1	Kesimpulan	109
7.2	Saran	110
	Daftar Pustaka	111
	Lampiran-lampiran	113

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses evakuasi kepada korban reruntuhan karena gempa atau kecelakaan di Indonesia masih sangat bergantung pada alat berat seperti crane, traktor dll. Padahal jumlah crane sangat terbatas dan mendatangkannya memerlukan waktu yang relatif lama. Selain itu, dimensi crane yang besar menyulitkan crane untuk menjangkau wilayah-wilayah yang sempit seperti perkampungan serta jalanan yang padat penduduk menyulitkan crane bergerak lebih cepat ke lokasi. Sehingga proses evakuasi korban sering mengalami kegagalan.

Salah satu contoh kasus korban reruntuhan di Indonesia yaitu gempa di Jogja pada bulan Juni 2006. Bencana tersebut telah memakan korban jiwa sebanyak 6.234, luka berat sebanyak 33.231 orang dan luka ringan sebanyak 12.917 orang. Informasi menyebutkan sebanyak 7.057 rumah di daerah ini roboh. (*Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*). Pada kasus ini, korban reruntuhan sangat banyak, sementara jumlah crane atau alat berat terbatas. Selain itu, di saat musim penghujan banyak pohon dan papan reklame yang tumbang akibat angin kencang. Salah satu contohnya adalah yang terjadi di Surabaya sebuah papan reklame di depan Hotel JW Marriot menimpa seorang pengendara sepeda motor (*Jawa Pos, 2008*).

Salah satu alternatif untuk menolong korban reruntuhan adalah dengan membuat alat evakuasi korban yang sederhana, dapat mengangkat beban berat, dapat menjangkau lokasi yang sempit, tidak memakan banyak tempat dan harga produksinya murah. Berangkat dari permasalahan inilah, maka kami mencoba merancang alat bantu evakuasi alternatif berupa mekanisme pesawat pengangkat sederhana berpengerak sepeda statis yang berfungsi untuk menolong korban dari jepitan reruntuhan suatu material.

Sepeda dipilih karena merupakan alat transportasi yang paling populer di masyarakat dan dimiliki oleh mayoritas penduduk di Indonesia karena harganya yang relatif terjangkau serta tidak memakan banyak tempat. Sepeda yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah sepeda dengan *multy sprocket* pada bagian roda belakangnya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang, maka masalah yang dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan mekanisme pesawat pengangkat yang dapat mengangkat beban dengan menggunakan bantalan udara berpenggerak sepeda.
2. Membuat prototipe rancangan pesawat pengangkat.
3. Menentukan berapa beban maksimal yang dapat diaplikasikan.
4. Melakukan pengujian dan perbaikan.

1.3 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan Tugas Akhir ini maka diperlukan adanya batasan masalah sebagai berikut :

1. *Air cylinder* yang diperhitungkan dapat menahan beban hingga 200 kg.
2. Sebagai bantalan udara digunakan ban dalam mobil yang dapat menahan beban hingga 70 kg.
3. Sepeda yang digunakan adalah sepeda statis dengan mekanisme *multy sprocket* guna memudahkan pemasangan rantai tambahan untuk menggerakkan mekanisme pesawat pengangkat.
4. Analisa pada rancang bangun ini difokuskan pada beban maksimum yang mampu diangkat, bergantung jenis bantalan udara yang digunakan dan analisa kompresor.
5. Penggerak alat ini menggunakan tenaga manusia.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penyusunan Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Mekanisme Pesawat Pengangkat Pneumatik Untuk Rescue Operation Dengan Menggunakan Sepeda ini adalah:

1. Tujuan Umum :

Membuat alat sederhana yang terjangkau dan efisien untuk membantu korban bencana akibat tertindih reruntuhan bangunan atau material lainnya.

2. Tujuan Khusus :

- a. Mendesain sistem pesawat pengangkat pneumatik yang optimal dalam pengoperasiannya.
- b. Mendesain mekanisme pesawat pengangkat pneumatik yang kuat dan mudah dalam pengoperasiannya.
- c. Merancang mekanisme pesawat pengangkat dengan menggunakan bantalan udara yang dapat mengangkat beban berat dengan menggunakan tenaga manusia.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan ini antara lain :

1. Sebagai alat bantu bagi masyarakat dalam hal *rescue operation*.
2. Mempercepat proses evakuasi.
3. Mengurangi ketergantungan penggunaan *crane* dalam proses evakuasi korban reruntuhan.
4. Menyediakan alat bantu proses evakuasi yang terjangkau oleh masyarakat.
5. Meningkatkan nilai guna sepeda.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori Pesawat Pengangkat

2.1.1 Pengertian Pesawat Pengangkat

Pesawat pengangkat adalah suatu peralatan pengangkat bahan yang digunakan untuk memindahkan muatan di lokasi atau area, departemen, pabrik, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan, dan sebagainya.

Berbeda dengan transport jarak jauh (kereta api, mobil, melalui air dan udara) yang memindahkan muatan pada jarak yang cukup jauh, perlengkapan penanganan bahan memindahkan muatan pada jarak yang jauh lebih pendek.

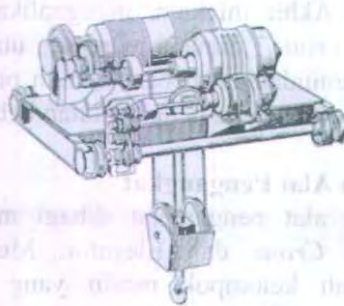
Pada Tugas Akhir ini kami mengaplikasi dari pesawat pengangkat jenis *crane* dimana fungsi utamanya adalah mengangkat dan memindahkan beban, namun pada perancangan kami hanya memfokuskan pada pengangkatan bebannya saja.

2.1.2 Tipe Utama Alat Pengangkat

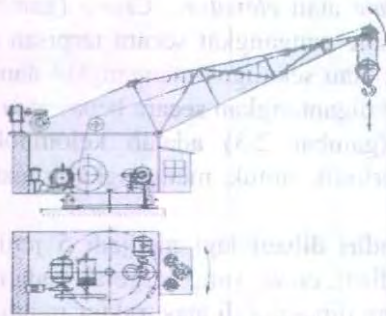
Tipe utama alat pengangkat dibagi menjadi 3, yaitu Mesin Pengangkat, *Crane* dan Elevator. Mesin pengangkat (gambar 2.1) adalah kelompok mesin yang bekerja secara periodik yang didesain sebagai peralatan swa-angkat, atau untuk mengangkat dan memindahkan muatan atau sebagai mekanisme tersendiri bagi *crane* atau *elevator*. *Crane* (gambar 2.2) adalah gabungan mekanisme pengangkat secara terpisah dengan rangka untuk mengangkat atau sekaligus mengangkat dan memindahkan muatan yang dapat digantungkan secara bebas atau dikaitkan pada *crane*. *Elevator* (gambar 2.3) adalah kelompok mesin yang bekerja secara periodik untuk mengangkat muatan pada jalur pandu tertentu.

Crane sendiri dibagi lagi menjadi 5 jenis utama yaitu, *crane* putar yang diam, *crane* yang bergerak pada rel, *crane* tanpa lintasan, *crane* yang dipasang di atas traktor rantai dan *crane* tipe

jembatan. Kelompok *crane* yang bergerak pada rel (gambar 2.4) umumnya terdiri atas *crane* kantilever dan monorel yang bergerak lurus pada suatu jalur khusus. Kelompok *crane* tanpa lintasan (gambar 2.5) terdiri atas *crane* tiang yang dipasang pada truk, mobil atau traktor agar dapat bergerak pada jalan berkapur, berbatu dan beraspal. Kelompok *crane* yang ditempatkan di atas lokomotif atau kendaraan beroda belakang (gambar 2.6) umumnya seperti *crane* tiang yang lebih kuat yang bergerak pada jalur rel, jalan tanah dan di dalam daerah gudang. Sedangkan kelompok *crane* jenis jembatan (gambar 2.7) terdiri atas *crane* yang berjalan pada jembatan gelagar-rangka dan yang bergerak pada jalur rel yang dibentang pada dinding bangunan atau di permukaan tanah.



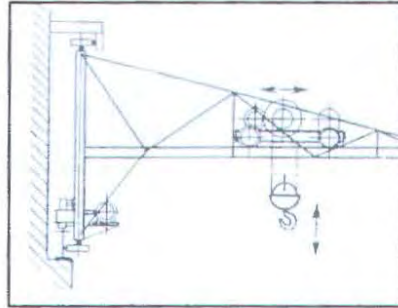
Gambar 2.1 Crane Trolley



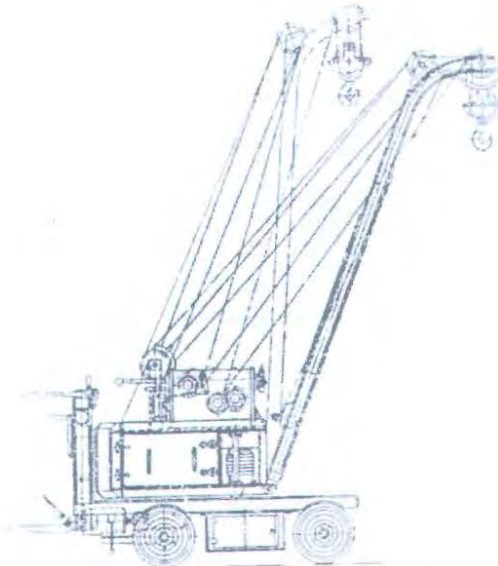
Gambar 2.2 Crane Meja Putar



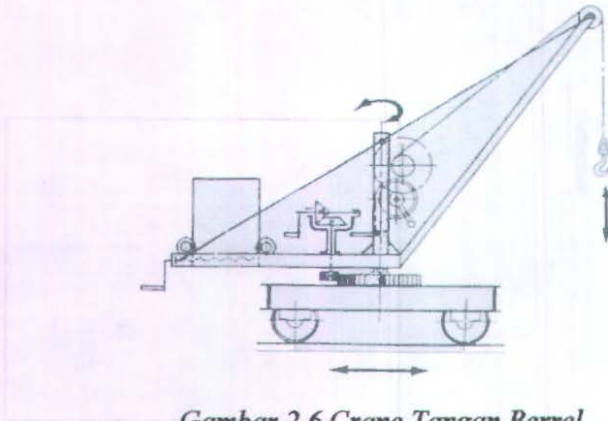
Gambar 2.3 Elevator



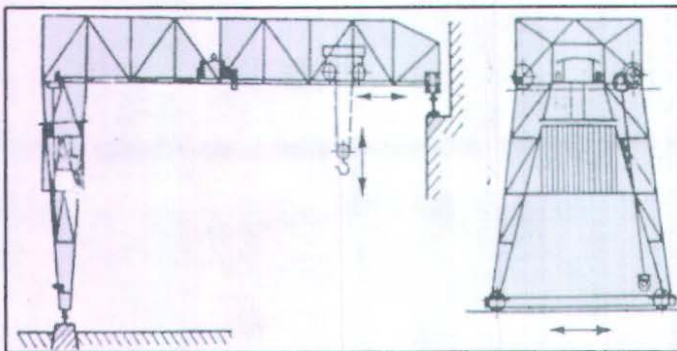
Gambar 2.4 Crane Jib Kantilever



Gambar 2.5 Crane Bermesin



Gambar 2.6 Crane Tangan Berrel



Gambar 2.7 Crane Semi Gantri

2.2 Sistem Pneumatik

2.2.1 Pengertian Sistem Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut dengan sistem Pneumatik. Dalam penerapannya, sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi. Sistem pneumatik sendiri dibagi menjadi 3 sistem tekanan, yaitu Sistem Tekanan Tinggi, Sistem Tekanan Sedang dan Sistem Tekanan Rendah.

1. Sistem Tekanan Tinggi

Untuk sistem tekanan tinggi, udara biasanya disimpan dalam tabung metal (*Air Storage Cylinder*) pada range tekanan dari 1000 – 3000 Psi, tergantung pada keadaan sistem.

Tipe dari tabung ini mempunyai 2 katup, yang mana satu digunakan sebagai katup pengisian, dasar operasi kompresor dapat dihubungkan pada katup ini untuk penambahan udara kedalam tabung. Katup lainnya sebagai katup pengontrol. Katup ini dapat sebagai katup penutup dan juga menjaga terperangkapnya udara dalam tabung selama sistem dioperasikan.

2. Sistem Tekanan Sedang

Sistem Pneumatik tekanan sedang mempunyai range tekanan antara 100 – 150 Psi, biasanya tidak menggunakan tabung udara. Sistem ini umumnya mengambil udara terkompresi langsung dari kompresor.

3. Sistem Tekanan Rendah

Tekanan udara rendah didapatkan dari pompa udara tipe Vane. Demikian pompa udara mengeluarkan tekanan udara secara kontinu dengan tekanan sebesar 1 –10 Psi ke sistem Pneumatik.

2.2.2 Karakteristik Sistem Pneumatik

Sistem pneumatik yang kami rencanakan terdiri dari perlengkapan yang menghasilkan dan menghantarkan udara bertekanan. Adapun beberapa karakteristik dari sistem pneumatik adalah :

1. Fluida kerja mudah didapat dan ditransfer
2. Dapat disimpan dengan baik
3. Viskositas fluida yang lebih kecil sehingga gesekan dapat diabaikan
4. Aman terhadap kebakaran

Sedangkan keterbatasan dari sistem pneumatik adalah :

1. Gangguan suara yang bising
2. Gaya yang ditransfer terbatas
3. Kebocoran sulit dideteksi

2.3 Perencanaan Mekanisme Pesawat Pengangkat Sistem Pneumatik

Pesawat pengangkat pneumatik merupakan alat bantu yang berfungsi untuk mengangkat suatu material atau benda dengan beban tertentu. Konstruksi yang kokoh dan mekanisme yang mudah merupakan faktor penting yang dibutuhkan pesawat pengangkat pneumatik. Prinsip kerja pesawat pengangkat pneumatik dengan menggunakan sepeda yang kami rancang yaitu, bantalan udara diletakkan di bawah reruntuhan material yang menjepit korban reruntuhan. Lalu bantalan udara tersebut dipompa dengan menggunakan fluida udara bertekanan yang berasal dari *air cylinder* yang berfungsi sebagai kompresor. *Air cylinder* ini dihubungkan dengan rantai yang terhubung dengan *sprocket* belakang sepeda. Dan *sprocket* belakang sepeda dihubungkan dengan *sprocket* dari pedal sepeda. Kayuhan dari pedal sepeda inilah yang menjadi sumber tenaga.

Sepeda dipilih karena merupakan alat transportasi yang paling populer di masyarakat, serta harganya yang relatif terjangkau. Pada perencanaan ini kami menggunakan sepeda

gunung (*mountain bike*) karena sepeda gunung memiliki *multy sprocket*. *Sprocket* inilah yang terhubung dengan pesawat pengangkat pematik serta terhubung dengan pedal. Dimana bila pedal berputar maka akan menggerakkan *air cylinder*.

Berikut adalah komponen-komponen yang ada didalam rangkaian sistem pematik yang kami rancang :

1. *Air Cylinder*
2. Valve/katup pengarah
3. Sistem perpipaan
4. Bantalan udara

Air Cylinder

Air cylinder berfungsi sebagai sumber energi pematik dengan memproduksi udara bertekanan. *Air cylinder* yang kami rancang digerakkan oleh pedal sepeda yang dikayuh manusia sebagai sumber tenaganya. *Air cylinder* tersebut dihubungkan dengan *sprocket* belakang sepeda yang juga terhubung dengan pedal. *Air cylinder* digunakan untuk menghisap udara di atmosfer dan memompanya ke bantalan udara. Kondisi udara dalam atmosfer dipengaruhi oleh suhu dan tekanan.

Air cylinder yang digunakan adalah *Air cylinder* jenis *double acting*, dimana prinsip kerjanya hampir sama dengan piston pada sepeda motor, yaitu ketika *sillinder* piston berada pada TMB (Titik Mati Bawah) maka fluida udara akan masuk ke dalam silinder blok dan pada saat silinder piston berada pada TMA (Titik Mati Atas) maka fluida udara akan dikeluarkan dari silinder blok. Namun, untuk tipe *double acting* maju-mundurnya piston menghasilkan fluida bertekanan. Masuk dan keluarnya udara ke dalam silinder blok diatur oleh 2 katup. Dimana katup pertama berfungsi untuk memasukkan fluida ke dalam silinder blok, hal ini karena katup dipasang agar hanya dapat terdorong saja tidak bisa didorong oleh fluida yang masuk dalam silinder blok. Sedangkan katup yang kedua berfungsi sebaliknya. Gambar 2.8 menunjukkan mekanisme *Air cylinder* yang digunakan. *Air cylinder* didesain berbentuk tabung silinder dan didalamnya diberi

pelumas. Pelumasan diberikan agar gesekan antara dinding silinder dengan piston dapat diminimalisir.



Gambar 2.8 Air cylinder yang berfungsi seperti kompresor

Valve Pengarah

Valve/katup pengarah berfungsi sebagai pengatur arah aliran udara tekan yang dilewatkan padanya. Simbol-simbol katup digunakan untuk menggambarkan katup dalam diagram penumatik. Simbol tersebut hanya menggambarkan fungsi katup dan tidak menggambarkan prinsip kerja katup yang sebenarnya.

Sistem Perpipaan

Pipa saluran harus mudah dalam pemasangannya, tahan terhadap korosi dan murah. Ada beberapa kemungkinan ketika memilih bahan pipa, yaitu tembaga, kuningan, baja kualitas tinggi, baja pipa hitam, baja pipa lapis, karet dan plastik. Tidak hanya bahan pipa yang menjadi perhatian dalam pemilihan pipa. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan selain itu, antara lain :

1. Diameter pipa
2. Panjang pipa
3. Tekanan kerja
4. Jumlah tekukan-tekukan atau belokan pada pipa saluran

Hanya harga kira – kira yang dapat diberikan karena gaya gesek tergantung pada faktor angka gesek (pelumasan, tekanan kerja, dan sebagainya).

Untuk silinder penggerak ganda berlaku:

$$F = A.P - Rr \quad (\text{maju}) \quad (2.2)$$

$$F = A'.P - Rr \quad (\text{mundur}) \quad (2.3)$$

Dimana: Rr = gaya gesek (3 – 20 %)

A = luas penampang silinder tanpa batang torak (cm^2)

A' = luas penampang silinder dengan batang torak (cm^2)

2.3.1.1 Grafik Beban Tekuk

Akibat dari tegangan tekuk, beban yang diijinkan dari batang torak tergantung pada panjang langkah dan diameter batang torak. Beban ini tidak boleh melebihi harga maksimum tertentu yang dihubungkan dengan panjang langkah dan diameter batang torak. Hubungan ini selanjutnya dapat dilihat pada Grafik 2 (lampiran 2).

Grafik tersebut mengacu pada persamaan:

$$Fk = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S} \quad (2.4)$$

Dimana: Fk = gaya tekuk yang diijinkan (N)

E = modulus elastisitas bahan (N/mm^2)

J = momen inerti (lembam) (cm^4)

l = panjang efektif = 2 x panjang langkah (cm)

S = angka keamanan (diambil 5)

2.3.1.2 Panjang Langkah

Panjang langkah dari silinder pneumatik tidak boleh lebih besar dari 2000 mm. Dengan diameter silinder yang besar dan langkah yang panjang, pemakaian udara yang besar membuat alat pneumatik tidak menghemat. Untuk menghindari bahaya karena

tekukan, diameter batang torak yang agak besar harus dipilih untuk panjang langkah yang lebih besar.

2.3.1.3 Penyanggaan

Jenis penyanggaan dari silinder pneumatik ditentukan oleh cara penempatan silinder pada peralatan atau mesin tempat silinder bekerja. Silinder dapat direncanakan dengan jenis penyanggaan permanen jika silinder tersebut sudah tidak diubah lagi setiap waktu. Kemungkinan yang lain adalah bahwa silinder dapat diubah ke jenis penyanggaan lain dengan menggunakan peralatan yang cocok pada prinsip penyesuaian konstruksi.

2.4 Rescue Operation

Istilah *rescue operation* sering digunakan untuk proses evakuasi/pertolongan korban kecelakaan maupun bencana. *Rescue operation* adalah salah satu bentuk operasi penyelamatan yang melibatkan berbagai pihak untuk membantu menolong korban bencana ataupun kecelakaan. Alat-alat yang digunakan tim *rescue operation* ini beragam, mulai alat-alat ringan hingga alat-alat berat seperti *crane*. Seperti pada gambar 2.12 berikut yang menggambarkan proses *rescue operation* korban dari bencana reruntuhan dengan menggunakan *crane*.



Gambar 2.12 Tim *Rescue Operation* Sedang Mengangkat Korban Reruntuhan

Penanganan korban reruntuhan di berbagai negara relatif sama, yaitu jika korban reruntuhan tidak bisa diselamatkan dari reruntuhan dengan menggunakan alat-alat ringan atau konvensional seperti mengangkat reruntuhan secara bersama-sama oleh anggota masyarakat. Maka, warga akan meminta dinas terkait untuk membantu para korban reruntuhan.

Permasalahannya terletak pada waktu, waktu yang dibutuhkan *rescue operation* untuk sampai tempat kejadian memakan waktu yang relatif lama. Hal ini dimungkinkan karena koordinasi yang kurang baik, jalanan yang padat penduduk hingga alat-alat berat seperti *crane* tidak tersedia, sehingga korban yang mungkin tadinya dapat diselamatkan jika mendapat pertolongan dengan cepat dapat meninggal karena tim *rescue operation* yang datang tidak tepat pada waktunya.

