

## ***DESIGN AND MAKING THE PULLEY AND HOUSING GLOCK FITNESS EQUIPMENT LAT PULL DOWN TO BE SAFE FOR USERS***

Andi Diantoro, Antono Adhi, S. Adi Susanto  
Fakultas Teknik Industri Unisbank Semarang

### **Abstract.**

*Pulley is a wheel that rotates on its axis. Pulley used with a chain or rope to lift heavy objects. Pulley can change the direction of the force used to pull or lift objects. Security is very important in penggunaannya pulley for lifting loads such as fitness equipment.*

*Pulley on fitness equipment designed to avoid the release of the string and the beat of the breakdown of the string. Pulley house is designed to protect the string that can not be separated from the pulley. Housing glock is designed to withstand the buffeting that occurs when a string broke due to the weight*

*Keywords: Safety Pulley, Pulley House, Housing Glock.*

### **I. PENDAHULUAN**

*Pulley* berasal dari bahasa Yunani yaitu *quattuor*. *Pulley* adalah suatu roda dengan bagian berongga di sepanjang sisinya untuk tempat tali atau kabel. *Pulley* biasanya digunakan dalam suatu rangkaian yang dirancang untuk mengurangi jumlah gaya yang dibutuhkan untuk mengangkat suatu beban. Walaupun demikian, jumlah usaha yang dilakukan untuk membuat beban tersebut mencapai tinggi yang sama adalah sama dengan yang diperlukan tanpa menggunakan *pulley*. Besarnya gaya memang dikurangi, tapi gaya tersebut harus bekerja atas jarak yang lebih jauh. Usaha yang diperlukan untuk mengangkat suatu beban secara kasar sama dengan berat beban dibagi jumlah roda. Semakin banyak roda yang ada, sistem semakin tidak efisien karena akan timbul lebih banyak gesekan antara tali dan roda. *Pulley* adalah salah satu dari enam jenis pesawat sederhana.

*Pulley* adalah suatu roda yang berputar pada porosnya. *Pulley* biasanya digunakan bersama-sama dengan rantai dan tali. Benda-benda yang berat biasanya dapat diangkat menggunakan *pulley*. *Pulley* dapat merubah arah gaya yang digunakan untuk menarik atau mengangkat benda.

Secara umum keamanan *safety* adalah status seseorang dalam keadaan aman, kondisi yang terlindungi secara fisik, sosial, spiritual, finansial, politik, emosi, pekerjaan, psikologis atau berbagai akibat dari sebuah kegagalan, kerusakan, kecelakaan, atau berbagai keadaan yang tidak diinginkan. Keamanan tidak hanya mencegah rasa sakit dan cedera tetapi juga membuat individu merasa aman dalam aktifitasnya. Keamanan dapat mengurangi stres dan meningkatkan kesehatan umum.

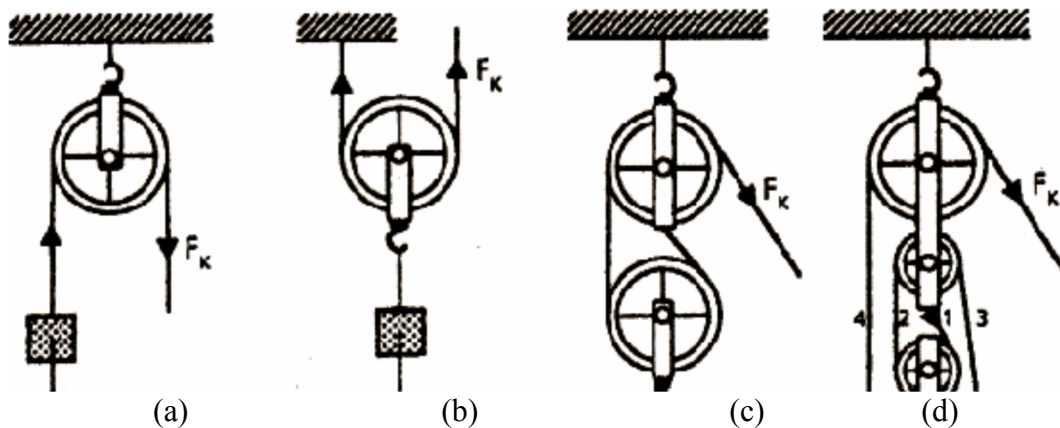
### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