Di negara China, tepatnya di provinsi Sinchuan banyak warga yang tertindih reruntuhan akibat bencana berupa gempa (*Jawa Pos, 13 Mei 2008*). Korban reruntuhan terkadang masih dapat diselamatkan. Gambar 2.13 berikut yang memperlihatkan warga China yang masih hidup saat tertindih reruntuhan dan menunggu datangnya tim penolong. Dan gambar 2.14 merupakan salah satu upaya tim *rescue operation* dalam menyelamatkan korban reruntuhan yaitu dengan menggunakan alat berat *crane*.



Gambar 2.13 Korban Reruntuhan Yang Selamat dan Menunggu Datangnya Crane



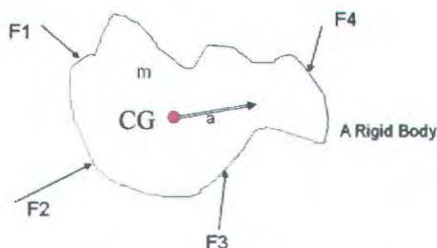
Gambar 2.14 Rescue Operation Menggunakan Crane Untuk Menolong Korban Reruntuhan

2.5 Analisa Gaya yang Bekerja pada Sepeda

2.5.1 Hukum Newton kedua

Benda-benda yang bergerak dikarenakan adanya gaya-gaya eksternal yang bekerja padanya, maka pada benda tersebut akan berlaku Hukum Newton kedua yaitu resultan gaya-gaya eksternal yang bekerja padanya berbanding lurus terhadap massa dan percepatannya. Seperti gambar 2.15.

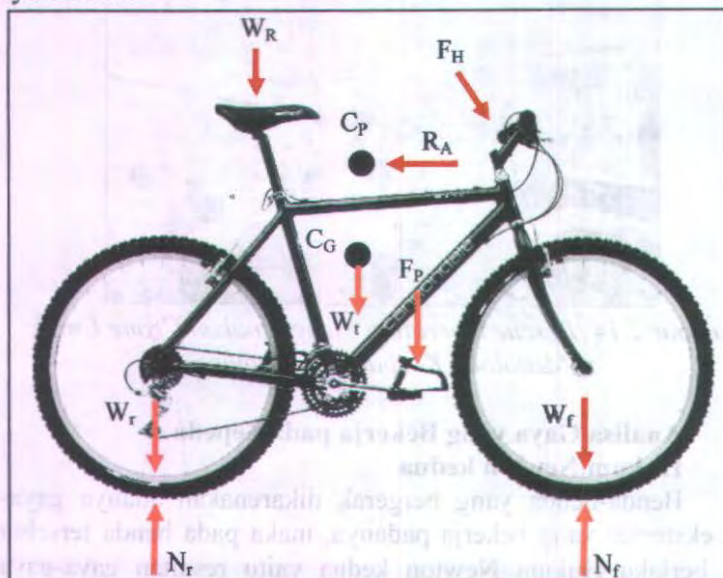
$$F = ma = m \, dv/dt$$



Gambar 2.15 berlakunya Hukum Newton II pada suatu rigid body

2.5.2 Gaya – gaya Eksternal yang Bekerja pada Sepeda

Gambar 2.16 adalah kondisi sepeda saat dikenai gaya – gaya eksternal



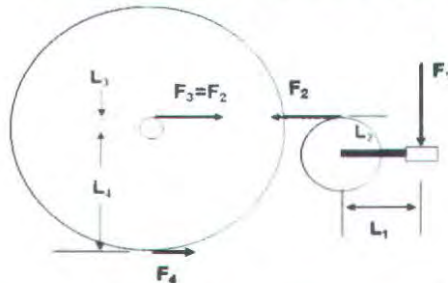
Gambar 2.16 Gaya – gaya eksternal yang bekerja pada sepeda

Keterangan :

- C_G : Center of Gravity
- C_P : Center of Pressure
- F_H : Handle Bar Force
- F_P : Pedal Force
- N_F : Front Normal Force
- N_R : Rear Normal Force
- R_A : Aerodynamic Resistance
- W_f : Front Weight Force
- W_r : Rear Weight Force
- W_t : Total Weight Force

2.5.3 Transmisi Gaya

Tujuan dari transmisi pada sepeda adalah untuk merubah gaya yang besar dengan kecepatan rendah pada pedal menjadi kecepatan yang lebih tinggi dengan gaya yang relatif lebih kecil pada roda. Gaya pada pedal ($F_1 \times L_1$) sebanding dengan gaya pada roda ($F_4 \times L_4$) dengan asumsi tidak ada rugi-rugi akibat gesekan. Gambar 2.17 adalah ilustrasi gaya transmisi pada sepeda.



Gambar 2.17 Gambar transmisi gaya pada sepeda

2.5.4 Gaya pada Pedal

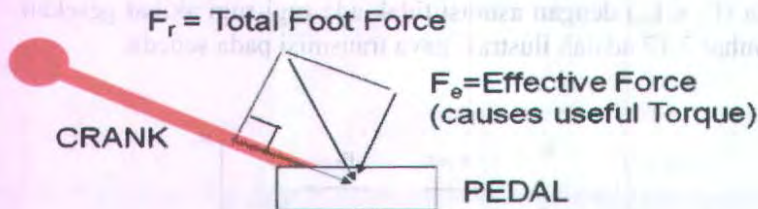
Gambar 2.18 menunjukkan gaya kaki total yang diperoleh dari pengukuran pada ujung pembalap sepeda, yaitu pada 100 rpm dan 400 W. Sebagai catatan bahwa arah vektor gaya dianggap bekerja selama setengah putaran dan untuk setengah putaran kedua dianggap tidak ada gaya tekan dari pengendara.



Gambar 2.18 Gaya pada Pedal

2.5.5 Komponen Gaya pada Pedal

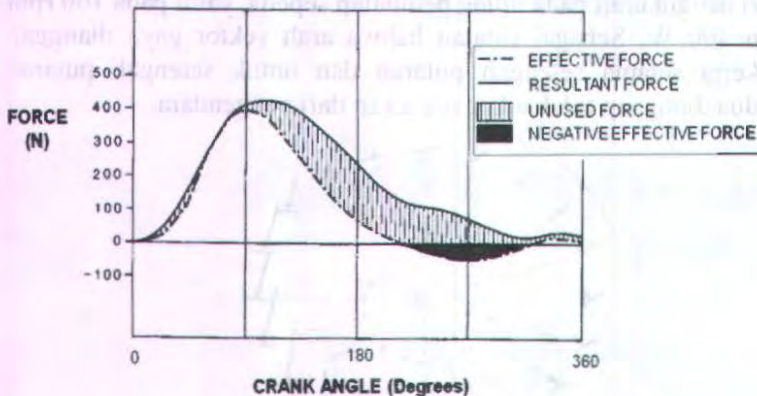
Gaya kaki total yang bekerja pada pedal sepeda, vektor komponen – komponen gayanya ditunjukkan seperti pada gambar 2.19.



Gambar 2.19 Vektor komponen – komponen gaya pedal

2.5.6 Gaya Efektif pada Pedal

Gambar 2.20 menunjukkan bahwa, gaya genjot yang paling besar yang diberikan pengendara pada pedal adalah pada saat lengan pedal membentuk sudut kurang lebih 90° , dimana sudut 0° dimulai pada saat pedal berada pada posisi paling atas.



Gambar 2.20 Grafik gaya efektif pada pedal

2.5.7 Kecepatan Pedal

Kecepatan optimum pada kebanyakan orang adalah antara 55 – 85 rpm. Range tersebut adalah kecepatan yang sesuai dan efektif untuk pembakaran lemak (kalori) bagi pengendaranya.

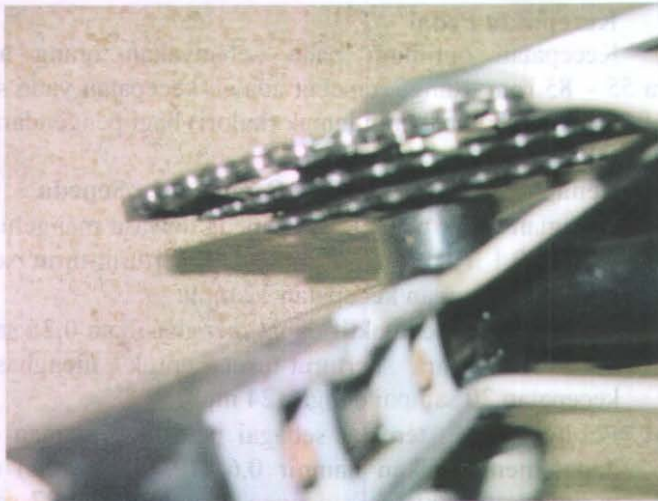
2.5.8 Tenaga yang Dikeluarkan Pengendara Sepeda

- Sebagian besar pengendara sepeda dewasa mengeluarkan tenaga 0,1 HP (75 watts) secara berturut-turut selama mengayuh dengan kecepatan 12 mph.
- Pengendara sepeda aktif dapat menghasilkan 0,25 sampai 0,4 HP secara berturut-turut untuk menghasilkan kecepatan 20 sampai dengan 24 mph.
- Pesepeda yang tercatat sebagai peserta kejuaraan dunia dapat menghasilkan hampir 0,6 HP (450 watts) untuk periode satu jam lebih dengan menghasilkan 27 sampai 30 mph.

Tenaga maksimum yang dikeluarkan oleh pengendara sepeda kelas dunia berubah-ubah dengan durasi waktu yang juga bervariasi. Tenaga yang dikeluarkan rata-rata selama perjalanan (balapan) adalah kurang dari 400 W.

2.6 Sprocket

Sprocket merupakan gear penggerak, pada sepeda gunung *sprocket* yang digunakan bervariasi jumlahnya. *Sprocket* yang kami gunakan berjumlah 3 pada bagian depan dan berjumlah 7 pada bagian belakang. *Sprocket* depan (gambar 2.21) dan belakang (gambar 2.22) dihubungkan dengan pedal dengan menggunakan rantai (*chain*). *Sprocket* pada bagian depan maupun belakang memiliki jumlah gigi (*number of teeth*) yang berbeda-beda. Kombinasi antara jumlah gigi pada *sprocket* bagian depan dengan *sprocket* bagian belakang menyebabkan perubahan kecepatan kayuhan. Adapun gambaran *sprocket* depan dan belakang sepeda gunung sebagai berikut :



Gambar 2.21 Sprocket bagian depan



Gambar 2.22 Sprocket bagian belakang

2.6.1 Hubungan Antara Sproket Depan dengan Belakang

Sproket depan dan belakang sepeda dihubungkan dengan sebuah rantai (*chain*). Rantai ini berfungsi sebagai transmisi power. Rantai yang berfungsi juga sebagai penghubung. Dalam perhitungannya, adanya rantai dapat diabaikan. Hal ini karena kecepatan tangensial antara sproket sama. Sehingga adanya rantai atau tidak, putaran kecepatan tangensialnya tetap sama. Sehingga rasio kecepatannya adalah :

$$r_v = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2} \quad (2.5)$$

Dimana :

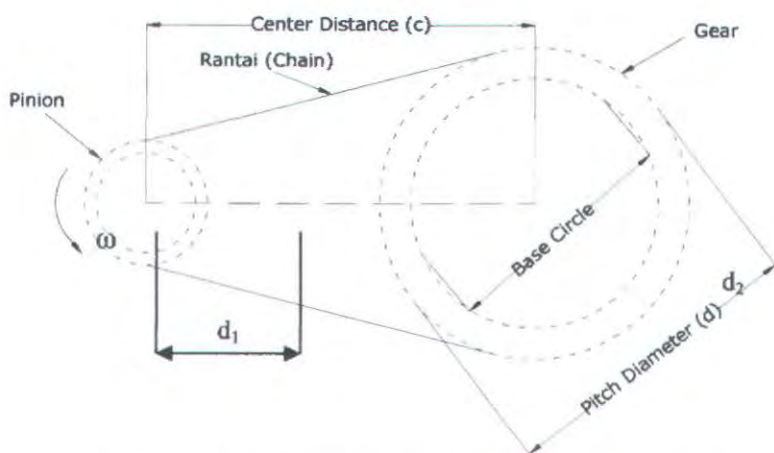
r_v = velocity ratio

ω = angular velocity, rad/sec

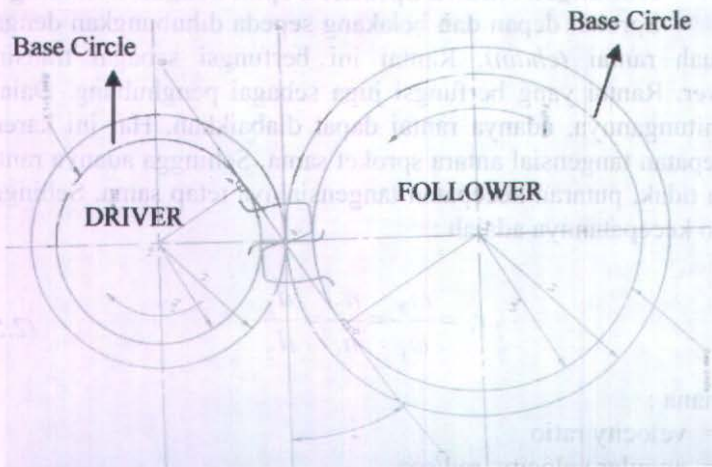
n = angular velocity, rpm

N_t = number of teeth of the gear

d = pitch circle diameter, in



Gambar 2.23 Sprocket yang terhubung dengan rantai



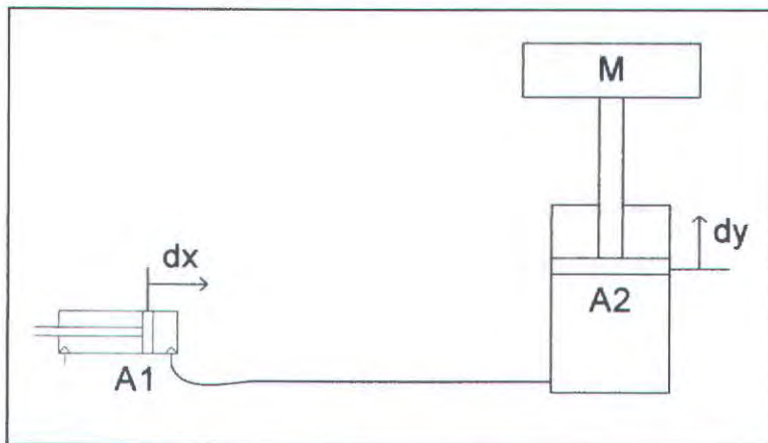
Gambar 2.24 Sprocket depan yang terhubung langsung dengan sprocket belakang

2.7 Dasar Teori Perencanaan Komponen

2.7.1 Perencanaan *Air Cylinder*

2.7.1.1 Hubungan Gaya Pada *Air Cylinder* Dengan Beban yang Akan Diangkat

Dengan asumsi perubahan balon hanya ke arah sumbu Y dan perubahan *air cylinder* ke arah sumbu X seperti pada gambar 2.25, maka dapat dirumuskan hubungan antara gaya tekan pada silinder 1 (*air cylinder*) dengan silinder 2 (bantalan udara) dan massa udara yang dipindahkan.



Gambar 2.25 Hubungan *Air Cylinder* Dengan Bantalan Udara

$$P_1 = P_2 \quad (2.6)$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.7)$$

Dimana :

P_1 = Tekanan di *air cylinder* (Pa)

P_2 = Tekanan di bantalan udara (Pa)

A_1 = Luasan silinder *air cylinder* (m^2)

A_2 = Luasan bantalan udara (m^2)

2.7.1.2 Hubungan Luasan Pada Air Cylinder Dengan Kecepatan Angkat Bantalan Udara

$$A_1 \cdot x(t) = A_2 \cdot y(t) \quad (2.8)$$

Dimana :

A_1 = Luasan *air cylinder*

A_2 = Luasan bantalan udara

$x(t)$ = Fungsi kecepatan piston

$y(t)$ = Fungsi kecepatan bantalan udara

2.7.2 Perencanaan Bantalan Udara

Bantalan udara digunakan untuk mengangkat beban dengan berat tertentu. Untuk mewujudkan hal ini, maka dibutuhkan daya penggerak. Dalam perencanaan ini digunakan mekanisme sepeda, dengan kayuhan manusia akan menggerakkan bantalan udara. Bantalan udara dirancang berbentuk torus. Secara perumusan, ditunjukkan sebagai berikut:

a. Volume bantalan udara yang direncanakan :

$$V = 2x(a-b)(\pi b)^2 \quad (2.9)$$

Dimana : V = volume bantalan udara (m^3)

a = jari-jari luar bantalan udara (m)

b = jari-jari dalam bantalan udara (m)

b. Kapasitas bantalan udara yang direncanakan :

$$Q = v \cdot A \quad (2.10)$$

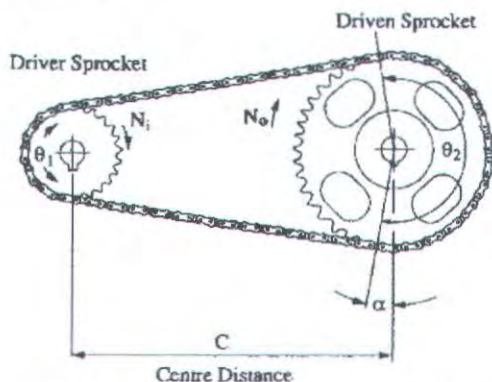
Dimana : Q = kapasitas bantalan udara (m^3/s)

v = kecepatan fluida (m/s)

A = luasan penampang bantalan udara (m^2)

2.7.3 Perencanaan Rantai dan Sproket

Rantai dan sproket (gambar 2.26) merupakan mekanisme untuk transfer daya dan gerak.



Gambar 2.26 Susunan pada rantai dan sproket

- Rasio putaran :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Nt_2}{Nt_1} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.11)$$

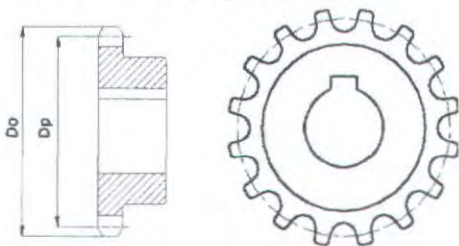
dimana

n_1 : putaran input (rpm)

n_2 : putaran output (rpm)

Nt_1 : Jumlah gigi sproket input

Nt_2 : Jumlah gigi sproket input



Gambar 2.27 Sproket

(D_o : sprocket diameter , D_p : pitch diameter)



BAB III METODOLOGI

3.1. Langkah-langkah Penelitian

Dalam rancang bangun mekanisme pesawat pengangkat pneumatik untuk rescue operation dengan menggunakan sepeda dikerjakan melalui tahapan sebagai berikut :

1. Tahap Pendefinisian Tugas
2. Tahap Penentuan Persyaratan Produk
3. Tahap Pengembangan Konsep
4. Tahap Perancangan Komponen
5. Tahap Perancangan Proses Manufaktur
6. Tahap Penyelesaian Perancangan
7. Tahap Pembuatan Alat
8. Analisa Biaya

3.1.1 Tahap Pendefinisian Tugas

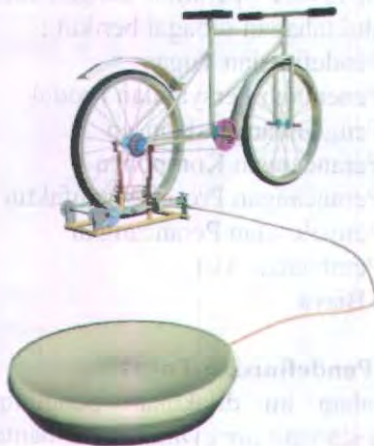
Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data untuk menunjang perancangan *air cylinder* dan bantalan udara. Setelah itu penulis mendefinisikan fungsi produk yang akan dirancang. Alat yang akan dirancang nantinya terbagi menjadi tiga bagian umum yakni mekanisme penggerak dengan tenaga manusia, mekanisme pengangkatan beban dengan bantalan udara dan sistem transmisi.

3.1.2 Tahap Penentuan Persyaratan Produk

Dalam merancang suatu produk hal yang terpenting adalah membuat analisa kebutuhan (*list of requirement*). Dengan analisa kebutuhan tersebut kita mengetahui informasi-informasi yang dibutuhkan dalam perancangan agar rancangan kita dapat diterima oleh masyarakat. Pengumpulan informasi itu dapat dilakukan dengan studi literasi atau *interview*. Selain analisa kebutuhan, hal lain yang dibutuhkan dalam perancangan ini adalah faktor keamanan (*safety*), biaya, proses pembuatan (*manufacturing*), dan efisiensi alat.

3.1.3 Tahap Pengembangan Konsep

Pada tahapan ini akan dibuat beberapa konsep atau sketsa dari alat berdasarkan analisa kebutuhan (*list of requirement*). Konsep produk tidak diberi ukuran detail tetapi hanya bentuk dan dimensi dasar produk (gambar 3.1).



Gambar 3.1 Konsep awal mekanisme pesawat pengangkat pneumatik dengan menggunakan sepeda

3.1.4 Tahap Perancangan Komponen

Setelah konsep terpilih, maka dilakukan perancangan komponen-komponen alat ini. Perhitungan teknis secara menyeluruh dianalisa pada tahap ini terkait kapasitas *air cylinder* dan volume maksimum bantalan udara, mekanisme transmisi, dan mekanisme penggerak sehingga diketahui daya total alat yang dibutuhkan. Pada akhir tahap ini akan didapatkan dimensi detail masing-masing komponen. Dari sini dapat diperkirakan besarnya rancangan kasar biaya yang akan dihabiskan untuk pembuatan tiap produk.

3.1.5 Tahap Perancangan Proses Manufaktur

Komponen yang telah dirancang masing-masing akan dievaluasi dengan tinjauan proses manufaktur. Hal yang mendasari aktifitas ini adalah apakah komponen yang ada mampu dimanufaktur dengan teknologi yang tersedia. Jika mampu maka perlu dibuat *list* dengan berapa cara saja produk tersebut mampu dibentuk. Ini yang menjadi pijakan penentuan proses pembuatan masing-masing komponen serta pemilihan proses dengan biaya yang ekonomis.

3.1.6 Tahap Penyelesaian Perancangan

Rancangan komponen yang telah dihitung pemilihan material maupun geometrinya, digambar dalam sebuah gambar plot detail. Gambar tersebut disertai dengan metode manufaktur yang diterapkan untuk pembuatan. Selanjutnya dimulailah pembuatan alat yang dirancang.

3.1.7 Tahap Pembuatan Alat

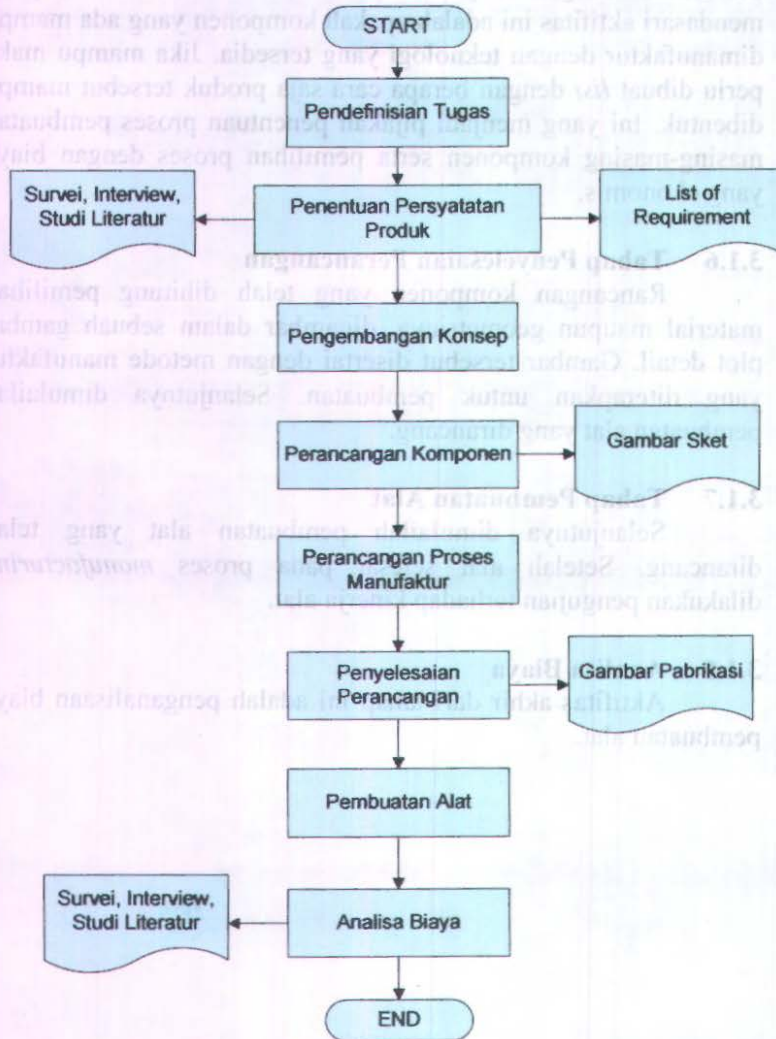
Selanjutnya dimulailah pembuatan alat yang telah dirancang. Setelah alat selesai pada proses *manufacturing* dilakukan pengujian terhadap kinerja alat.

3.1.8 Analisa Biaya

Aktifitas akhir dari tahap ini adalah penganalisaan biaya pembuatan alat.

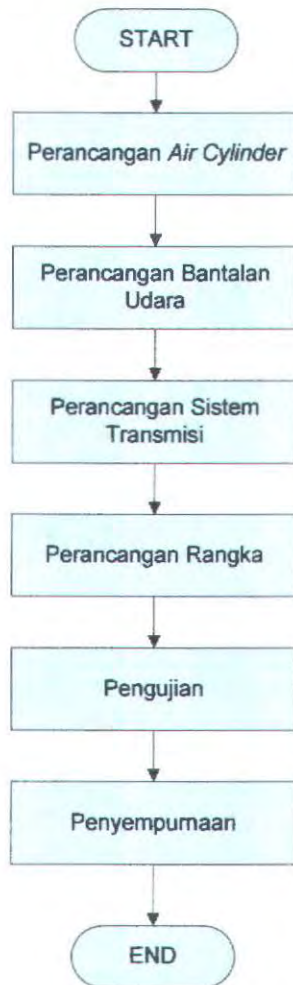
3.2 Diagram Alir

3.2.1 Diagram Alir Penelitian



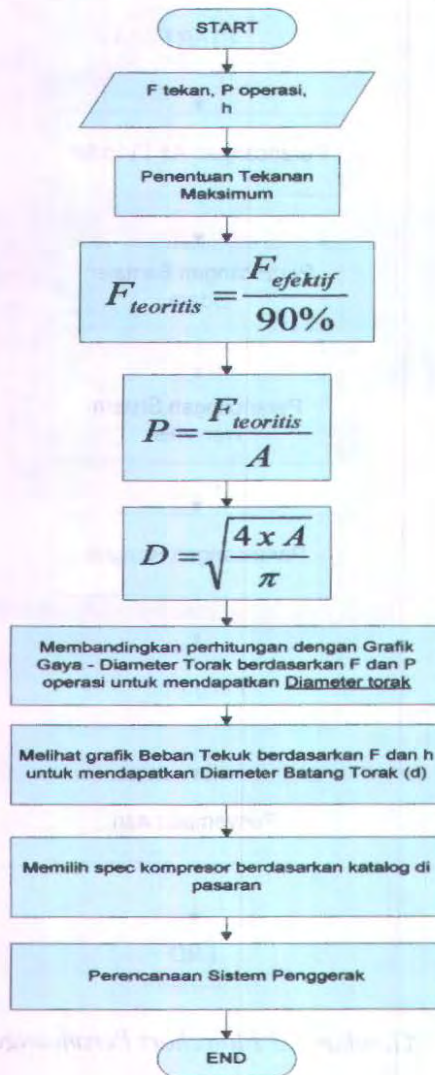
Gambar 3.2 Flowchart Rancang Bangun Alat

3.2.2 Diagram Alir Perancangan



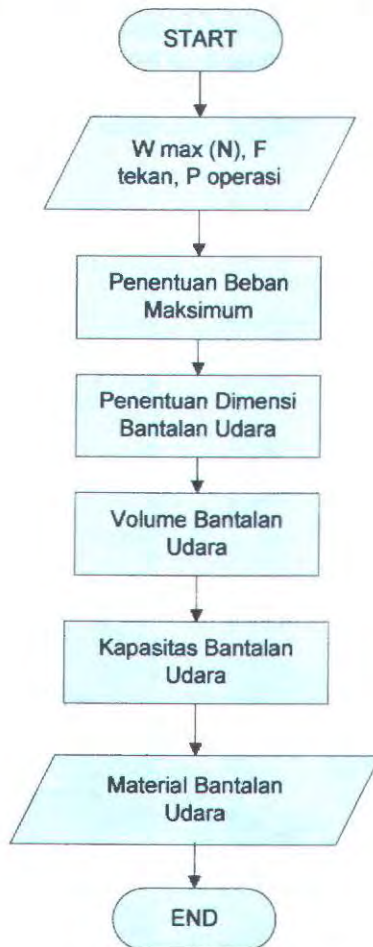
Gambar 3.3 Flowchart Perancangan

3.2.3 Diagram Alir Perancangan Air Cylinder



Gambar 3.4 Flowchart Perancangan Air Cylinder

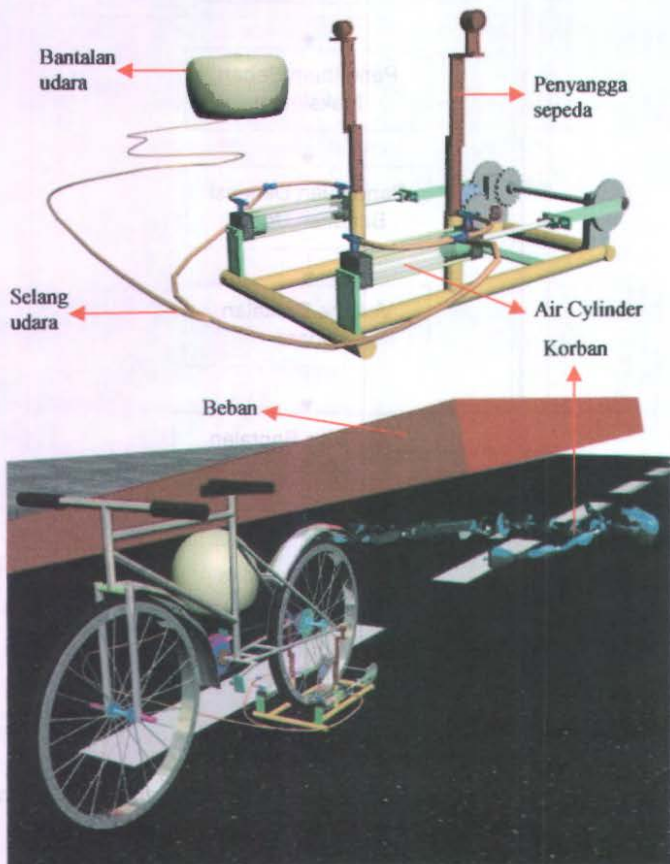
3.2.4 Diagram Alir Perancangan Bantalan Udara



Gambar 3.5 Flowchart Perancangan Bantalan Udara

3.3 Konsep Pengembangan Alat

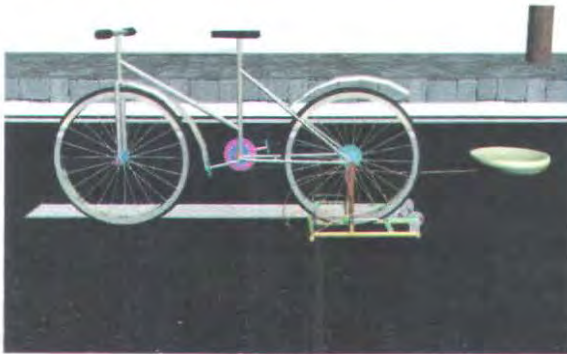
Pesawat Pengangkat Pneumatik Untuk Rescue Operation ini adalah alat yang dirancang untuk mengangkat beban sehingga dapat mempercepat penyelamatan korban reruntuhan. Bantalan udara yang digunakan untuk mengangkat beban ini digerakkan oleh tenaga manusia dengan menggunakan mekanisme sepeda.



Gambar 3.6 Desain Awal Mekanisme Pesawat Pengangkat Pneumatik

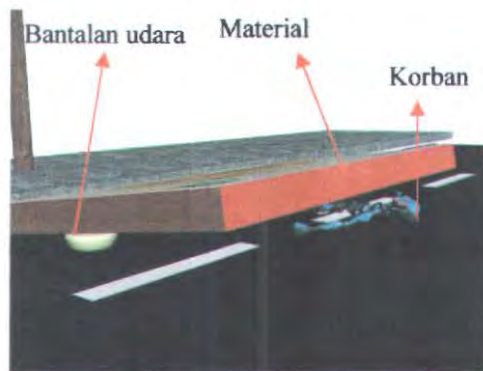
Cara Kerja Alat :

1. Posisikan sepeda pada keadaan mendatar dan tahan bagian roda belakang sepeda dengan menggunakan penahan.



Gambar 3.7 Posisi sepeda diusahakan mendatar

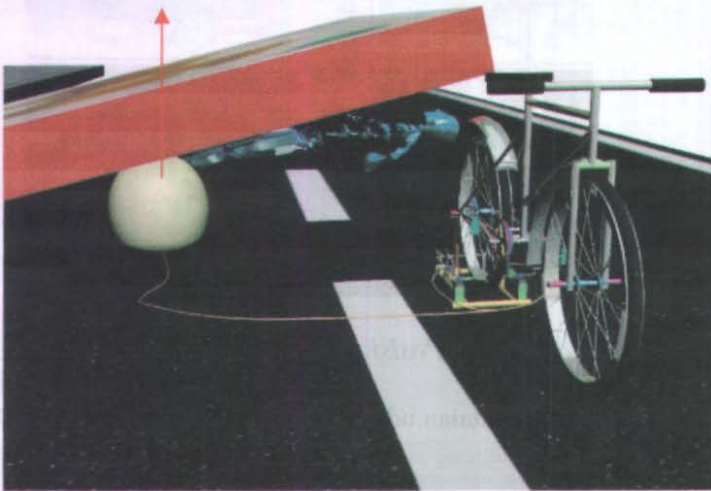
2. Letakkan bantalan udara di bawah material yang menindih korban.



Gambar 3.8 Posisi bantalan udara saat diletakkan di antara material dan korban

3. Kayuh sepeda hingga bantalan udara menggelembung sehingga mengangkat beban hingga korban yang terjepit material terbebas dari jepitan.

Bantalan udara menggelembung



Gambar 3.9 Posisi bantalan udara saat mengangkat beban

4. Hentikan kayuhan ketika korban sudah terbebas dari jepitan material.



3.4 Desain Awal Pengembangan Komponen

3.4.1 Perencanaan Bantalan Udara

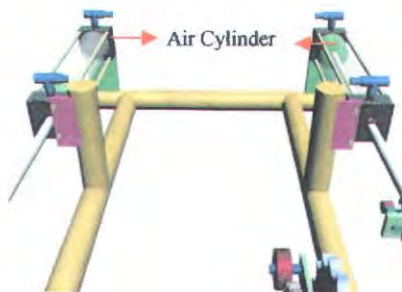


Gambar 3.10 Bantalan Udara

Dalam perencanaan bantalan udara ini akan menggunakan bantalan yang berbentuk torus. Bantalan ini berfungsi untuk mengangkat beban. Hal-hal yang perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Beban maksimum bantalan udara
2. Volume bantalan udara
3. Kapasitas bantalan udara
4. Mekanisme penggerak bantalan udara

3.4.2 Perencanaan *Air Cylinder*



Gambar 3.11 Air Cylinder

Air Cylinder yang digunakan adalah *air cylinder* jenis reciprocating dimana jumlah *air cylinder* yang dirancang adalah 2 buah.

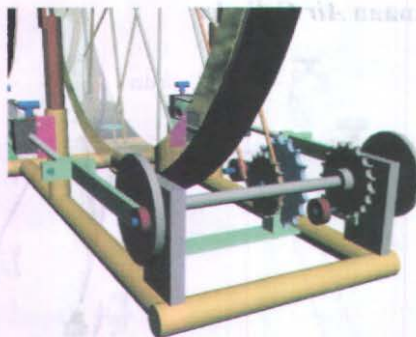
3.4.3 Perancangan Sistem Penggerak



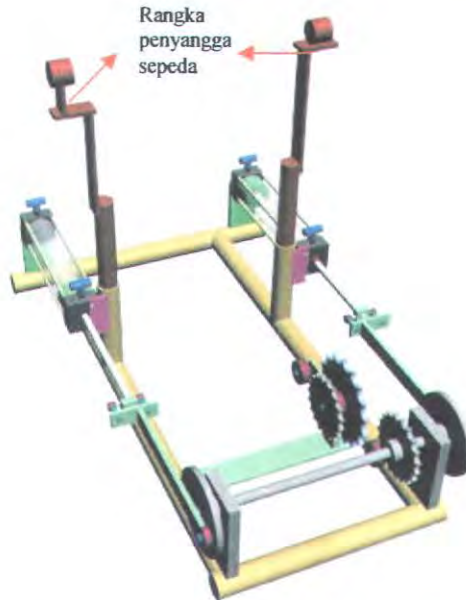
Gambar 3.12 Sepeda Statis

Alat ini dirancang menggunakan tenaga manusia. Penggerakannya menggunakan mekanisme sepeda statis.

3.4.4 Perancangan Rangka



Gambar 3.13 Rangka dudukan Air Cylinder



Gambar 3.14 Rangka dudukan roda belakang

Rangka pada dudukan *air cylinder* dirancang seperti pada gambar 3.13 dimana *air cylinder* dijepit kuat di kedua sisinya. Sedangkan untuk rangka dudukan roda belakang sepeda, gambar 3.14 dirancang agar sepeda dapat seimbang ketika pedal sepeda dikayuh.

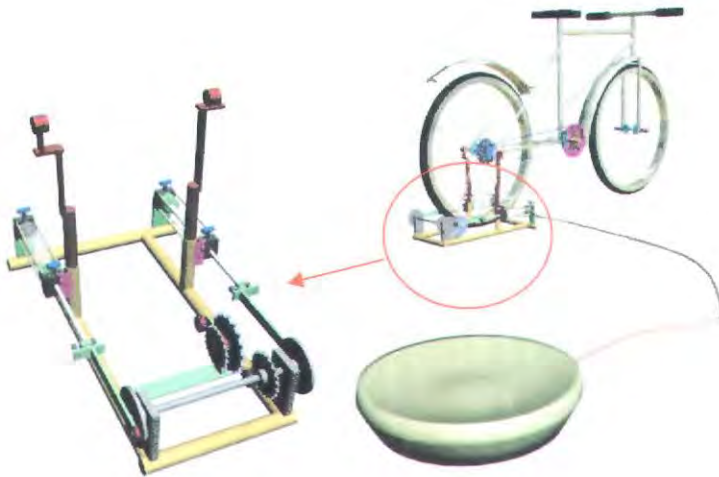
3.5 Variabel Hasil

Penelitian mengenai Rancang Bangun Mekanisme Pesawat Pengangkat Pneumatik ini sampai pada tahap perhitungan variabel-variabel berikut:

- Dimensi detail komponen
- Daya dan efisiensi
- Kapasitas kerja alat total
- Biaya total pembuatan alat

BAB IV PERENCANAAN SISTEM PNEUMATIK

4.1 Mekanisme Kerja Alat dan Penjelasan Umum



Gambar 4.1 Rancangan Alat

Sistem pneumatik ini berfungsi untuk mengangkat beban atau material yang menindih korban reruntuhan dengan menggunakan bantalan udara sebagai pengangkatnya dan dapat juga berfungsi sebagai awalan untuk mendapatkan celah diantara beban dengan landasan . Sistem pneumatik ini digerakkan oleh tenaga manusia dengan mekanisme kayuhan sepeda. Alat ini (gambar 4.1) diharapkan dapat mengangkat beban hingga 200 kg bergantung jenis bantalan udara yang digunakan. Sistem pneumatik ini memiliki bagian-bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Bagian-bagian tersebut antara lain :

1. Bagian *Air Cylinder* sebagai penghasil udara bertekanan (kompresor)
2. Bagian Bantalan Udara sebagai pengangkat beban
3. Bagian Selang sebagai penghantar udara bertekanan
4. Bagian Penggerak (sistem transmisi)
5. Bagian Rangka
6. Bagian katup/valve

Selanjutnya akan dijelaskan fungsi-fungsi bagian tersebut :

Bagian *Air Cylinder* yang menghasilkan udara bertekanan

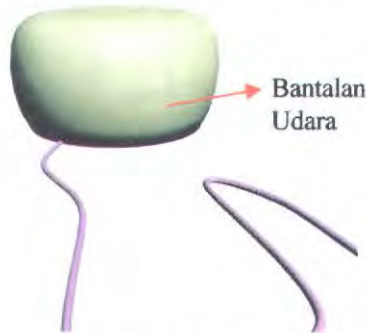


Gambar 4.2 *Air Cylinder*

Air Cylinder (gambar 4.2) merupakan tempat penghasil udara bertekanan. Tekanan *air cylinder* yang dipilih harus dapat memenuhi tekanan yang lebih besar daripada tekanan yang dihasilkan oleh bantalan udara, hal ini dikarenakan agar *air cylinder* dapat menghantarkan udara bertekanan masuk ke dalam bantalan udara sehingga bantalan udara dapat mengembang. Untuk memenuhi hal tersebut maka kami merancang *air cylinder* dengan diameter 40 mm. Digunakan 2 buah *air cylinder* untuk mempercepat pengangkatan bantalan udara. Bagian dalam *air cylinder* harus memiliki tingkat gesekan yang rendah agar gerakan piston tidak tersendat dan agar gaya yang digunakan

tidak terlalu besar. Maka dari itu *air cylinder* diberi pelumas disekeliling lapisan dalamnya dengan oli khusus penumatik.

Bagian Bantalan Udara sebagai pengangkat beban



Gambar 4.3 Bantalan Udara

Bantalan udara (gambar 4.3) merupakan faktor penting dari sistem pengangkat karena bantalan udara digunakan sebagai alat pengangkat benda atau material yang menindih korban reruntuhan. Dan aplikasi beban yang dapat digunakan adalah hingga 200 kg bergantung jenis bantalan udara yang digunakan. Pada percobaan, kami menggunakan ban dalam mobil sebagai bantalan udara dimana ban dalam mobil memiliki diameter luar 50 cm dan diameter dalam 25 cm (dalam keadaan mengembang) dan berdasarkan percobaan yang kami lakukan beban maksimum yang dapat diaplikasikan kira-kira hingga 70 kg. Terdapat selang udara yang dihubungkan ke bantalan udara, selang udara digunakan untuk memompa fluida udara ke dalam bantalan udara maupun untuk mengempiskan bantalan udara. Selang udara terhubung dengan output paralel dari dua *air cylinder*.