Menurut (Ulrich, 2000) Produk adalah sebuah *artefak* sesuatu yang merupakan kreativitas budi-daya manusia *man-made object* yang dapat dilihat, didengar, dirasakan serta diwujudkan untuk memenuhi kebutuhan fungsional tertentu yang dihasilkan melalui sebuah proses panjang. Produk ini bisa berupa benda fisik maupun non fisik atau jasa, bisa dalam bentuk yang kompleks seperti mesin maupun fasilitas kerja yang lain, dan bisa

pula merupakan barang-barang konsumtif sederhana untuk keperluan sehari-hari. Untuk bisa menghasilkan produk khususnya produk industri yang memiliki nilai komersial tinggi, maka diperlukan serangkaian kegiatan berupa perencanaan, perancangan dan pengembangan produk yaitu mulai dari tahap menggali ide atau gagasan tentang fungsi-fungsi yang dibutuhkan; dilanjutkan dengan tahapan pengembangan konsep, perancangan sistem dan detail, pembuatan prototipe, evaluasi dan pengujian baik uji kelayakan teknis maupun kelayakan komersial, dan berakhir dengan tahap pendistribusiannya

*Pulley* merupakan salah satu bentuk dari pesawat sederhana yang berfungsi untuk memudahkan pemindahan benda. Prinsip kerja dari pesawat sederhana adalah melipatgandakan gaya atau mengubah arah gaya. Benda atau beban yang berat dapat dipindahkan dengan memberikan sedikit gaya saja. Bilangan yang menyatakan pelipatgandaan hasil dari suatu pesawat sederhana terhadap gaya atau jarak perpindahan disebut keuntungan mekanis.

Dalam pemakaian *Pulley*, biasanya *pulley* dilengkapi dengan tali. Terdapat dua jenis *pulley* yaitu *pulley* tetap {gambar 1a} dan *pulley* bergerak {gambar 1b}. Dalam pemakaiannya kita sering menggabungkan beberapa *pulley* yang disebut dengan sistem *pulley* {gambar 1c dan 1d}.



**Gambar 1.** *Pulley* Tetap, *Pulley* Bergerak, Dan Sistem *Pulley*

Pada gambar 1 di atas, beban  $F_B$  ditahan oleh jumlah utas atau penggal tali yang menahan berat benda, sehingga gaya yang diberikan beban  $F_B$  akan direspon oleh gaya  $F_K$  bersama-sama melalui jumlah penggal tali yang terlibat dalam menahan beban tersebut. Keuntungan mekanis menggunakan sistem adalah sama dengan perbandingan antara besar gaya beban dengan gaya kuasa.

Untuk sistem *pulley* yang terdiri dari 2 buah *pulley*, maka ada dua penggal tali yang menahan gaya yang diberikan oleh beban  $F_B$  seperti terlihat pada gambar 1, sehingga satu penggal tali akan memberikan gaya kuasa sebesar setengahnya dari gaya yang diberikan beban. Dengan demikian mengangkat benda dengan menggunakan sistem dua *pulley* dapat dilakukan dengan memberikan gaya yang besarnya setengah dari gaya yang diberikan benda atau beban.

Sering kali beban yang harus kita pindahkan berat sekali. Untuk mengangkatnya kita bisa menggunakan *pulley* majemuk yang merupakan gabungan dari beberapa *pulley* diam dan *pulley* bergerak seperti pada gambar 1d. Terlihat bahwa gaya yang ditahan oleh 4 utas atau penggal tali. Masing-masing penggal tali memberikan gaya seperempat dari gaya beban.

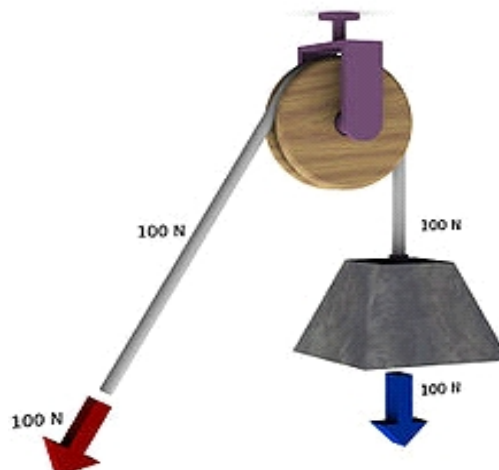
Disamping keuntungan tersebut di atas, penggunaan sistem *pulley* atau *pulley* ganda juga memiliki kelemahan. Kelemahan penggunaan *pulley* ganda dalam memindahkan beban adalah pergeseran yang harus kita lakukan menjadi sekian kali lipat dari jumlah penggal tali yang terlibat.

*Pulley* adalah suatu roda yang berputar pada porosnya. *Pulley* biasanya digunakan bersama-sama dengan rantai dan tali. Benda-benda yang berat biasanya dapat diangkat menggunakan *pulley*. *Pulley* dapat merubah arah gaya yang digunakan untuk menarik atau mengangkat benda (Haryanto, 2007).