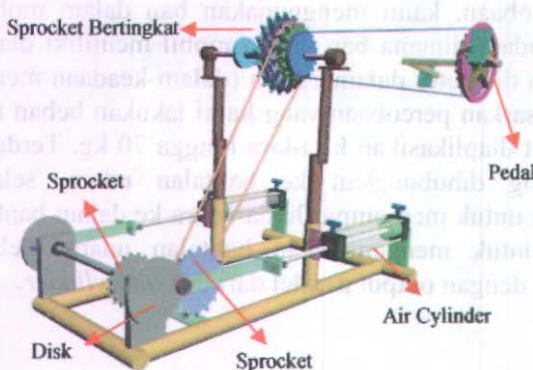
Bagian Selang Udara sebagai penghantar udara



Gambar 4.4 Selang Udara

Selang udara (gambar 4.4) yang direncanakan terbuat dari karet berdiameter $d = 8$ mm dengan panjang total yang dibutuhkan $l = 5$ m. Selang udara berfungsi untuk menghantarkan udara dari *air cylinder* ke bantalan udara dan mengeluarkan udara dari bantalan udara.

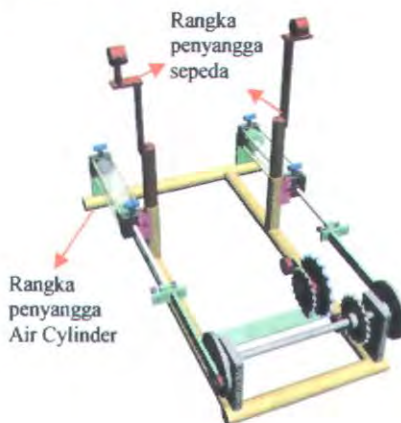
Bagian Penggerak



Gambar 4.5 Sistem Penggerak

Pada bagian sistem penggerak (gambar 4.5) ini berfungsi untuk memindahkan (*transfer*) daya dari kayuhan sepeda oleh manusia ke sistem pengangkat. Kecepatan optimum pada kebanyakan orang adalah 55–85 rpm. *Range* tersebut adalah kecepatan yang sesuai dan efektif untuk pembakaran lemak (kalori) bagi pengendaranya. Pada perancangan ini digunakan kecepatan maksimum untuk mengayuh sepeda yaitu 85 rpm. Bagian ini terdiri dari: Pedal sepeda, *chains*, *sprocket* bertingkat, *sprocket*, serta *disk*.

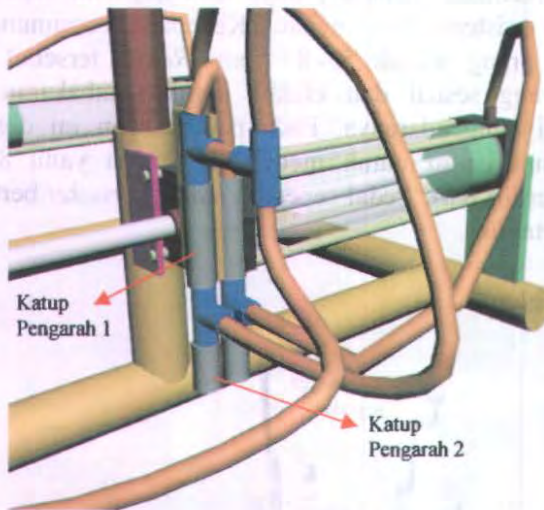
Bagian Rangka



Gambar 4.6 Rangka

Pada sistem pengangkat ini rangka (gambar 4.6) dibagi menjadi dua bagian, yaitu rangka bagian pertama sebagai penahan beban manusia dan rangka bagian kedua sebagai penahan *air cylinder* dan *sprocket* yang dikenai tegangan tarik akibat gerakan rantai. Oleh karena itu baik rangka bagian pertama maupun rangka bagian kedua dirancang harus kuat karena mendapat beban yang cukup berat, maka dari itu rangka yang kami rancang berbahan besi berbentuk silinder pejal.

Bagian valve/katup pengarah

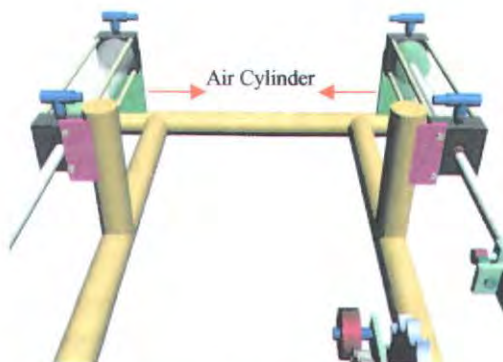


Gambar 4.7 Katup Pengarah

Katup pengarah/valve (gambar 4.7) berfungsi untuk meneruskan arah aliran fluida ke bantalan udara. Fungsi utamanya adalah fluida yang telah masuk ke dalam bantalan udara tidak terisap kembali oleh *air cylinder* sehingga bantalan udara tetap mengembang meskipun *air cylinder* bergerak maju-mundur. Terdapat 2 jenis katup pengarah, katup yang pertama berfungsi untuk menghisap udara dari atmosfer kemudian tipe kedua berfungsi menghantarkan fluida udara ini ke bantalan udara. Katup 1 dan katup 2 saling berpasangan. Masing-masing katup yang berpasangan terhubung dengan *output* udara dari *air cylinder*.

4.2 Perancangan Sistem Pneumatik

4.2.1 Perencanaan *air cylinder*



Gambar 4.8 Air Cylinder

Perencanaan kekuatan press (F) = 200 kg
 = 1962 N → ambil 2000 N

Menentukan pressure (P) yang dibutuhkan = 6 bar

$$= 600.000 \frac{N}{m^2}$$

Dengan F dan P diatas maka dapat dicari diameter *air cylinder*:

Cara 1 (melihat grafik) :

Dengan mengacu pada grafik *Gaya-Diameter Torak* maka didapat $D = 65$ mm

Cara 2 (perhitungan):

- ✓ Berdasarkan referensi, gaya gesek yang umum terjadi adalah 10% dari gaya dorong teoritis. → Gaya gesek (R_r) = 10%
- ✓ F yang direncanakan sebesar 2000 N diatas merupakan F efektif, dimana:

$$F \text{ efektif} = F \text{ teoritis} - F \text{ gesek}$$

$$F \text{ efektif} = F \text{ teoritis} - 10\% \times F \text{ teoritis}$$

$$F \text{ efektif} = 90\% \times F \text{ teoritis}$$

$$F_{\text{teoritis}} = \frac{F_{\text{efektif}}}{90\%}$$

$$F_{\text{teoritis}} = \frac{2000}{90\%} = 2222,22 \text{ N}$$

$$\checkmark P = \frac{F_{\text{teoritis}}}{A} \Rightarrow A = \frac{F_{\text{teoritis}}}{P} = \frac{2222,22 \text{ N}}{600000 \text{ N/m}^2} = 3,7037 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 3,7037 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 0,06869 \text{ m} = 68,69 \text{ mm}$$

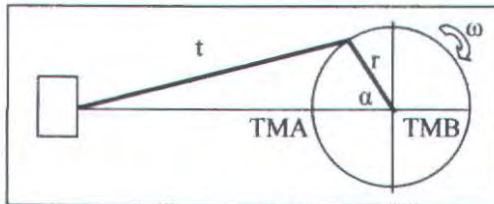
Karena gaya gesek yang diambil sebagai referensi besarnya dapat berubah-ubah, tergantung pada pelumasan, tekanan kerja, bentuk daripada seal, dan sebagainya, maka diameter hasil perhitungan bisa dipilih di sekitar angka perhitungan tersebut. Berdasar katalog di pasaran dipilih diameter torak (D) 64 mm. Karena *air cylinder* yang direncanakan berjumlah dua, maka tiap *air cylinder* memiliki diameter 32 mm. Namun dipasaran jarang ada diameter 32 mm dengan panjang stroke 100 mm (merk tertentu), oleh karena itu maka kami menggunakan *air cylinder* dengan diameter 40 mm.

Mencari diameter batang torak (d) melalui grafik beban tekuk :

- ✓ Menentukan panjang langkah (h) sebesar 100 mm, berdasarkan perencanaan konstruksi mula
- ✓ Dari Grafik Beban Tekuk dengan $F = 2000 \text{ N}$ dan $h = 100 \text{ mm}$, didapat diameter batang torak (d) minimal sebesar 8 mm
- ✓ Dengan *air cylinder* berdiameter 40 mm, maka diameter batang torak yang tersedia di pasaran sebesar 16 mm.

4.2.2 Perhitungan Udara yang Dihasilkan (Q) Pada *Air Cylinder* tiap langkah (maju-mundur).

Kecepatan rata-rata *air cylinder*



Gambar 4.9 Mekanisme batang hubung engkol dengan langkah yang ditempuh

Putaran yang dirancang untuk *air cylinder* ini sebesar 386 rpm. Untuk itu kecepatannya dapat dicari dari kecepatan rata-rata *air cylinder* dengan menggunakan rumus :

$$v = \omega \cdot r \left(\sin \alpha + \frac{1}{2} \cdot \frac{r}{t} \cdot \sin 2\alpha \right)$$

Dimana : v = kecepatan torak (m/s)

ω = kecepatan angular (rpm)

r = jari-jari *disk* (m), 5 cm = 0,05 m

α = sudut batang torak terhadap *disk*

t = panjang penghubung batang torak dengan *disk* (m), 0,18 m

Dimana untuk mencari nilai kecepatan rata-rata didapat dari variasi nilai α .

α	0	30	45	90	135	150	180	210	225	270	315	330	360
v	0	11,51	15,79	19,3	11,5	7,79	0	7,79	11,5	19,3	15,79	11,79	0

Sehingga, kecepatan rata-ratanya adalah :

$$\frac{0 + 11,51 + 15,79 + 19,3 + 11,5 + 7,79 + 0 + 7,79 + 11,5 + 19,3 + 15,79 + 11,79 + 0}{13} = 10,14 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan rata-rata *air cylinder* adalah 0,169 m/s.

Udara Yang Dihasilkan (Q) rata-rata Tiap Langkah (maju-mundur)

- ✓ Untuk langkah maju

$$Q = v \cdot A$$

$$= 0,169 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0,04^2$$

$$= 2,1226 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,2123 \text{ liter}/\text{s}$$



- ✓ Untuk langkah mundur

$$Q = v \cdot A'$$

$$= 0,169 \times \frac{\pi}{4} \cdot (0,04 - 0,016)^2$$

$$= 7,6415 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,0764 \text{ liter}/\text{s}$$

Jadi, tiap langkah maju mundur *air cylinder* menghasilkan $0,2123 + 0,0764 = 0,2887$ liter/detik. Karena menggunakan 2 *air cylinder* maka kapasitasnya adalah $2 \times 0,2887 = 0,5774$ liter/s.

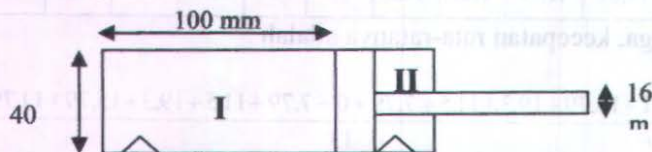
Dimana : Q = Kapasitas *air cylinder* (liter/s)

v = Kecepatan *air cylinder*

A = Luas *air cylinder* (m²)

A' = Luas *air cylinder* dikurangi luas silinder batang torak (m²)

Volume *air cylinder*



Gambar 4.10 Air Cylinder

- ✓ Untuk Luasan I

$$V_I = \pi \cdot r_{ac}^2 \cdot h$$

$$V_I = 3,14 \cdot 0,02^2 \cdot 0,1$$

$$V_I = 1,256 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_I = 0,1256 \text{ liter}$$

- ✓ Untuk Luasan II

$$V_{II} = \pi \cdot r_{ac}^2 \cdot h$$

$$V_{II} = 3,14 \cdot 0,012^2 \cdot 0,1$$

$$V_{II} = 4,5216 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_{II} = 0,0452 \text{ liter}$$

Jadi, untuk satu kali langkah maju mundur tiap *air cylinder* menghasilkan volume $0,1256 + 0,0452 = 0,1708$ liter. Karena ada dua *air cylinder* maka $2 \times 0,1367 \text{ liter} = \underline{0,3416 \text{ liter}}$.

Luas total efektif head *air cylinder*

$$A_1 = \pi \cdot r_{ac}^2$$

$$A_1 = 3,14 \cdot 0,02^2$$

$$A_1 = 1,256 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Luas permukaan bantalan udara

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (0,5^2 - 0,25^2)$$

$$A_2 = 0,1875 \text{ m}^2$$

Gaya Torak

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \times A_1}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{2000 \text{ N} \times 1,256 \cdot 10^{-3}}{0,1875}$$

$$F_1 = 13,3973 \text{ N}$$

Karena kerugian gesek ($\eta = 90\%$), maka :

$$F = \frac{F_1}{0,9}$$

$$= \frac{13,3973}{0,9}$$

$$= 14,8859 \text{ N}$$

Karena menggunakan 2 buah *air cylinder* maka $F = 2 \times 14,8859$
 $N = 29,7718 \text{ N}$.

Torsi

$$T_7 = F \times \frac{Ds}{2}$$

$$= 29,7718 \cdot \frac{0,1}{2}$$

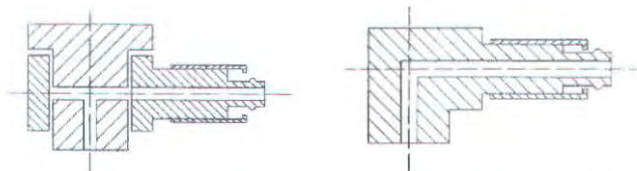
$$= 1,4886 \text{ Nm}$$

Daya

Besarnya daya yang diperlukan dihitung dengan rumus:

$$Hp = \frac{T \times n}{63000}$$

Sambungan pipa harus menjamin bahwa tidak ada kebocoran udara. Karena kebocoran udara, meskipun kecil, tetap menyebabkan tekanan hilang menjadi semakin nyata. Gambar 2.9 berikut menunjukkan salah satu jenis sambungan.



Gambar 2.9 Penyambungan cepat untuk plastik

Bantalan Udara

Bantalan udara, seperti gambar 2.10 dan gambar 2.11 adalah alat untuk mengubah tenaga udara bertekanan menjadi gerakan menggebu ke arah atas (sumbu y positif). Gaya dorong yang ditimbulkan berasal dari udara kempa *air cylinder*, udara kempa inilah yang menggerakkan bantalan udara sehingga bantalan udara membesar. Bantalan udara yang digunakan dalam perancangan ini menggunakan ban dalam mobil, yaitu karet yang berbentuk torus. Pembebanan yang dapat diterima bola sepak ini diperkirakan hingga sebesar 70 kg.



Gambar 2.10 Bantalan pengangkat jenis balok



Gambar 2.11 Bantalan udara dapat mengangkat truk yang terguling

2.3.1 Penentuan Ukuran Silinder

Besarnya panjang langkah dan gaya yang harus diatasi adalah hal yang menjadi pertimbangan dasar dalam menentukan ukuran silinder. Prosentase yang kecil dari gaya torak digunakan untuk mengatasi gesekan antara komponen – komponen silinder penumatik dan sebagian besar adalah untuk beban. Grafik 1 (lampiran 1) dipakai untuk menentukan ukuran silinder dengan mudah dan cepat.

Grafik tersebut menunjukkan hubungan antara diameter batang torak dengan gaya yang ditimbulkan pada berbagai tekanan operasi. Grafik tersebut dibuat berdasar pada persamaan:

$$F = P \cdot \frac{\pi}{4} d^2 - R \quad (2.1)$$

Dimana: F = gaya torak efektif (N)

P = tekanan operasi (bar/ Pa/ Psi)

d = garis tengah torak (cm)

R = gaya gesek (N), diambil 3 – 20 % dari gaya terhitung.

Sehingga energi yang dikonsumsi dapat digunakan sebagai fungsi dari diameter roda yang diputar pada perancangan produk sepeda.

Penentuan lama waktu kerja :

$$T_w = \frac{25}{E - 5} \text{ menit}$$

Dimana :

E = konsumsi energi selama pekerjaan berlangsung (kcal/min)

E-5 = habisnya cadangan energi (kcal/min)

T_w = *working time* (menit)

Sehingga penentuan lama waktu kerja untuk bersepeda :

$$T_w = \frac{25}{5,2 - 5} \text{ menit} = 125 \text{ menit}$$

Penentuan waktu istirahat :

- Waktu istirahat ini adalah konstan dan diasumsikan berdasar pada 25 kcal (25 kcal, karena menurut Murrel (1965) kita masih mempunyai cadangan sebesar 25 kcal sebelum keluar asam laktat)
- Lamanya waktu istirahat diharapkan cukup untuk menghasilkan cadangan energi kembali.
- $T_r = \frac{25}{5,0 - 1,5} \text{ menit} = 7,1 \text{ menit}$

Dimana :

(5,0-1,5) adalah tingkat energi dimana cadangan energi akan dapat dibangun kembali (kcal/menit)

$$r_2 = 0,074 \text{ m}$$

Jadi, nilai minimum diameter bantalan udara sebesar $0,074 \text{ m} = 7,4 \text{ cm}$.

Syarat :

- Agar bantalan udara dapat terangkat maka $P_1 > P_2$. Sedangkan nilai r_1 dan r_2 bila dihitung didapatkan nilai $P_1 = 115079,6178$ Pascal = 1,15 Bar, sedangkan $P_2 = 116315,3169$ Pascal = 1,16 Bar
- Diameter bantalan udara sebesar $d = 25 \text{ cm}$ (diameter ban dalam mobil)
- Sehingga tekanan $P_1 = 16,69 \text{ PSI} = 1,15 \text{ Bar}$ dan tekanan $P_2 = 10191,0828 \text{ Pa} = 1,478092 \text{ PSI} = 0,1 \text{ Bar}$

4.4 Analisa Konsumsi Energi

Energy Consumption adalah Analisa konsumsi energi yang diperlukan pada pekerjaan-pekerjaan tertentu masih menduduki prioritas utama, dan salah satu tujuan utamanya adalah pemilihan frekuensi dan periode istirahat pada manajemen waktu kerja. Pada pembahasan ini dianalisa kebutuhan energi yang dikonsumsi untuk bersepeda.

Activity	Conditions of work	kcal/min
Cycling	speed 16 km/h	5,2

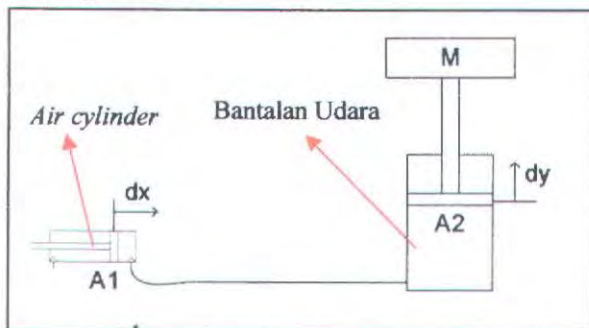
(sumber data: Lehmann et al., 1962)

Dengan tingkat beban kerja 5,2 kcal/min kapasitas kerja dapat diekspresikan dalam satuan watts sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 5,2 \text{ kcal/menit} &= 5,2 \times 4,2 \text{ kJ/menit} \\ &= \frac{21,84 \times 1000}{60} \text{ Watt} \\ &= 364 \text{ Watt} \end{aligned}$$

4.3 Analisa Beban Maksimum Alat

Beban maksimum alat direncanakan sebesar 200 kg. Dengan beban sebesar 200 kg, maka diameter *air cylinder* dan diameter bantalan udara minimum dapat dicari dari hubungan persamaan sebagai berikut :



Gambar 4.14 Ilustrasi Hubungan Air Cylinder dengan Bantalan Udara

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{M}{A_2}$$

Dimana :

P_1 = Tekanan kompresi di *air cylinder* (Pa)

P_2 = Tekanan kompresi di bantalan udara (Pa)

F_1 = Gaya tekan di *air cylinder*

A_1 = Luasan *air cylinder*

M = Beban yang diaplikasikan

A_2 = Luasan bantalan udara (m^2)

Sehingga,

$$\frac{144,54 N}{\pi r_1^2} = \frac{2000 N}{\pi r_2^2}$$

$$\frac{144,54 N}{0,02^2} = \frac{2000 N}{r_2^2}$$

✓ Untuk Torsi 1

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{85}{119} = \frac{5,12}{T_1}$$

$$T_1 = 7,168 \text{ lb-in}$$

$$H_p = \frac{T_1 \times n}{63000}$$

$$= \frac{7,168 \times 85}{63000}$$

$$= 9,671 \times 10^{-3} \text{ hp}$$

$$= 7,211663 \text{ watt}$$

Daya total yang dibutuhkan untuk mengangkat balon udara dengan beban 30 kg dan panjang stroke mm adalah 7,21 Watt. Kebutuhan Daya ini lebih kecil dari Daya Manusia yang sebesar 364 Watt.

✓ Untuk Torsi 5

$$\frac{n_5}{n_6} = \frac{T_6}{T_5}$$

$$\frac{193}{386} = \frac{1,58}{T_5}$$

$$T_5 = 3,16 \text{ lb-in}$$

✓ Untuk Torsi 4

$$\frac{n_4}{n_5} = \frac{T_5}{T_4}$$

$$\frac{193}{193} = \frac{3,16}{T_4}$$

$$T_4 = 3,16 \text{ lb-in}$$

✓ Untuk Torsi 3

$$\frac{n_3}{n_4} = \frac{T_4}{T_3}$$

$$\frac{119}{193} = \frac{3,16}{T_3}$$

$$T_3 = 5,12 \text{ lb-in}$$

✓ Untuk Torsi 2

$$\frac{n_2}{n_3} = \frac{T_3}{T_2}$$

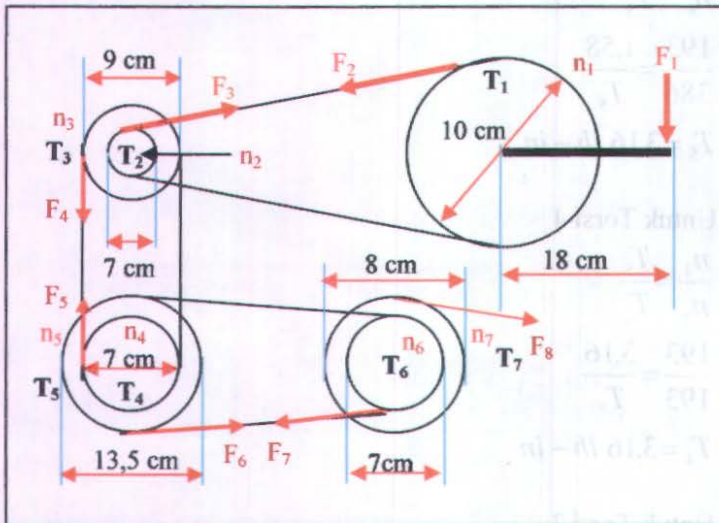
$$\frac{119}{119} = \frac{5,12}{T_2}$$

$$T_2 = 5,12 \text{ lb-in}$$

Dimana :

T: torsi

n : putaran



Gambar 4.13 Sistem Transmisi

✓ Untuk Torsi 7

$$T_7 = \frac{0,1786 \text{ Nm} \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{N} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{2,2046 \text{ lb}}{\text{kg}} \cdot \frac{1 \text{ cm}}{0,01 \text{ m}} \cdot \frac{0,3937 \text{ in}}{\text{cm}}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$= 1,58 \text{ lb} - \text{in}$$

Karena seporos maka $T_7 = T_6 = 1,58 \text{ lb-in}$.

- **Gaya Torak**

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \times A_1}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{300 \text{ N} \times 1,256 \cdot 10^{-3}}{0,1875}$$

$$F_1 = 2,0096 \text{ N}$$

Karena kerugian gesek ($\eta = 90\%$), maka :

$$\begin{aligned} F &= \frac{F_1}{0,9} \\ &= \frac{2,0096}{0,9} \\ &= 2,2329 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena menggunakan 2 buah *air cylinder* maka $F = 2 \times 2,2329 \text{ N}$
 $= 4,4658 \text{ N}$.

Torsi

$$\begin{aligned} T_7 &= F \times \frac{Ds}{2} \\ &= 4,4658 \cdot \frac{0,08}{2} \\ &= 0,1786 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Daya

Besarnya daya yang diperlukan dihitung dengan rumus:

$$Hp = \frac{T \times n}{63000}$$

✓ Untuk Luasan I

$$V_I = \pi \cdot r_{ac}^2 \cdot h$$

$$V_I = 3,14 \cdot 0,02^2 \cdot 0,08$$

$$V_I = 1,0048 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V_I = 0,1005 \text{ liter}$$

✓ Untuk Luasan II

$$V_{II} = \pi \cdot r_{ac}^2 \cdot h$$

$$V_{II} = 3,14 \cdot 0,012^2 \cdot 0,08$$

$$V_{II} = 3,61728 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_{II} = 0,0362 \text{ liter}$$

Jadi, untuk satu kali langkah maju mundur tiap *air cylinder* menghasilkan volume $0,1005 + 0,0362 = 0,1367$ liter. Karena ada dua *air cylinder* maka $2 \times 0,1367$ liter = 0,2734 liter.

• Luas total efektif head *air cylinder*

$$A_1 = \pi \cdot r_{ac}^2$$

$$A_1 = 3,14 \cdot 0,02^2$$

$$A_1 = 1,256 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

• Luas permukaan bantalan udara

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

$$A_2 = \frac{\pi}{4} \cdot (0,5^2 - 0,25^2)$$

$$A_2 = 0,1875 \text{ m}^2$$

Sehingga, kecepatan rata-ratanya adalah :

$$\frac{0 + 9,21 + 12,63 + 15,44 + 9,2 + 6,23 + 0 + 6,23 + 9,2 + 15,44 + 12,63 + 9,21 + 0}{13} = 8,11 \text{ m/mnt}$$

Jadi, kecepatan rata-rata *air cylinder* adalah 0,1352 m/s.

- Udara Yang Dihasilkan (Q) rata-rata Tiap Langkah (maju-mundur)

✓ Untuk langkah maju

$$Q = v \cdot A$$

$$= 0,1352 \times \frac{\pi}{4} \cdot 0,04^2$$

$$= 1,6977 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,1698 \text{ liter/s}$$

✓ Untuk langkah mundur

$$Q = v \cdot A'$$

$$= 0,1352 \times \frac{\pi}{4} \cdot (0,04 - 0,016)^2$$

$$= 6,112 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$= 0,0611 \text{ liter/s}$$

Jadi, tiap langkah maju mundur *air cylinder* menghasilkan 0,1698 + 0,0611 = 0,2309 liter/detik. Karena menggunakan 2 *air cylinder* maka kapasitasnya adalah 2 x 0,2309 = 0,4618 liter/s.

- Volume *air cylinder*



Gambar 4.12 Air Cylinder

✓ Untuk Torsi 1

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{85}{119} = \frac{42,8041}{T_1}$$

$$T_1 = 59,9257 \text{ lb} - \text{in}$$

$$Hp = \frac{T_1 \times n}{63000}$$

$$= \frac{59,9257 \times 85}{63000}$$

$$= 0,0809 \text{ hp}$$

$$= 60,2915 \text{ watt}$$

Daya total yang dibutuhkan untuk mengangkat balon udara dengan beban 200 kg dan panjang stroke 100 mm adalah 60 Watt. Kebutuhan Daya ini lebih kecil dari Daya Manusia yang sebesar 364 Watt.

Contoh perhitungan :

menghitung udara rata-rata yang dihasilkan *air cylinder* tiap langkah maju mundur dengan panjang langkah (*stroke*) 80 mm dengan beban 30 kg.

• Menghitung kecepatan rata-rata *air cylinder*

Dengan rumus : $v = \omega \cdot r \left(\sin \alpha + \frac{1}{2} \cdot \frac{r}{t} \cdot \sin 2\alpha \right)$, didapat :

α	0	30	45	90	135	150	180	210	225	270	315	330
v	0	9,21	12,63	15,44	9,2	6,23	0	6,23	9,2	15,44	12,63	9,21

✓ Untuk Torsi 5

$$\frac{n_5}{n_6} = \frac{T_6}{T_5}$$
$$\frac{193}{386} = \frac{13,1705}{T_5}$$

$$T_5 = 26,3410 \text{ lb} - \text{in}$$

✓ Untuk Torsi 4

$$\frac{n_4}{n_5} = \frac{T_5}{T_4}$$
$$\frac{193}{193} = \frac{26,3410}{T_4}$$

$$T_4 = 26,3410 \text{ lb} - \text{in}$$

✓ Untuk Torsi 3

$$\frac{n_3}{n_4} = \frac{T_4}{T_3}$$
$$\frac{119}{193} = \frac{26,3410}{T_3}$$

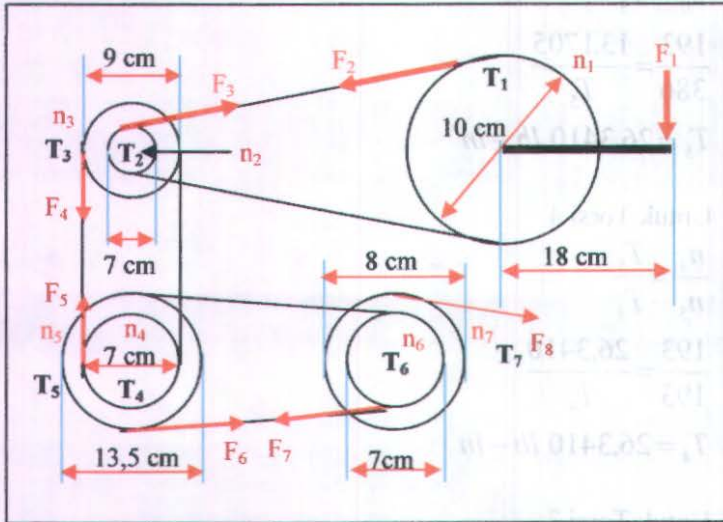
$$T_3 = 42,8041 \text{ lb} - \text{in}$$

✓ Untuk Torsi 2

$$\frac{n_2}{n_3} = \frac{T_3}{T_2}$$
$$\frac{119}{119} = \frac{42,8041}{T_2}$$

$$T_2 = 42,8041 \text{ lb} - \text{in}$$

Dimana :
T: torsi
n : putaran



Gambar 4.11 Sistem Transmisi

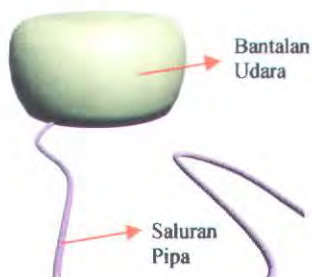
✓ Untuk Torsi 7

$$T_7 = \frac{1,4886 \cancel{\text{Nm}} \cdot \cancel{\text{kg}} \cdot \cancel{\text{m}}}{\cancel{\text{N}} \cdot \cancel{\text{s}^2}} \cdot \frac{2,2046 \cancel{\text{lb}}}{\cancel{\text{kg}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{cm}}}{0,01 \cancel{\text{m}}} \cdot \frac{0,3937 \cancel{\text{in}}}{\cancel{\text{cm}}}$$

$$= 13,1705 \text{ lb} - \text{in}$$

Karena seporos maka $T_7 = T_6 = 13,1705 \text{ lb-in}$.

4.5 Perencanaan Balon Udara



Gambar 4.15 Bantalan Udara

Direncanakan bantalan udara berbentuk bulat silinder dengan spesifikasi sebagai berikut :

Diameter luar bantalan udara	d_1	= 50 cm
Diameter dalam bantalan udara	d_2	= 25 cm
Ketinggian bantalan udara	h	= 12 cm
Beban maksimum	W	= 70 kg
Panjang saluran pipa	l	= 5 m
Diameter saluran pipa	d_p	= 8 mm

Volume bantalan udara

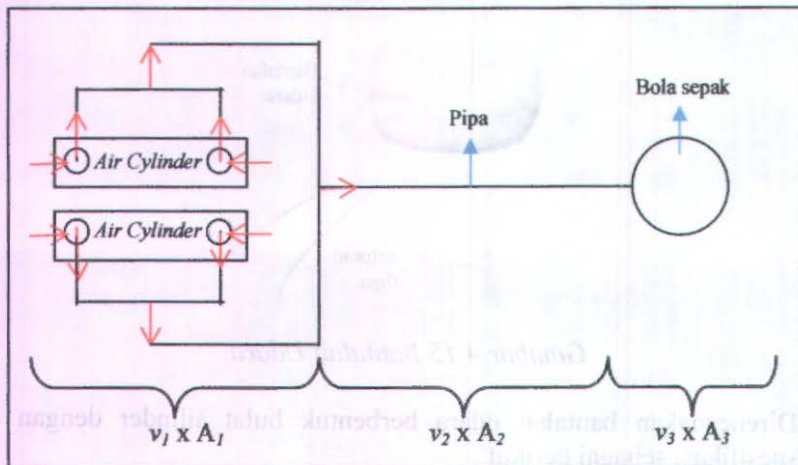
$$V = 2(0,25 - 0,125) \cdot (3,14 \cdot 0,125)^2$$

$$V = 0,0385 \text{ m}^3$$

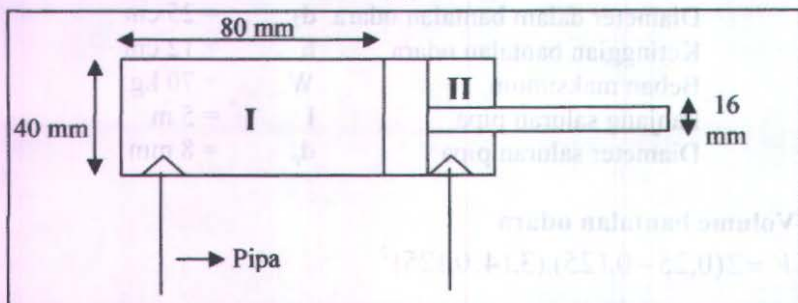
$$V = 38,51 \text{ liter}$$



Kecepatan rata-rata udara dalam pipa



(1)



(2)

Gambar 4.16 (1) layout sistem pneumatik (2) Air Cylinder

$$Q_1 = Q_2$$

$$v_1 \cdot A_1 = v_2 \cdot A_2$$

$$0,4618 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} = v_2 \cdot \frac{3,14}{4} \times 0,008^2$$

$$v_2 = 9,1919 \text{ m/s}$$

Dimana : Q_1 = kapasitas rata-rata udara pada *air cylinder* (m^3/s)
 Q_2 = kapasitas rata-rata udara pada pipa (m^3/s)
 v_1 = kecepatan rata-rata piston *air cylinder* (m/s)
 v_2 = kecepatan rata-rata udara pada pipa (m/s)
 A_1 = luas *air cylinder* (m^2)
 A_2 = luas pipa (m^2)

Kapasitas rata-rata bantalan udara

$$\begin{aligned} Q_2 &= v_2 \cdot A_2 \\ &= 9,1919 \cdot \frac{3,14}{4} \times 0,008^2 \\ &= 0,4618 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 0,4618 \text{ liter} / \text{s} \end{aligned}$$

Kecepatan angkat rata-rata bantalan udara

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_3 \\ v_2 \cdot A_2 &= v_3 \cdot A_3 \\ 0,4618 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s} &= v_3 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,5^2 - 0,25^2) \\ v_3 &= 3,1375 \times 10^{-3} \text{ m} / \text{s} \end{aligned}$$

Dimana : Q_2 = kapasitas rata-rata udara pada pipa (m^3/s)
 Q_3 = kapasitas rata-rata udara pada bantalan udara (m^3/s)
 v_2 = kecepatan rata-rata udara pada pipa (m/s)
 v_3 = kecepatan rata-rata udara pada bantalan udara (m/s)
 A_2 = luas pipa (m^2)
 A_3 = luas bantalan udara (m^2)

4.6 Perencanaan Transmisi Penggerak

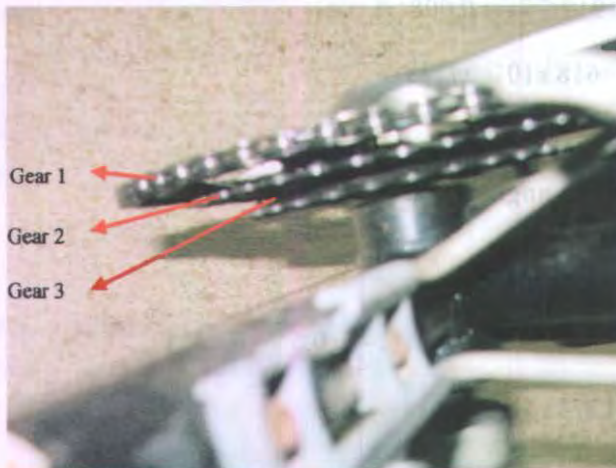
Transmisi penggerak pada alat ini adalah komponen yang mentransmisikan daya dari kayuhan sepeda. Sistem transmisi penggerak pada alat ini terdiri dari *sprocket* dan *chains*.

- **Sprocket Bagian Depan**

Gear 1 memiliki jari-jari 9 cm dengan jumlah gigi 48

Gear 2 memiliki jari-jari 7,5 cm dengan jumlah gigi 38

Gear 3 memiliki jari-jari 5 cm dengan jumlah gigi 28



Gambar 4.17 Sprocket Depan

- **Sprocket Bagian Belakang**

Gear 1 memiliki jari-jari 2 cm dengan jumlah gigi 13

Gear 2 memiliki jari-jari 2,5 cm dengan jumlah gigi 15

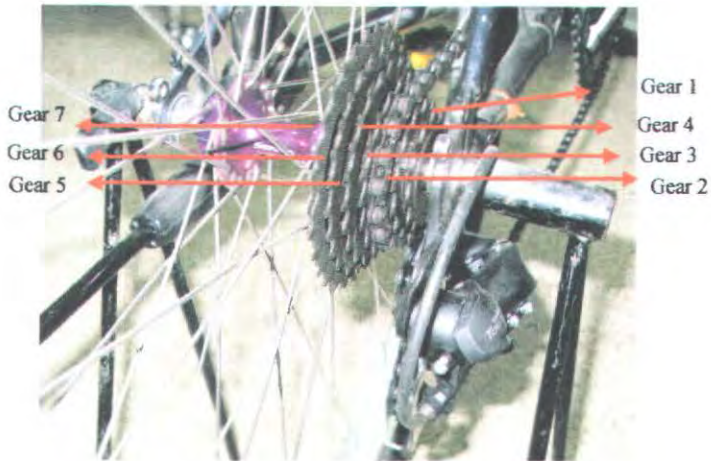
Gear 3 memiliki jari-jari 3 cm dengan jumlah gigi 17

Gear 4 memiliki jari-jari 3,5 cm dengan jumlah gigi 20

Gear 5 memiliki jari-jari 4 cm dengan jumlah gigi 23

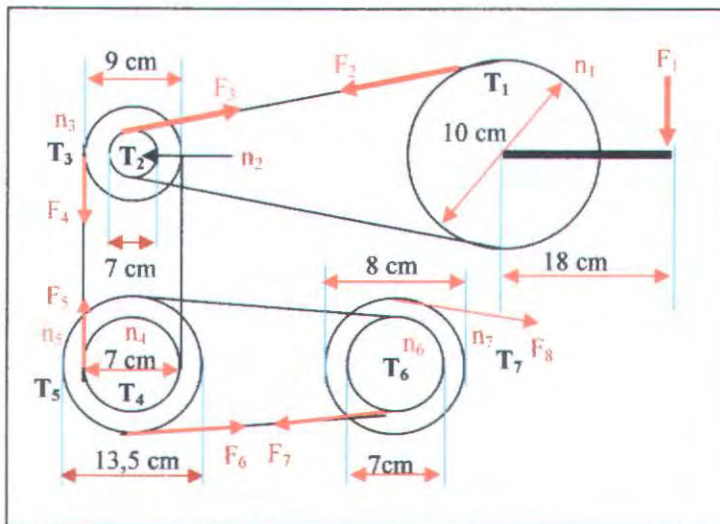
Gear 6 memiliki jari-jari 4,5 cm dengan jumlah gigi 26

Gear 7 memiliki jari-jari 5 cm dengan jumlah gigi 30



Gambar 4.18 Sprocket Belakang

⚡ Kombinasi Sproket Dari Pedal Hingga ke Sistem Penggerak



Gambar 4.19 Kombinasi Sprocket

✓ Dengan rumusan :

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

$$200 \text{ N} \times 0,18 \text{ m} = F_2 \times 0,05 \text{ m}$$

$$F_2 = 720 \text{ N}$$

$$F_2 = F_3$$

$$F_3 \times L_3 = F_4 \times L_4$$

$$720 \text{ N} \times 0,035 \text{ m} = F_4 \times 0,045 \text{ m}$$

$$F_4 = 560 \text{ N}$$

$$F_4 = F_5$$

$$F_5 \times L_5 = F_6 \times L_6$$

$$560 \text{ N} \times 0,035 \text{ m} = F_6 \times 0,0675 \text{ m}$$

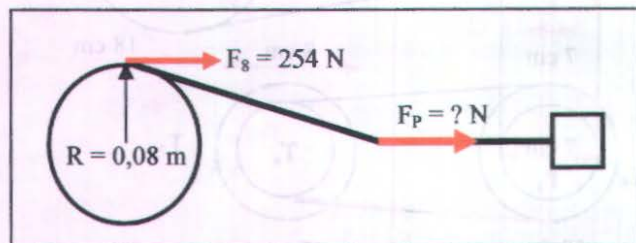
$$F_6 = 290 \text{ N}$$

$$F_6 = F_7$$

$$F_7 \times L_7 = F_8 \times L_8$$

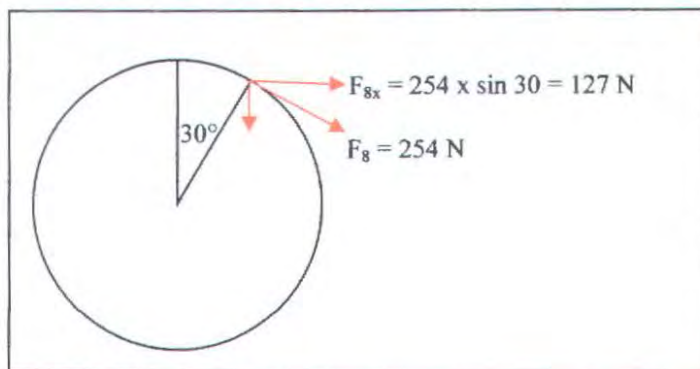
$$290 \text{ N} \times 0,035 \text{ m} = F_8 \times 0,04 \text{ m}$$

$$F_8 = 254 \text{ N}$$



Gambar 4.20 Gaya-gaya pada disk dan batang piston

Mencari gaya rata-rata pada batang piston = F_p



Gambar 4.21 Gaya-gaya tangensial dan normal

α	30	45	90	135	150	180
F_p	127.00	179.61	254.00	179.61	127.00	0.00

Sehingga,

$$F_p = \frac{127 + 179,61 + 254 + 179,61 + 127 + 0}{6} = 144,54 \text{ N}$$

✓ Dengan rumusan :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

$$\frac{85}{n_2} = \frac{20}{28}$$

$$\frac{85}{n_2} = \frac{20}{28}$$

$$n_2 = 119 \text{ rpm}$$

Karena seporos, maka $n_2 = n_3 = 119 \text{ rpm}$

$$\frac{n_3}{n_4} = \frac{Nt_4}{Nt_3}$$

$$\frac{119}{n_4} = \frac{16}{26}$$

$$\frac{119}{n_4} = \frac{16}{26}$$

$$n_4 = 193 \text{ rpm}$$

Karena seporos, maka $n_4 = n_5 = 193 \text{ rpm}$.