*Pulley* dapat dibedakan menjadi 3 jenis yaitu (Haryanto, 2007):

#### 1. *Pulley* tunggal

*Pulley* yang posisinya tidak berubah. Contohnya kerekan pada sumur. Keuntungan mekanis untuk *pulley* tunggal dapat dilihat pada gambar 2

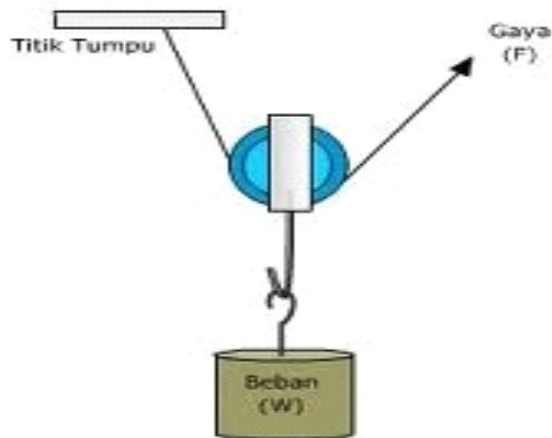


**Gambar 2.** *Pulley* tunggal

KM atau keuntungan mekanis yaitu perbandingan antara beban yang mampu dengan diangkat gaya yang dikerjakan. Pada *pulley* tunggal di atas, beban yang diangkat 100N sedangkan gaya untuk mengangkatnya hanya perlu 100N (yang berwarna merah). KM-nya sama dengan 100N(karena beban) dibagi dengan 100N(gaya tarik, warna merah), hasilnya  $KM=1$

#### 2. *Pulley* bebas

*Pulley* yang posisinya selalu berubah. Dipasang pada tali yang bergantung sehingga mudah untuk dipindahkan. Digunakan untuk memudahkan dalam mengangkat dan memindahkan beban. Keuntungan mekanis untuk *pulley* majemuk dapat dilihat pada gambar 3

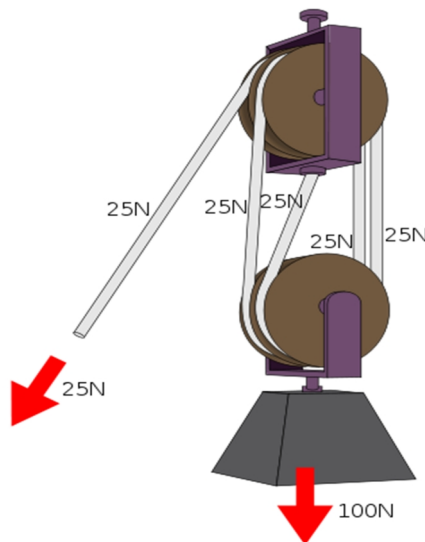


**Gambar 3.** *Pulley* bebas

KM atau keuntungan mekanis, yaitu perbandingan antara beban yang mampu dengan diangkat gaya yang dikerjakan. Pada *Pulley* bebas diatas, beban yang diangkat 100N sedangkan gaya untuk mengangkatnya hanya perlu 50N (yang berwarna merah). KM-nya sama dengan 100N(karena beban) dibagi dengan 50N(gaya tarik, warna merah), hasilnya  $KM=2$

3. *Pulley* majemuk

Perpaduan antara *pulley* tetap dan *pulley* bebas yang dihubungkan dengan tali. Keuntungan mekanis untuk pulley bebas dapat dilihat pada gambar 4



**Gambar 4.** *Pulley* majemuk

KM atau keuntungan mekanis, yaitu perbandingan antara beban yang mampu dengan diangkat gaya yang dikerjakan. Pada *pulley* majemuk diatas, beban yang diangkat 100N sedangkan gaya untuk mengangkatnya hanya perlu 25N (yang berwarna merah). KM-nya sama dengan 100N(karena beban) dibagi dengan 25N(gaya tarik, warna merah), hasilnya  $KM=4$

Dalam menghitung gaya yang bekerja pada *pulley* digunakan persamaan-persamaan sebagai berikut:

- Pulley* tetap :  $F = w$  ,  $km = 1$  ..... (1)
- Pulley* gerak :  $f = \frac{1}{2} w$  ,  $km = 2$  ..... (2)
- Pulley* ganda dengan dua *Pulley* :  $F = \frac{1}{2} w$  ,  $km = 2$  ..... (3)
- Pulley* ganda dengan tiga *Pulley* :  $F = \frac{1}{3} w$  ,  $km = 3$  ..... (4)
- Pulley* ganda dengan empat *Pulley* :  $F = \frac{1}{4} w$  ,  $km = 4$  ..... (5)