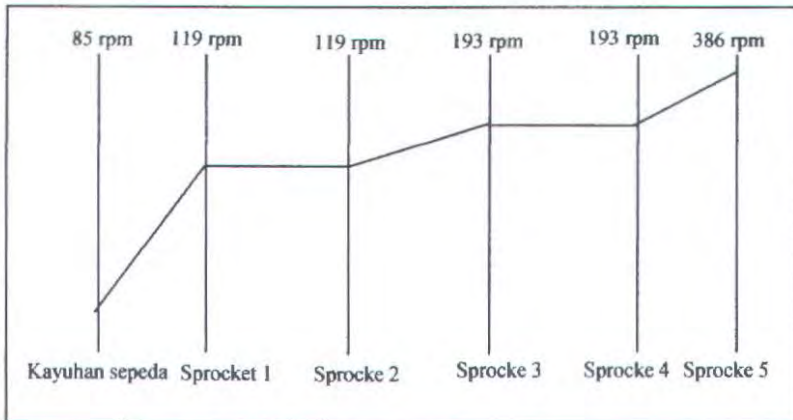
$$\frac{n_5}{n_6} = \frac{Nt_6}{Nt_5}$$

$$\frac{193}{n_6} = \frac{16}{32}$$

$$\frac{193}{n_6} = \frac{16}{32}$$

$$n_6 = 386 \text{ rpm}$$

Sistem transmisi dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut: Pertama, putaran dari kayuhan sepeda sebesar 85 rpm diubah menjadi 119 rpm dengan mekanisme rantai dan *sprocket*. Kedua, karena seporos maka dari rpmnya tidak berubah yaitu 119 rpm. Ketiga, karena ada perbandingan jumlah gigi maka rpmnya menjadi 193 rpm. Keempat, karena seporos maka rpmnya masih tidak berubah yaitu sebesar 193 rpm. Kelima, dari putaran 193 rpm diubah menjadi 386 rpm dengan mekanisme rantai dan *sprocket*.



Gambar 4.22 Speed Chart Diagram



BAB V PROSES MANUFATUR DAN PERAKITAN

5.1 Proses Manufaktur

Setelah melakukan perencanaan sistem pengangkat dengan melakukan perhitungan, maka tahap selanjutnya adalah proses manufaktur atau pembuatan masing-masing komponen. Pemilihan material untuk komponen alat ini dipilih menggunakan bahan yang mudah didapat di pasaran, murah dan tentunya kuat menerima beban kerjanya. Proses pembuatan alat ini berdasarkan gambar rancangan yang telah dibuat sehingga dapat dikerjakan oleh oprator mesin untuk melakukan pengerjaan. Proses manufaktur yang dilakukan menggunakan proses permesinan yang banyak digunakan (proses konvensional).

Pada alat ini proses pembuatan dibagi dalam bagian besar yaitu : pembuatan mekanisme pesawat pengangkat, pembuatan sistem transmisi, dan pembuatan rangka. Proses pembuatan dan perakitan dilakukan di dua tempat, yaitu

1. Bengkel Davik – Sidoarjo
Pengerjaan yang dilakukan, antara lain :
 - Pembuatan mekanisme pengangkat
 - Pembuatan sistem transmisi
 - Pembuatan rangka
2. Laboratorium Desain, Jurusan Teknik Mesin ITS
Pengerjaan yang dilakukan, antara lain :
 - Proses perakitan alat (*assembly*)
 - Finishing dan pengecatan

5.1.1 Proses Manufaktur Mekanisme Pengangkat

Mekanisme pengangkat pada alat ini terdiri dari *disk* untuk menggerakkan *air cylinder*, penghubung batang torak dari *disk* ke *air cylinder*, *air cylinder*, *bearing*, *valve* serta bantalan udara. Penjelasan proses pembuatan sebagai berikut :

1. Disk



Gambar 5.1 Disk dipandang dari depan (1) dan dari belakang (2)

Pada gambar 5.1 merupakan *Disk* yang berfungsi sebagai penghubung batang torak dari *air cylinder* sehingga *air cylinder* dapat bergerak translasi maju dan mundur.

Proses manufaktur :

1. Besi memanjang yang berbentuk pipih di bubut dibentuk seperti piringan (*disk*). Agar halus, proses berikutnya adalah digerinda dengan mesin gerinda (gambar 5.2) serta amplas. Pemasangan *bearing* dilakukan dengan proses pengelasan, las yang digunakan adalah las listrik (gambar 5.2), *bearing* diperoleh dengan mudah di pasaran.
2. Untuk lubang pada *disk* digunakan mesin bor meja (gambar 5.2). Jarak lubang dari titik tengah disk bervariasi, yaitu 5 cm, 4,5 cm, 4 cm, 3,5 cm, 3 cm dan 2,5 cm.



(1)



(2)



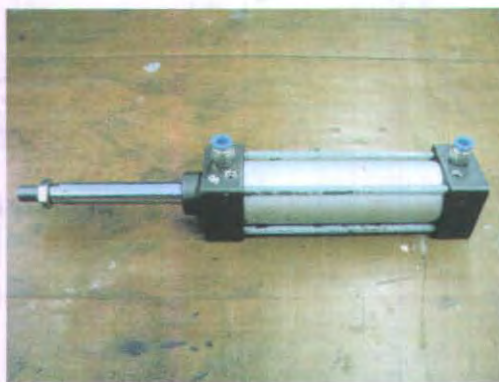
(3)

Gambar 5.2 Mesin gerinda (1), las listrik (2), dan mesin bor tangan (3)

2. Air Cylinder

Air cylinder (gambar 5.3) yang digunakan pada alat ini adalah *air cylinder* dengan ukuran diameter 40 mm dan panjang langkah 100 mm dan mampu bekerja pada *pressure* maksimum 10 Bar, sehingga *air cylinder* ini mampu memompakan fluida udara ke bantalan udara. *Air cylinder* yang digunakan adalah tipe *air cylinder double acting*. Dimana proses maju-mundurnya torak silinder dapat menghasilkan fluida udara yang dapat dipompakan ke bantalan udara. Pada rancang bangun ini kami menggunakan 2 buah

air cylinder guna mempercepat proses pemompaan fluida udara ke bantalan udara.



Gambar 5.3 Air Cylinder

Proses Manufaktur

1. *Air cylinder* didapatkan di pasaran.
Bagian luar silinder dibuat dari memotong silinder berongga yang berdiameter 40 mm dan panjang 5 meter lalu dipotong dengan menggunakan mesin *cutting* dengan panjang sekitar 120 mm.
2. Bagian torak silinder yang berdiameter 16 mm juga dibuat dari silinder pejal yang panjangnya 5 meter lalu dipotong dengan menggunakan mesin *cutting* sebesar 110 mm.
3. Bagian penutup disamping kana-kiri *air cylinder* dilubangi dengan mesin *punch* dengan diameter 8 mm.

3. Penghubung batang torak



Gambar 5.4 Penghubung batang torak

Penghubung batang torak (gambar 5.4) berfungsi sebagai penghubung batang torak (*connecting rod*) pada *air cylinder* dengan *disk*.

Proses manufaktur :

1. Besi panjang berbentuk pipih dibubut dengan ukuran panjang 18 cm sehingga terbentuk seperti pada gambar 5.4.
2. Pada bagian kepala dilubangi dengan menggunakan mesin bor untuk menempatkan *bearing*. Demikian juga dengan bagian bawah sebagai tempat untuk *bearing* jenis putar.

4. Bearing

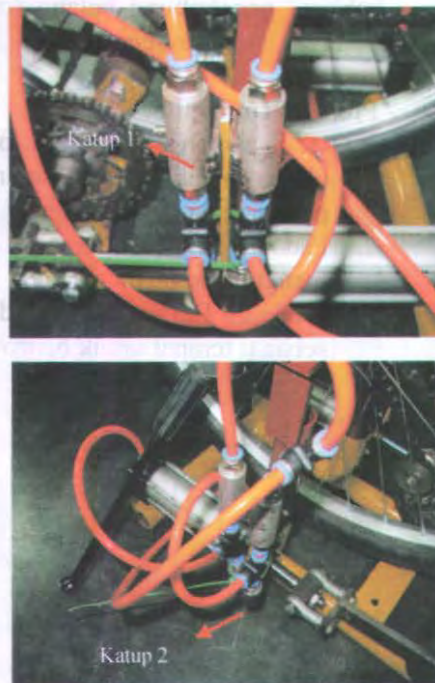


Gambar 5.5 Bearing

Gambar 5.5 adalah *bearing* yang berfungsi sebagai penahan poros yang berputar. Sebagai tempat *bearing* digunakan plat besi untuk penahannya. Dimana proses manufakturnya adalah pelat besi di bubut sesuai dengan ukuran *bearing*. Tumpuan pelat besi adalah pada rangka, untuk proses penyambungan dengan rangka digunakan las listrik (*arc welding*).

5. Valve (katup pengarah)

Katup pengarah (gambar 5.6) berfungsi sebagai masuknya fluida udara dari atmosfer (*surrounding*) ke sistem. Katup pengarah hanya dapat dilewati fluida udara dalam satu arah.



Gambar 5.6 Valve

Terdapat 8 (delapan) katup pengarah yang kami rancang, dan 2 tipe katup. Katup yang pertama berfungsi untuk menghisap udara dari atmosfer kemudian tipe kedua berfungsi menghantarkan fluida udara ini ke bantalan udara. Katup 1 dan katup 2 saling berpasangan. Masing-masing katup yang berpasangan terhubung dengan *output* udara dari *air cylinder*.

6. Bantalan udara

Bantalan udara yang digunakan adalah bantalan udara jenis ban dalam mobil. Berdasar percobaan beban yang mampu diaplikasikan hingga 70 kg.



Gambar 5.7 Bantalan Udara

5.1.2 Proses Manufaktur Sistem Transmisi

Sistem transmisi alat ini terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut : 3 pasang susunan *chains* (rantai), *sprocket* dan *disk*.

Data-data proses manufaktur:

Nama Komponen	Jumlah	Proses / alat yang digunakan
Chains	3	-
Sprocket	6	-
Disk	2	1. Mesin bubut 2. Mesin gerinda 3. Mesin las 4. Mesin drill

5.1.3 Proses manufaktur rangka



Gambar 5.8 Rangka

Data-data dari proses manufaktur

Nama Komponen	Jumlah	Proses / alat yang digunakan
Kerangka	2	- Cutting - Drilling - Welding - Grinding

Proses Manufaktur

1. Kerangka terbuat dari besi silinder berongga dan pejal dengan ukuran 48 x 32 cm dan diameter 3 cm. Besi silinder dipotong sesuai dengan ukuran kerangka, dan kemudian dilakukan penyambungan antar bagian dengan las listrik.
2. Drilling dilakukan pada bagian-bagian yang memerlukan pemasangan mur dan baut, misalnya pada dudukan bearing.
3. Bekas pengelasan dihaluskan dengan gerinda tangan.

5.2 Perakitan Komponen (*Assembly*)

Komponen yang telah selesai pada proses manufaktur maka dirakit (*assembly*) untuk dibuat sebuah alat. Proses perakitan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Proses perakitan dimulai dengan pemasangan *air cylinder* pada kerangka dudukan. Kemudian *air cylinder* beserta kerangka dudukan di tempatkan pada kerangka dudukan sepeda.



Gambar 5.9 Proses perakitan

2. Bantalan udara dihubungkan dengan selang perpipaan dan dihubungkan dengan *air cylinder*.



(1)



(2)

Gambar 5.10 (1) Sistem perpipaan ; (2) Bantalan udara yang terhubung dengan sistem perpipaan

3. Komponen-komponen pada sistem transmisi dipasang pada rangka. Rantai dan *sprocket* dipasang pada kayuhan sepeda.



Gambar 5.11 Sistem Transmisi

4. Semua komponen *disetting* agar alat ini dapat berjalan lancar.



Gambar 5.12 Mesin Pengangkat Hasil Assembly

5. Proses pengecatan dilakukan agar tidak terjadi korosi pada rangka.



Gambar 5.13 Proses pengecatan

5.3 Analisa Biaya

Dalam sub bab ini dipaparkan biaya yang telah dihabiskan untuk membangun peralatan ini. Biaya-biaya tersebut meliputi biaya belanja material dan biaya pengerjaan. Untuk material semua bahan menggunakan material logam baik ferrous maupun non ferrous dan proses pembuatan komponen dilakukan secara individual atau satu per satu per komponen.

Tabel 5.1 Daftar Biaya Pembuatan Alat

No	Item	Jumlah	Harga (Rp)
1	Air Cylinder	2 buah	396.000
2	Selang PU 8 mm	5 meter	22.500
3	Plug ¼ inch	2 buah	4.000
4	PC 8 – ¼ inch	16 buah	72.000
5	PUT – 08	7 buah	53.900
6	Bearing PHS 8	4 buah	52.000
7	Mur-Baut 10	16 buah	8.000

9	Mur-Baut 12	6 buah	6.000
10	Ring	10 buah	5.000
11	Las, elektrode		100.000
12	Handtap ¼ BSP 19	1 buah	70.000
13	Profil besi silinder pejal		200.000
14	Baja poros		20.000
15	Profil pelat besi		150.000
16	Cop ban sepeda	1 buah	3.500
17	Ban dalam mobil	1 buah	60.000
19	Rantai	2 buah	40.000
20	Biaya pengerjaan bubut		645.000
23	Biaya pengecatan		21.500
24	Biaya Pengerjaan		300.000
JUMLAH			2.229.400

0	10 buah	100.000
10	10 buah	7.000
11		100.000
12	1 buah	70.000
13		200.000
14		20.000
15		150.000
16	1 buah	3.500
17	1 buah	60.000
18	2 buah	40.000
19		615.000
20		21.500
21		300.000
22		2.250.400

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI PENGUJIAN, HASIL DAN DISKUSI

Metode yang digunakan pada pengujian mekanisme sistem penumatik ini antara lain :

- A. Pengujian sistem penumatik tanpa beban
- B. Pengujian sistem penumatik dengan beban 10 kg
- C. Pengujian sistem penumatik dengan beban 20 kg
- D. Pengujian sistem penumatik dengan beban 30 kg
- E. Pengujian sistem penumatik dengan beban 40 kg
- F. Pengujian sistem penumatik dengan beban 50 kg

Dengan panjang langkah (*stroke*) *air cylinder* yang digunakan adalah 70 mm, 80 mm, 90 mm dan 100 mm. Adapun langkah-langkah pengujiannya untuk semua metode adalah sebagai berikut:

1. Posisikan sepeda pada keadaan datar.
2. Bantalan udara diletakkan dilantai dengan posisi bantalan horisontal seperti pada gambar 6.1.



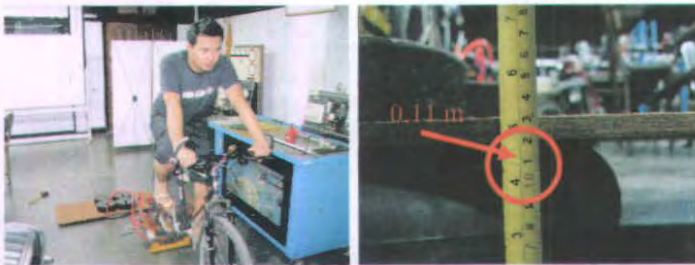
Gambar 6.1 Bantalan udara tanpa beban dengan posisi sepeda mendatar

3. Jika terdapat beban maka letakkan bantalan udara tepat dibawah beban dan usahakan seluruh luasan permukaan bantalan udara mengenai beban.



Gambar 6.2 Bantalan udara dengan beban

4. Kayuh sepeda hingga bantalan mengembang penuh, yaitu sekitar 0,12 m pada keadaan tanpa beban dan 0,11 m pada keadaan berbeban dan catat waktunya. Ulangi hingga 5 kali pengujian.



(1)

(2)

Gambar 6.3 (1) kayuh sepeda hingga bantalan udara mengembang ; (2) ketinggian bantalan udara

A.1. Pengujian sistem penumatik tanpa beban, *stroke* 70 mm

Tabel hasil pengujian A.1

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	70	0	0,12	41.72	2.88×10^{-3}
2	70	0	0,12	41.66	2.88×10^{-3}
3	70	0	0,12	40.30	2.98×10^{-3}
4	70	0	0,12	41.94	2.86×10^{-3}
5	70	0	0,12	41.42	2.90×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{41,72 + 41,66 + 40,30 + 41,94 + 41,42}{5} = 41,41 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,88 + 2,88 + 2,98 + 2,86 + 2,90) \times 10^{-3}}{5} = 2,656 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

A.2. Pengujian sistem penumatik tanpa beban, *stroke* 80 mm

Tabel hasil pengujian A.2

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	80	0	0,12	39.66	3.03×10^{-3}
2	80	0	0,12	39.51	3.04×10^{-3}
3	80	0	0,12	38.97	3.08×10^{-3}
4	80	0	0,12	39.01	3.08×10^{-3}
5	80	0	0,12	40.1	2.99×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{39,66 + 39,51 + 38,97 + 39,01 + 40,1}{5} = 38,93 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(3,03 + 3,04 + 3,08 + 3,08 + 2,99) \times 10^{-3}}{5} = 3,044 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

A.3. Pengujian sistem pneumatik tanpa beban, *stroke* 90 mm

Tabel hasil pengujian A.3

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	90	0	0,12	35.11	3.42×10^{-3}
2	90	0	0,12	36.09	3.33×10^{-3}
3	90	0	0,12	36.04	3.33×10^{-3}
4	90	0	0,12	35.59	3.37×10^{-3}
5	90	0	0,12	35.37	3.39×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{35,11 + 36,09 + 36,04 + 35,59 + 35,37}{5} = 35,64 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(3,42 + 3,33 + 3,33 + 3,37 + 3,39) \times 10^{-3}}{5} = 3,368 \times 10^{-3} \text{ m / s}$$

A.4. Pengujian sistem pneumatik tanpa beban, *stroke* 100 mm

Tabel hasil pengujian A.4

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	100	0	0,12	31.97	3.75×10^{-3}
2	100	0	0,12	32.14	3.73×10^{-3}
3	100	0	0,12	32.05	3.74×10^{-3}
4	100	0	0,12	32.00	3.75×10^{-3}
5	100	0	0,12	33.05	3.63×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{31,97 + 32,14 + 32,05 + 32,00 + 33,05}{5} = 32,24 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(3,75 + 3,73 + 3,74 + 3,75 + 3,63) \times 10^{-3}}{5} = 3,72 \times 10^{-3} \text{ m / s}$$



B.1. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 10 kg, stroke 70 mm

Tabel hasil pengujian B.1

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	70	10	0,11	43.26	2.54×10^{-3}
2	70	10	0,11	43.89	2.51×10^{-3}
3	70	10	0,11	43.52	2.53×10^{-3}
4	70	10	0,11	43.69	2.52×10^{-3}
5	70	10	0,11	44.02	2.50×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{43,26 + 43,89 + 43,52 + 43,69 + 44,02}{5} = 43,68 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,54 + 2,51 + 2,53 + 2,52 + 2,50) \times 10^{-3}}{5} = 2,52 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

B.2. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 10 kg, stroke 80 mm

Tabel hasil pengujian B.2

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	80	10	0,11	40.97	2.68×10^{-3}
2	80	10	0,11	40.22	2.73×10^{-3}
3	80	10	0,11	41.36	2.66×10^{-3}
4	80	10	0,11	41.87	2.63×10^{-3}
5	80	10	0,11	40.27	2.73×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{40,97 + 40,22 + 41,36 + 41,87 + 40,27}{5} = 40,94 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,68 + 2,73 + 2,66 + 2,63 + 2,73) \times 10^{-3}}{5} = 2,686 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

B.3. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 10 kg, *stroke* 90 mm

Tabel hasil pengujian B.3

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	90	10	0,11	36.99	2.97×10^{-3}
2	90	10	0,11	37.05	2.97×10^{-3}
3	90	10	0,11	37.21	2.96×10^{-3}
4	90	10	0,11	37.13	2.96×10^{-3}
5	90	10	0,11	38.05	2.89×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{36,99 + 37,05 + 37,21 + 37,13 + 38,05}{5} = 37,29 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,97 + 2,97 + 2,96 + 2,96 + 2,89) \times 10^{-3}}{5} = 2,95 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

B.4. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 10 kg, *stroke* 100 mm

Tabel hasil pengujian B.4

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	100	10	0,11	35.02	3.14×10^{-3}
2	100	10	0,11	34.32	3.21×10^{-3}
3	100	10	0,11	34.09	3.23×10^{-3}
4	100	10	0,11	34.11	3.22×10^{-3}
5	100	10	0,11	34.67	3.17×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{35,02 + 34,32 + 34,09 + 34,11 + 34,67}{5} = 34,44 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(3,14 + 3,21 + 3,23 + 3,22 + 3,17) \times 10^{-3}}{5} = 3,194 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

C.1. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 20 kg, *stroke* 70 mm

Tabel hasil pengujian C.1

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	70	20	0,11	44.68	2.46×10^{-3}
2	70	20	0,11	44.99	2.44×10^{-3}
3	70	20	0,11	44.31	2.48×10^{-3}
4	70	20	0,11	45.12	2.44×10^{-3}
5	70	20	0,11	44.84	2.45×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{44,68 + 44,99 + 44,31 + 45,12 + 44,84}{5} = 44,79 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,46 + 2,44 + 2,48 + 2,44 + 2,45) \times 10^{-3}}{5} = 2,454 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

C.2. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 20 kg, *stroke* 80 mm

Tabel hasil pengujian C.2

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	80	20	0,11	41.63	2.64×10^{-3}
2	80	20	0,11	41.23	2.67×10^{-3}
3	80	20	0,11	42.50	2.59×10^{-3}
4	80	20	0,11	42.80	2.57×10^{-3}
5	80	20	0,11	41.06	2.64×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{41,63 + 41,23 + 42,50 + 42,80 + 41,06}{5} = 41,84 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,64 + 2,67 + 2,59 + 2,57 + 2,64) \times 10^{-3}}{5} = 2,622 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

C.3. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 20 kg, stroke 90 mm

Tabel hasil pengujian C.3

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	90	20	0,11	38.89	2.83×10^{-3}
2	90	20	0,11	38.94	2.82×10^{-3}
3	90	20	0,11	39.06	2.82×10^{-3}
4	90	20	0,11	39.15	2.82×10^{-3}
5	90	20	0,11	38.88	2.83×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{38,89 + 38,94 + 39,06 + 39,15 + 38,88}{5} = 38,98 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,83 + 2,82 + 2,82 + 2,82 + 2,83) \times 10^{-3}}{5} = 2,82 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

C.4. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 20 kg, stroke 100 mm

Tabel hasil pengujian C.4

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	100	20	0,11	36.56	3.01×10^{-3}
2	100	20	0,11	37.11	2.96×10^{-3}
3	100	20	0,11	37.01	2.97×10^{-3}
4	100	20	0,11	36.78	2.99×10^{-3}
5	100	20	0,11	36.81	2.99×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{36,56 + 37,11 + 37,01 + 36,78 + 36,81}{5} = 36,85 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(3,01 + 2,96 + 2,97 + 2,99 + 2,99) \times 10^{-3}}{5} = 2,984 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

D.1. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 30 kg, stroke 70 mm

Tabel hasil pengujian D.1

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	70	30	0,11	57.7	1.91×10^{-3}
2	70	30	0,11	57.2	1.92×10^{-3}
3	70	30	0,11	57.9	1.90×10^{-3}
4	70	30	0,11	56.8	1.94×10^{-3}
5	70	30	0,11	56.7	1.94×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{57,7 + 57,2 + 57,9 + 56,8 + 56,7}{5} = 57,26 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(1,91 + 1,92 + 1,90 + 1,94 + 1,94) \times 10^{-3}}{5} = 1,922 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

D.2. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 30 kg, stroke 80 mm

Tabel hasil pengujian D.2

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	80	30	0,11	50	2.2×10^{-3}
2	80	30	0,11	50.9	2.16×10^{-3}
3	80	30	0,11	51.5	2.13×10^{-3}
4	80	30	0,11	51.8	2.21×10^{-3}
5	80	30	0,11	51.3	2.18×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{50 + 50,9 + 51,5 + 51,8 + 51,3}{5} = 51,1 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,2 + 2,16 + 2,13 + 2,21 + 2,18) \times 10^{-3}}{5} = 2,176 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

D.3. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 30 kg, *stroke* 90 mm

Tabel hasil pengujian D.3

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	90	30	0,11	48.93	2.23×10^{-3}
2	90	30	0,11	49.01	2.24×10^{-3}
3	90	30	0,11	49.50	2.22×10^{-3}
4	90	30	0,11	49.24	2.23×10^{-3}
5	90	30	0,11	48.89	2.25×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{48,93 + 49,01 + 49,50 + 49,24 + 48,89}{5} = 49,11 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,23 + 2,24 + 2,22 + 2,23 + 2,25) \times 10^{-3}}{5} = 2,234 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

D.4. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 30 kg, *stroke* 100 mm

Tabel hasil pengujian D.4

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	100	30	0,11	45.05	2.44×10^{-3}
2	100	30	0,11	45.21	2.43×10^{-3}
3	100	30	0,11	46.10	2.39×10^{-3}
4	100	30	0,11	45.54	2.41×10^{-3}
5	100	30	0,11	45.09	2.44×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{45,05 + 45,21 + 46,10 + 45,54 + 45,09}{5} = 45,40 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,44 + 2,43 + 2,39 + 2,41 + 2,44) \times 10^{-3}}{5} = 2,422 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

E.1. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 40 kg, *stroke* 70 mm

Tabel hasil pengujian E.1

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	70	40	0,11	59.35	1.85×10^{-3}
2	70	40	0,11	59.17	1.86×10^{-3}
3	70	40	0,11	59.09	1.86×10^{-3}
4	70	40	0,11	59.33	1.85×10^{-3}
5	70	40	0,11	59.80	1.84×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{59,35 + 59,17 + 59,09 + 59,33 + 59,8}{5} = 59,35 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(1,85 + 1,86 + 1,86 + 1,85 + 1,84) \times 10^{-3}}{5} = 1,852 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

E.2. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 30 kg, *stroke* 80 mm

Tabel hasil pengujian E.2

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	80	40	0,11	55.57	1.98×10^{-3}
2	80	40	0,11	55.81	1.97×10^{-3}
3	80	40	0,11	55.01	2.00×10^{-3}
4	80	40	0,11	55.77	1.97×10^{-3}
5	80	40	0,11	55.20	1.99×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{55,57 + 55,81 + 55,01 + 55,77 + 55,20}{5} = 55,47 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(1,98 + 1,97 + 2,00 + 1,97 + 1,99) \times 10^{-3}}{5} = 1,982 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

E.3. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 40 kg, stroke 90 mm

Tabel hasil pengujian E.3

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	90	40	0,11	52.55	2.09×10^{-3}
2	90	40	0,11	52.37	2.10×10^{-3}
3	90	40	0,11	52.97	2.08×10^{-3}
4	90	40	0,11	53.19	2.07×10^{-3}
5	90	40	0,11	53.02	2.07×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{52,55 + 52,37 + 52,97 + 53,19 + 53,02}{5} = 52,82 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,09 + 2,10 + 2,08 + 2,07 + 2,07) \times 10^{-3}}{5} = 2,082 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

E.4. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 30 kg, stroke 100 mm

Tabel hasil pengujian E.4

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	100	40	0,11	47.11	2.33×10^{-3}
2	100	40	0,11	47.02	2.34×10^{-3}
3	100	40	0,11	46.53	2.36×10^{-3}
4	100	40	0,11	46.47	2.37×10^{-3}
5	100	40	0,11	46.80	2.35×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{47,11 + 47,02 + 46,53 + 46,47 + 46,80}{5} = 46,79 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(2,33 + 2,34 + 2,36 + 2,37 + 2,35) \times 10^{-3}}{5} = 2,35 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

F.1. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 50 kg, *stroke* 70 mm

Tabel hasil pengujian F.1

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	70	50	0,11	60.9	1.81×10^{-3}
2	70	50	0,11	61.5	1.79×10^{-3}
3	70	50	0,11	60.7	1.81×10^{-3}
4	70	50	0,11	61.2	1.80×10^{-3}
5	70	50	0,11	61.7	1.78×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{60,9 + 61,5 + 60,7 + 61,2 + 61,7}{5} = 61,2 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(1,81 + 1,79 + 1,81 + 1,80 + 1,78) \times 10^{-3}}{5} = 1,798 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

F.2. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 50 kg, *stroke* 80 mm

Tabel hasil pengujian F.2

No	Langkah (<i>stroke</i>) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	80	50	0,11	57.15	1.92×10^{-3}
2	80	50	0,11	57.32	1.92×10^{-3}
3	80	50	0,11	58.09	1.89×10^{-3}
4	80	50	0,11	58.16	1.89×10^{-3}
5	80	50	0,11	58.46	1.88×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{57,15 + 57,32 + 58,09 + 58,16 + 58,46}{5} = 57,84 \text{ detik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(1,92 + 1,92 + 1,89 + 1,89 + 1,88) \times 10^{-3}}{5} = 1,9 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

F.3. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 50 kg, stroke 90 mm

Tabel hasil pengujian F.3

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	90	50	0,11	56.01	1.96×10^{-3}
2	90	50	0,11	54.98	2.00×10^{-3}
3	90	50	0,11	55.21	1.99×10^{-3}
4	90	50	0,11	54.62	2.01×10^{-3}
5	90	50	0,11	54.61	2.01×10^{-3}

Waktu rata-rata

$$t = \frac{56,01 + 54,98 + 55,21 + 54,62 + 54,61}{5} = 55,09 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

$$v = \frac{(1,96 + 2,00 + 1,99 + 2,01 + 2,01) \times 10^{-3}}{5} = 1,994 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

F.4. Pengujian sistem pneumatik dengan beban 50 kg, stroke 100 mm

Tabel hasil pengujian F.2

No	Langkah (stroke) (mm)	Beban (kg)	Ketinggian (m)	Waktu (s)	Kecepatan Angkat (m/s)
1	100	50	0,11	49.00	2.24×10^{-3}
2	100	50	0,11	48.97	2.25×10^{-3}
3	100	50	0,11	49.13	2.24×10^{-3}
4	100	50	0,11	48.88	2.25×10^{-3}
5	100	50	0,11	48.76	2.25×10^{-3}

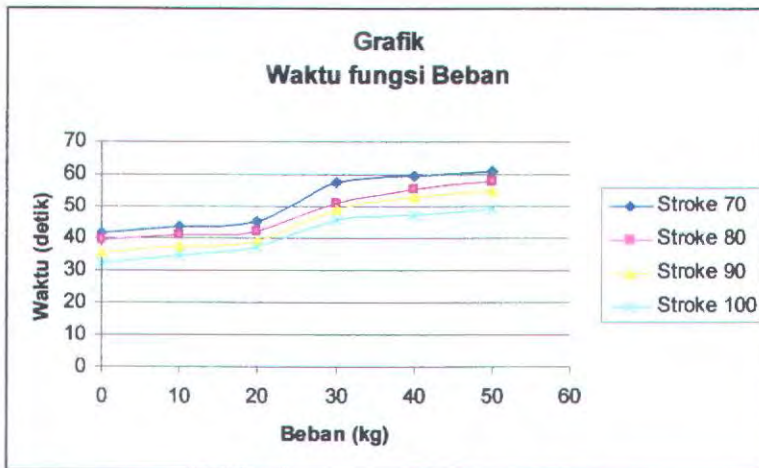
Waktu rata-rata

$$t = \frac{49,00 + 48,97 + 49,13 + 48,88 + 48,76}{5} = 48,95 \text{ det ik}$$

Kecepatan rata-rata

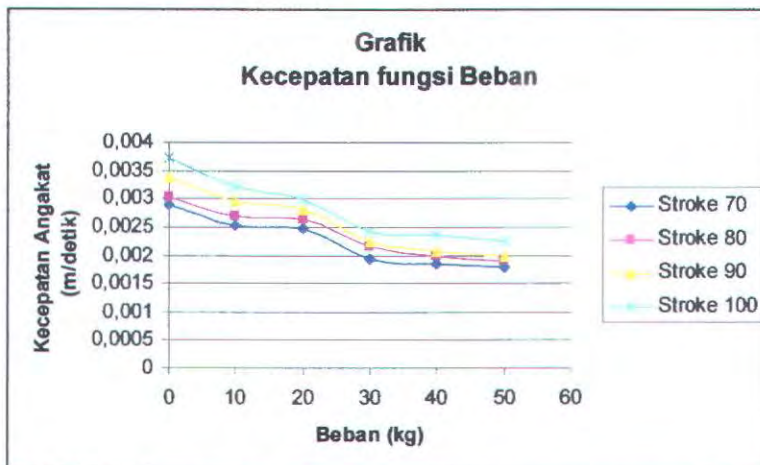
$$v = \frac{(2,24 + 2,25 + 2,24 + 2,25 + 2,25) \times 10^{-3}}{5} = 2,246 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

- **Grafik Waktu fungsi Beban**



Gambar 6.4 Grafik waktu fungsi beban

- **Grafik Kecepatan angkat fungsi Beban**



Gambar 6.5 Grafik kecepatan fungsi beban

Pada grafik waktu fungsi beban (gambar 6.4) dan grafik kecepatan fungsi beban (gambar 6.5) terlihat bahwa semakin besar beban yang diaplikasikan pada bantalan udara, semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan bantalan udara baik untuk panjang langkah (*stroke*) 70 mm, 80 mm, 90 mm dan 100 mm. Dan juga semakin lama pula kecepatan angkat yang dibutuhkan untuk mengembangkan bantalan udara Hal ini berkaitan dengan tekanan yang diterima bantalan akibat beban sehingga mempengaruhi tekanan yang dipompakan oleh *air cylinder* ke dalam bantalan udara. Selain itu, faktor kapasitas *air cylinder* mempengaruhi kecepatan waktunya.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, analisa dan pembuatan mekanisme pesawat pengangkat pneumatik. Ada beberapa hal yang dapat dijadikan kesimpulan, sebagai berikut:

1. Dari perencanaan gaya tekan (2000 N) dan panjang langkah 100 mm, didapat diameter air cylinder penekan sebesar 40 mm dengan diameter batang torak 16 mm.
2. Daya penggerak menggunakan tenaga kayuhan manusia sebesar 364 Watt = 0,4881 HP dan putaran maksimum 85 rpm.
3. Transmisi daya dari kayuhan sepeda ke *air cylinder* dengan mengubah putaran dari 85 rpm menjadi 386 rpm.
4. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :
 - a. Dengan beban yang sama, semakin besar panjang langkah (*stroke*) maka waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan bantalan udara semakin cepat.
 - b. Dengan beban yang sama, semakin besar panjang langkah (*stroke*) maka kecepatan angkat yang dihasilkan untuk mengembangkan bantalan udara semakin cepat.
5. Biaya pembuat alat untuk Mekanisme pesawat pengangkat pneumatik ini sebesar Rp. 2.229.400.

7.2 Saran

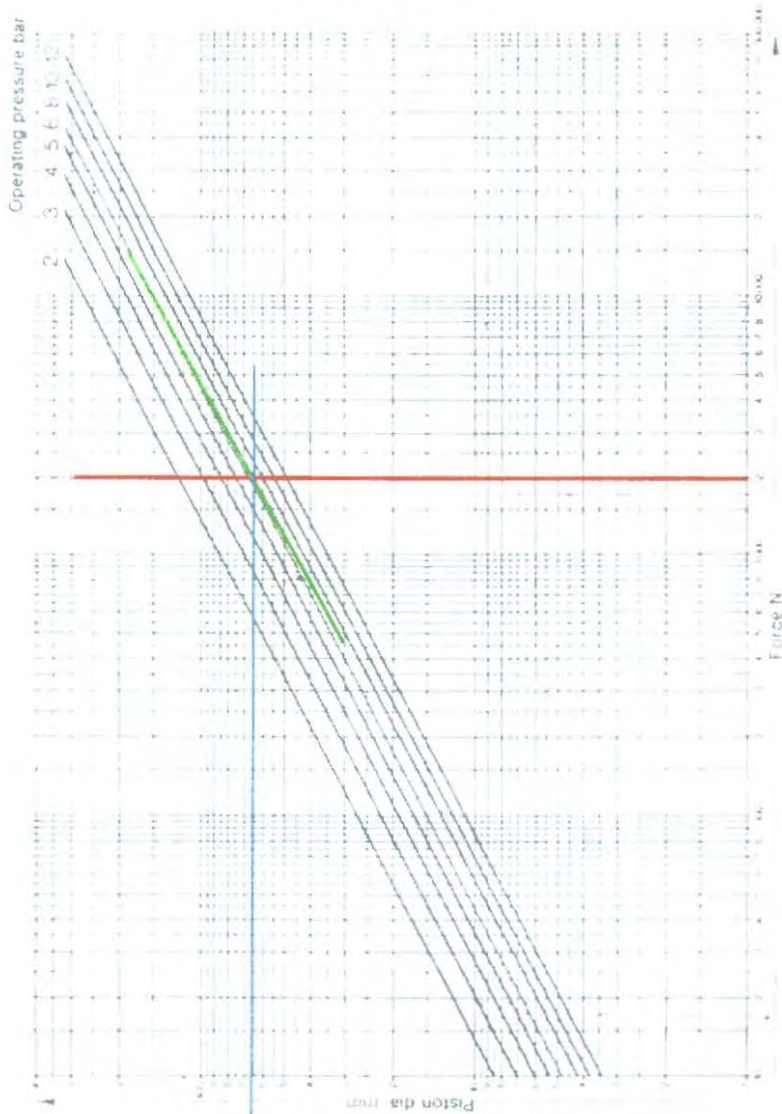
Rancang Bangun Mekanisme Pesawat Pengangkat Pneumatik untuk Rescue Operation Dengan Menggunakan Sepeda ini merupakan awalan, sehingga perlu dikembangkan lagi dalam penelitian lanjutan untuk optimalisasi alat. Untuk itu, saran penulis terkait dengan pengembangan Mesin Pengangkat Pneumatik ini adalah :

- Komponen utama pada alat ini terletak pada bantalan udaranya. Untuk itu penulis menyarankan agar bantalan udara yang digunakan menggunakan bahan karet yang tebal sehingga mampu menahan beban lebih berat.
- Proses pemasangan (sistem *knock-down*) alat yang lebih mudah dan sederhana.
- Penelitian lanjutan guna pengembangan bagian transmisi daya dari kayuhan sepeda untuk memutar *air cylinder* yang lebih simpel.
- Penelitian lanjutan guna penyederhanaan alat agar mudah dibawa kemana-mana (fleksible), sehingga sepeda dan alat pneumatik dapat menjadi satu kesatuan alat.

DAFTAR PUSTAKA

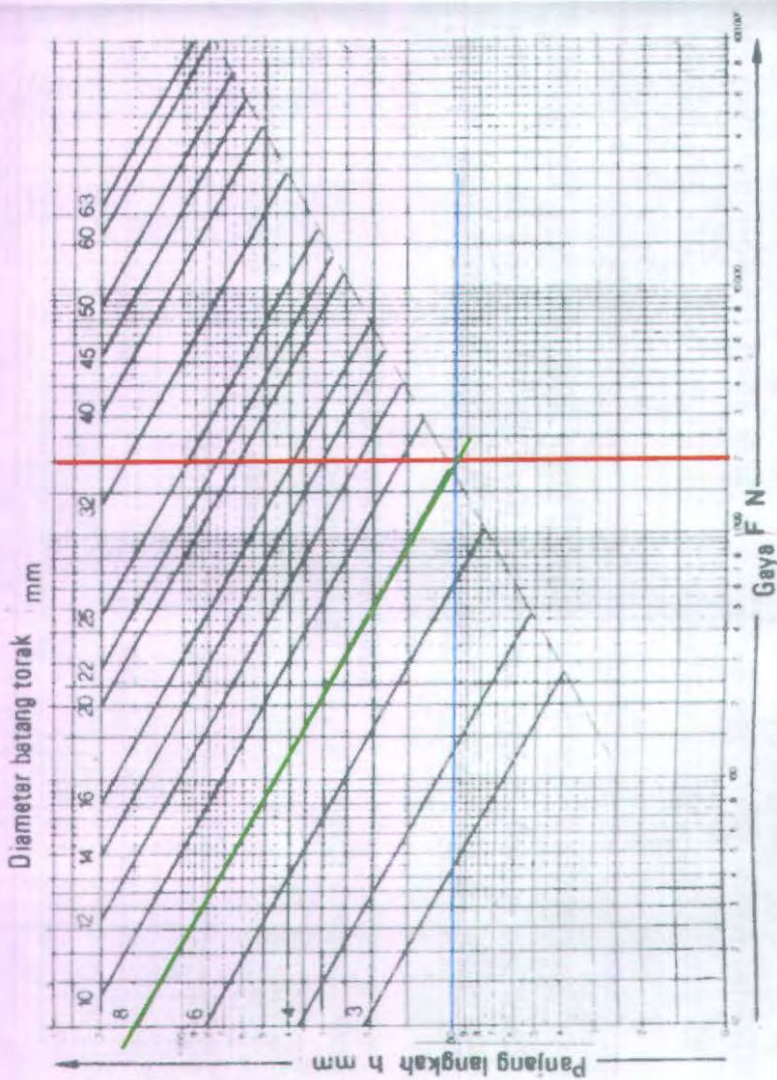
- Andersen, Blaine. 2001. **The Analysis and Design of Pneumatic Systems**. Krieger Publishing. Malabar, Florida.
- Rudenko, N.1992. **Mesin Pengangkat**. Erlangga.
- Barber, Antony. 1997. **Pneumatic Handbook**. Elsevier Advanced Technology. United Kingdom.
- Sugihartono, Drs. 1985. **Dasar – Dasar Kontrol Pnematik**. Tarsito, Bandung.
- Deutschman, Aaron D. 1975. **Machine Design, Theory and Practice**. Macmillan Publishing Co., Inc.: New York.
- Ulrich, Karl T. **Product Design and Development, Second Edition**, Irwin McGraw – Hill 2000.
- Fox, Robert W. 1994. **Introduction to Fluid Mechanics**. John Wiley & Sons, Inc. New York.

LAMPIRAN A



Grafik 1. Grafik Gaya – Diameter

LAMPIRAN B



Grafik 2. Grafik Gaya tekuk

PERHITUNGAN PERENCANAAN KOMPRESOR

Perencanaan Air Cylinder (Parameter yg berubah : Beban)

Parameter	Nilai					
F_{teknis} (N)	2000	3000	4000	5000	6000	7000
F_{teknis} (N)	2222,22222	3333,333333	4444,444444	5555,555556	6666,66667	7777,777778
P (Pa)	100000	100000	100000	100000	100000	100000
A (m ²)	0,02222	0,03333	0,04444	0,05556	0,06667	0,07778
D (mm)	168,25149	206,06515	237,94354	266,02896	291,42013	314,76971
Masing2 Diamt.	84,12574419	103,0325737	118,9717684	133,0144807	145,710063	157,3848561

Parameter	Nilai					
F_{teknis} (N)	2000	3000	4000	5000	6000	7000
F_{teknis} (N)	2222,22222	3333,333333	4444,444444	5555,555556	6666,66667	7777,777778
P (Pa)	200000	200000	200000	200000	200000	200000
A (m ²)	0,01111	0,01667	0,02222	0,02778	0,03333	0,03889
D (mm)	118,97177	145,71006	168,25149	188,11089	206,06515	222,57580
Masing2 Diamt.	59,48588419	72,85503158	84,12574419	94,05644133	103,032574	111,287899

Parameter	Nilai					
F_{teknis} (N)	2000	3000	4000	5000	6000	7000
F_{teknis} (N)	2222,22222	3333,333333	4444,444444	5555,555556	6666,66667	7777,777778
P (Pa)	300000	300000	300000	300000	300000	300000
A (m ²)	0,00741	0,01111	0,01481	0,01852	0,02222	0,02593
D (mm)	97,14004	118,97177	137,37676	153,59189	168,25149	181,73238
Masing2 Diamt.	48,57002105	59,48588419	68,6883825	76,79594626	84,1257442	90,86618902

Parameter	Nilai					
F_{teknis} (N)	2000	3000	4000	5000	6000	7000
F_{teknis} (N)	2222,22222	3333,333333	4444,444444	5555,555556	6666,66667	7777,777778
P (Pa)	400000	400000	400000	400000	400000	400000
A (m ²)	0,00556	0,00833	0,01111	0,01389	0,01667	0,01944
D (mm)	84,12574	103,03257	118,97177	133,01448	145,71006	157,38486
Masing2 Diamt.	42,06287209	51,51628687	59,48588419	66,50724037	72,8550316	78,69242804

Parameter	Nilai					
F_{teknis} (N)	2000	3000	4000	5000	6000	7000
F_{teknis} (N)	2222,22222	3333,333333	4444,444444	5555,555556	6666,66667	7777,777778
P (Pa)	500000	500000	500000	500000	500000	500000
A (m ²)	0,00444	0,00667	0,00889	0,01111	0,01333	0,01556
D (mm)	75,24435	92,15514	106,41158	118,97177	130,32704	140,76929
Masing2 Diamt.	37,62217653	46,07756776	53,2057923	59,48588419	65,1635212	70,38464736

Parameter	Nilai					
F_{teknis} (N)	2000	3000	4000	5000	6000	7000
F_{teknis} (N)	2222,22222	3333,333333	4444,444444	5555,555556	6666,66667	7777,777778
P (Pa)	600000	600000	600000	600000	600000	600000
A (m ²)	0,00370	0,00556	0,00741	0,00926	0,01111	0,01296
D (mm)	68,68838	84,12574	97,14004	108,60587	118,97177	128,50420
Masing2 Diamt.	34,34419126	42,06287209	48,57002105	54,30293437	59,4858842	64,25209844

Perencanaan Air Cylinder (Parameter yg berubah : Pressure)

Parameter	Nilai					
F _{tektur} (N)	2000	2000	2000	2000	2000	2000
F _{teoris} (N)	2222,22222	2222,222222	2222,222222	2222,222222	2222,222222	2222,222222
P (Pa)	100000	200000	300000	400000	500000	600000
A (m ²)	0,02222	0,01111	0,00741	0,00556	0,00444	0,00370
D (mm)	168,25149	118,97177	97,14004	84,12574	75,24435	68,68838
Masing2 Diamt.	84,12574419	59,48588419	48,57002105	42,06287209	37,62217653	34,34419125

Parameter	Nilai					
F _{tektur} (N)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
F _{teoris} (N)	3333,33333	3333,333333	3333,333333	3333,333333	3333,333333	3333,333333
P (Pa)	100000	200000	300000	400000	500000	600000
A (m ²)	0,03333	0,01667	0,01111	0,00833	0,00667	0,00556
D (mm)	206,06515	145,71006	118,97177	103,03257	92,15514	84,12574
Masing2 Diamt.	103,0325737	72,85503158	59,48588419	51,51628687	46,07756776	42,06287209

Parameter	Nilai					
F _{tektur} (N)	4000	4000	4000	4000	4000	4000
F _{teoris} (N)	4444,44444	4444,444444	4444,444444	4444,444444	4444,444444	4444,444444
P (Pa)	100000	200000	300000	400000	500000	600000
A (m ²)	0,04444	0,02222	0,01481	0,01111	0,00889	0,00741
D (mm)	237,94354	168,25149	137,37676	118,97177	106,41158	97,14004
Masing2 Diamt.	118,9717684	84,12574419	68,6883825	59,48588419	53,2057923	48,57002105

Parameter	Nilai					
F _{tektur} (N)	5000	5000	5000	5000	5000	5000
F _{teoris} (N)	5555,55556	5555,555556	5555,555556	5555,555556	5555,555556	5555,555556
P (Pa)	100000	200000	300000	400000	500000	600000
A (m ²)	0,05556	0,02778	0,01852	0,01389	0,01111	0,00926
D (mm)	266,02896	188,11088	153,59189	133,01448	118,97177	108,60587
Masing2 Diamt.	133,0144807	94,05544133	76,79594626	66,50724037	59,48588419	54,30293437

Parameter	Nilai					
F _{tektur} (N)	6000	6000	6000	6000	6000	6000
F _{teoris} (N)	6666,66667	6666,666667	6666,666667	6666,666667	6666,666667	6666,666667
P (Pa)	100000	200000	300000	400000	500000	600000
A (m ²)	0,06667	0,03333	0,02222	0,01667	0,01333	0,01111
D (mm)	291,42013	206,06515	168,25149	145,71006	130,32704	118,97177
Masing2 Diamt.	145,7100632	103,0325737	84,12574419	72,85503158	65,16352125	59,48588419

Parameter	Nilai					
F _{tektur} (N)	7000	7000	7000	7000	7000	7000
F _{teoris} (N)	7777,77778	7777,777778	7777,777778	7777,777778	7777,777778	7777,777778
P (Pa)	100000	200000	300000	400000	500000	600000
A (m ²)	0,07778	0,03889	0,02593	0,01944	0,01556	0,01296
D (mm)	314,76971	222,57580	181,73238	157,38486	140,76929	128,50420
Masing2 Diamt.	157,3848561	111,287899	90,86618902	78,69242804	70,38464736	64,25209844

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	13	n2	313,8462
Nt3	17	n3 = n2	313,8462
Nt4	16	n4	333,4615
Nt5	32	n4 = n5	333,4615
Nt6	16	n6	666,9231

Gigi 1
Gigi 3

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	15	n2	272
Nt3	20	n3 = n2	272
Nt4	16	n4	340
Nt5	32	n4 = n5	340
Nt6	16	n6	680

Gigi 2
Gigi 4

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	13	n2	313,8462
Nt3	20	n3 = n2	313,8462
Nt4	16	n4	392,3077
Nt5	32	n4 = n5	392,3077
Nt6	16	n6	784,6154

Gigi 1
Gigi 4

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	15	n2	272
Nt3	23	n3 = n2	272
Nt4	16	n4	391
Nt5	32	n4 = n5	391
Nt6	16	n6	782

Gigi 2
Gigi 5

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	13	n2	313,8462
Nt3	23	n3 = n2	313,8462
Nt4	16	n4	451,1538
Nt5	32	n4 = n5	451,1538
Nt6	16	n6	902,3077

Gigi 1
Gigi 5

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	15	n2	272
Nt3	26	n3 = n2	272
Nt4	16	n4	442
Nt5	32	n4 = n5	442
Nt6	16	n6	884

Gigi 2
Gigi 6

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	13	n2	313,8462
Nt3	26	n3 = n2	313,8462
Nt4	16	n4	510
Nt5	32	n4 = n5	510
Nt6	16	n6	1020

Gigi 1
Gigi 6

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	15	n2	272
Nt3	30	n3 = n2	272
Nt4	16	n4	510
Nt5	32	n4 = n5	510
Nt6	16	n6	1020

Gigi 2
Gigi 7

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	13	n2	313,8462
Nt3	30	n3 = n2	313,8462
Nt4	16	n4	588,4615
Nt5	32	n4 = n5	588,4615
Nt6	16	n6	1176,923

Gigi 1
Gigi 7

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	17	n2	240
Nt3	23	n3 = n2	240
Nt4	16	n4	345
Nt5	32	n4 = n5	345
Nt6	16	n6	690

Gigi 3
Gigi 5

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	17	n2	240
Nt3	26	n3 = n2	240
Nt4	16	n4	390
Nt5	32	n4 = n5	390
Nt6	16	n6	780

Gigi 3
Gigi 6

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	17	n2	240
Nt3	30	n3 = n2	240
Nt4	16	n4	450
Nt5	32	n4 = n5	450
Nt6	16	n6	900

Gigi 3
Gigi 7

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	20	n2	204
Nt3	26	n3 = n2	204
Nt4	16	n4	331,5
Nt5	32	n4 = n5	331,5
Nt6	16	n6	663

Gigi 4
Gigi 6

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	20	n2	204
Nt3	30	n3 = n2	204
Nt4	16	n4	382,5
Nt5	32	n4 = n5	382,5
Nt6	16	n6	765

Gigi 4
Gigi 7

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	48	n1	85
Nt2	26	n2	156,9231
Nt3	30	n3 = n2	156,9231
Nt4	16	n4	294,2308
Nt5	32	n4 = n5	294,2308
Nt6	16	n6	588,4615

Gigi 5
Gigi 7



Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	13	n2 248,4615	Gigi 1
Nt3	17	n3 = n2 248,4615	Gigi 3
Nt4	16	n4 263,9904	
Nt5	32	n4 = n5 263,9904	
Nt6	16	n6 527,9808	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	13	n2 248,4615	Gigi 1
Nt3	20	n3 = n2 248,4615	Gigi 4
Nt4	16	n4 310,5769	
Nt5	32	n4 = n5 310,5769	
Nt6	16	n6 621,1538	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	13	n2 248,4615	Gigi 1
Nt3	23	n3 = n2 248,4615	Gigi 5
Nt4	16	n4 357,1635	
Nt5	32	n4 = n5 357,1635	
Nt6	16	n6 714,3269	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	13	n2 248,4615	Gigi 1
Nt3	26	n3 = n2 248,4615	Gigi 6
Nt4	16	n4 403,75	
Nt5	32	n4 = n5 403,75	
Nt6	16	n6 807,5	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	13	n2 248,4615	Gigi 1
Nt3	30	n3 = n2 248,4615	Gigi 7
Nt4	16	n4 465,8654	
Nt5	32	n4 = n5 465,8654	
Nt6	16	n6 931,7308	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	15	n2 215,3333	Gigi 2
Nt3	20	n3 = n2 215,3333	Gigi 4
Nt4	16	n4 269,1667	
Nt5	32	n4 = n5 269,1667	
Nt6	16	n6 538,3333	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	15	n2 215,3333	Gigi 2
Nt3	23	n3 = n2 215,3333	Gigi 5
Nt4	16	n4 309,5417	
Nt5	32	n4 = n5 309,5417	
Nt6	16	n6 619,0833	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	15	n2 215,3333	Gigi 2
Nt3	26	n3 = n2 215,3333	Gigi 6
Nt4	16	n4 349,9167	
Nt5	32	n4 = n5 349,9167	
Nt6	16	n6 699,8333	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	15	n2 215,3333	Gigi 2
Nt3	30	n3 = n2 215,3333	Gigi 7
Nt4	16	n4 403,75	
Nt5	32	n4 = n5 403,75	
Nt6	16	n6 807,5	

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1 85	
Nt2	17	n2 190	Gigi 3
Nt3	23	n3 = n2 190	Gigi 5
Nt4	16	n4 273,125	
Nt5	32	n4 = n5 273,125	
Nt6	16	n6 546,25	



Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1	85
Nt2	17	n2	190
Nt3	26	n3 = n2	190
Nt4	16	n4	308,75
Nt5	32	n4 = n5	308,75
Nt6	16	n6	617,5

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1	85
Nt2	17	n2	190
Nt3	30	n3 = n2	190
Nt4	16	n4	356,25
Nt5	32	n4 = n5	356,25
Nt6	16	n6	712,5

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1	85
Nt2	20	n2	161,5
Nt3	26	n3 = n2	161,5
Nt4	16	n4	262,4375
Nt5	32	n4 = n5	262,4375
Nt6	16	n6	524,875

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1	85
Nt2	20	n2	161,5
Nt3	30	n3 = n2	161,5
Nt4	16	n4	302,8125
Nt5	32	n4 = n5	302,8125
Nt6	16	n6	605,625

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	38	n1	85
Nt2	26	n2	124,2308
Nt3	30	n3 = n2	124,2308
Nt4	16	n4	232,9327
Nt5	32	n4 = n5	232,9327
Nt6	16	n6	465,8654

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	13	n2	183,0769 Gigi 1
Nt3	17	n3 = n2	183,0769 Gigi 3
Nt4	16	n4	194,5192
Nt5	32	n4 = n5	194,5192
Nt6	16	n6	389,0385

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	15	n2	158,6667 Gigi 2
Nt3	20	n3 = n2	158,6667 Gigi 4
Nt4	16	n4	198,3333
Nt5	32	n4 = n5	198,3333
Nt6	16	n6	396,6667

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	13	n2	183,0769 Gigi 1
Nt3	20	n3 = n2	183,0769 Gigi 4
Nt4	16	n4	228,8462
Nt5	32	n4 = n5	228,8462
Nt6	16	n6	457,6923

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	15	n2	158,6667 Gigi 2
Nt3	23	n3 = n2	158,6667 Gigi 5
Nt4	16	n4	228,0833
Nt5	32	n4 = n5	228,0833
Nt6	16	n6	456,1667

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	13	n2	183,0769 Gigi 1
Nt3	23	n3 = n2	183,0769 Gigi 5
Nt4	16	n4	263,1731
Nt5	32	n4 = n5	263,1731
Nt6	16	n6	526,3462

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	15	n2	158,6667 Gigi 2
Nt3	26	n3 = n2	158,6667 Gigi 6
Nt4	16	n4	257,8333
Nt5	32	n4 = n5	257,8333
Nt6	16	n6	515,6667

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	13	n2	183,0769 Gigi 1
Nt3	26	n3 = n2	183,0769 Gigi 6
Nt4	16	n4	297,5
Nt5	32	n4 = n5	297,5
Nt6	16	n6	595

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	15	n2	158,6667 Gigi 2
Nt3	30	n3 = n2	158,6667 Gigi 7
Nt4	16	n4	297,5
Nt5	32	n4 = n5	297,5
Nt6	16	n6	595

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	13	n2	183,0769 Gigi 1
Nt3	30	n3 = n2	183,0769 Gigi 7
Nt4	16	n4	343,2692
Nt5	32	n4 = n5	343,2692
Nt6	16	n6	686,5385

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	17	n2	140 Gigi 3
Nt3	23	n3 = n2	140 Gigi 5
Nt4	16	n4	201,25
Nt5	32	n4 = n5	201,25
Nt6	16	n6	402,5



Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	17	n2	140
Nt3	26	n3 = n2	140
Nt4	16	n4	227,5
Nt5	32	n4 = n5	227,5
Nt6	16	n6	455

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	17	n2	140
Nt3	30	n3 = n2	140
Nt4	16	n4	262,5
Nt5	32	n4 = n5	262,5
Nt6	16	n6	525

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	20	n2	119
Nt3	26	n3 = n2	119
Nt4	16	n4	193,375
Nt5	32	n4 = n5	193,375
Nt6	16	n6	386,75

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	20	n2	119
Nt3	30	n3 = n2	119
Nt4	16	n4	223,125
Nt5	32	n4 = n5	223,125
Nt6	16	n6	446,25

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)

	Jumlah Gigi	RPM	
Nt1	28	n1	85
Nt2	26	n2	91,53846
Nt3	30	n3 = n2	91,53846
Nt4	16	n4	171,6346
Nt5	32	n4 = n5	171,6346
Nt6	16	n6	343,2692

Perbandingan RPM (input : 85 rpm)				
Jumlah Gigi		RPM		
N11	28	n1	85	
N12	28	n2	119,00	Gigi 4
N13	28	n3 = n2	119,00	Gigi 6
N14	16	n4	193,38	
N15	32	n4 = n5	193,38	
N16	16	n6	386,75	

Perbandingan Sprocket Untuk Mencari Gaya F2 = F3					
No	Sprocket Depan (Jml Gigi)	Jari - jari Sprocket depan (m)	GAYA (N)		
			Input (F1 = 200 N, r = 0,18 m)		
1	48	0,09	400	F2 = F3	Gear 1
2	38	0,075	480	F2 = F3	Gear 2
3	28	0,05	720	F2 = F3	Gear 3

Perbandingan Sprocket Untuk Mencari Gaya F4 = F5					
No	Sprocket Belakang (Jml Gigi)	Jan - jari Sprocket belakang (m)	GAYA (N)		
			Input (F2 = F3 = 720 N, r = 0,0035 m)		
1	13	0,02	1260	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 1
2	15	0,025	1008	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 2
3	17	0,03	840	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 3
4	20	0,035	630	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 4
5	23	0,04	630	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 5
6	26	0,045	560	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 6
7	30	0,05	504	F4 = F5	Gear 4 vs Gear 7

Perbandingan Sprocket Untuk Mencari Gaya F6 = F7					
No	Sprocket Belakang (Jml Gigi)	Jan - jari Sprocket belakang (m)	GAYA (N)		
			Input (F4 = F5 = 560 N, r = 0,035 m)		
1	13	0,02	980	F6 = F7	Sprocket 6 vs 1
2	15	0,025	784	F6 = F7	Sprocket 6 vs 2
3	17	0,03	653	F6 = F7	Sprocket 6 vs 3
4	20	0,035	560	F6 = F7	Sprocket 6 vs 4
5	23	0,04	490	F6 = F7	Sprocket 6 vs 5
6	26	0,045	436	F6 = F7	Sprocket 6 vs 6
7	30	0,05	392	F6 = F7	Sprocket 6 vs 7
8	16	0,035	560	F6 = F7	Sprocket 6 vs 8
9	32	0,0675	280	F6 = F7	Sprocket 6 vs 9

Perbandingan Sprocket Untuk Mencari Gaya F8					
No	Variasi jari2 Sprocket belakang (m)	GAYA			
		Input (F6 = F7 = 290 N, r = 0,035 m)			
1	0,02	508	F8	disk	
2	0,025	406	F8	disk	
3	0,03	338	F8	disk	
4	0,035	290	F8	disk	
5	0,04	254	F8	disk	
6	0,045	226	F8	disk	
7	0,05	203	F8	disk	

TENTANG PENULIS



Deny Ghofar Fanani – lahir 10 Desember 1985 di Kota Pahlawan Surabaya adalah anak kedua dari pasangan Achmad dan Dewi Maisyaroh. Mulai mengenyam pendidikan di SDN Pacarkeling V Surabaya (1992-1998), SLTPN 1 Surabaya (1998-2001), SMUN 9 Surabaya (2001-2004), dan kemudian melanjutkan ke Perguruan Tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2004 dan mengambil jurusan yang diimpikan

sejak kecil, yaitu jurusan Teknik Mesin-FTI ITS dengan NRP 2104100066. Di jurusan Teknik Mesin penulis memilih Bidang Studi Desain. Penulis memiliki hobi futsal dan jogging. Semasa kuliah, Penulis dikenal aktif dalam kegiatan kemahasiswaan seperti Lembaga Bengkel Mahasiswa Mesin (LBMM), serta terjun aktif dalam event-event yang diselenggarakan Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) dan LBMM. Penulis juga aktif sebagai grader laboratorium dan tutor AutoCad. Keinginan untuk mengamalkan ilmu yang didapat selama kuliah, mendorong penulis untuk mengambil topik tugas akhir “Rancang Bangun Mekanisme Pesawat Pengangkat Pnematik Untuk Rescue Operation Dengan Menggunakan Sepeda” yang telah diselesaikan pada tanggal 6 Agustus 2009.