Menurut (*Craven:2000*) keamanan adalah kebutuhan dasar manusia prioritas kedua berdasarkan kebutuhan fisiologis dalam hirarki Maslow yang harus terpenuhi selama hidupnya, sebab dengan terpenuhinya rasa aman setiap individu dapat berkarya dengan optimal dalam hidupnya. Mencari lingkungan yang betul-betul aman memang sulit, maka konsekuensinya promosi keamanan berupa kesadaran dan penjagaan adalah hal yang penting. Ilmu keperawatan sebagai ilmu yang berfokus pada manusia dan kebutuhan dasarnya memiliki tanggung jawab dalam mencegah terjadinya kecelakaan dan cedera sebagaimana merawat *klien* yang telah cedera tidak hanya di lingkungan rumah sakit tapi juga di rumah, tempat kerja, dan komunitas. Perawat harus peka terhadap apa yang diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang aman bagi *Klien* sebagai individu ataupun *klien* dalam kelompok atau komunitas. Secara umum keamanan (*safety*) adalah status seseorang dalam keadaan aman, kondisi yang terlindungi secara fisik, sosial, spiritual, finansial, politik, emosi, pekerjaan, psikologis atau berbagai akibat dari sebuah kegagalan, kerusakan, kecelakaan, atau berbagai keadaan yang tidak diinginkan. Keamanan tidak hanya mencegah rasa sakit dan cedera tetapi juga membuat individu merasa aman dalam aktivitasnya. Keamanan dapat mengurangi stres dan meningkatkan kesehatan umu. Keamanan fisik (*Biologic safety*) merupakan keadaan fisik yang aman terbebas dari ancaman kecelakaan dan cedera (*injury*) baik secara *mekanis*, *thermis*, *elektris* maupun *bakteriologis*. Kebutuhan keamanan fisik merupakan kebutuhan untuk melindungi diri dari bahaya yang mengancam kesehatan fisik, yang pada pembahasan ini akan difokuskan pada *providing for safety* atau memberikan lingkungan yang aman.

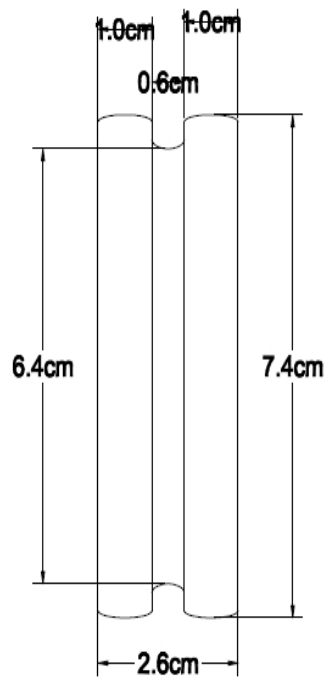
### III. Analisis Poduk

Selama ini penggunaan alat fitnes yang menggunakan *pulley* saat ini belum ada yang *safety*. *Pulley* yang ada belum bisa melindungi tali yang mengangkat beban. *String* yang terdapat pada *pulley* mudah terlepas dari *pulley* dikarenakan tidak ada pelindung *string* seperti pada *pulley* yang akan peneliti rancang, agar dapat melindungi *string* yang akan mengangkat beban dan melindungi para pengguna dari tingkat bahaya yang menghentak beban berat di saat *string* terlepas dari *pulley*.

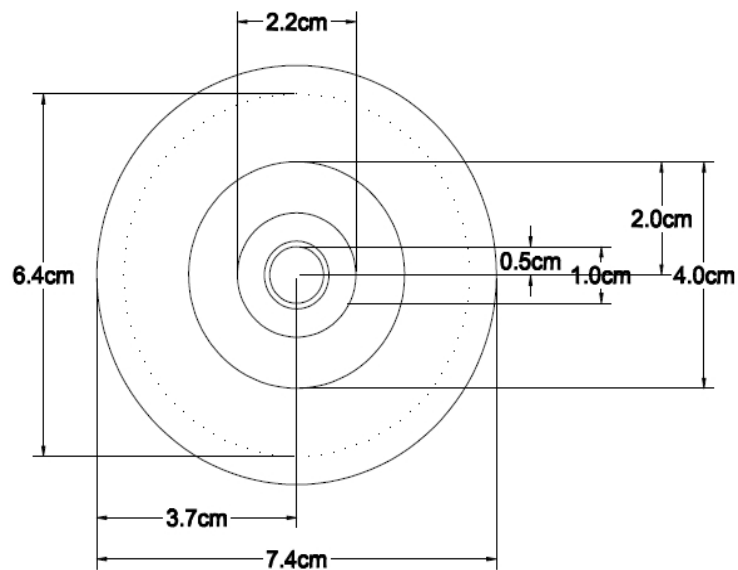
Deskripsi ini berisi uraian yang mencakup manfaat produk utama untuk konsumen. Spare part ini merupakan produk yang terdiri dari *pulley* yaitu alat yang bisa menggerakkan berat benda yang diinginkan sesuai arah dan tujuannya seperti keatas dan kebawah. Alat ini juga biasa digunakan pada saat mengangkat beban yang sangat berat seperti pada pembangunan gedung-gedung besar, ukuran alat ini juga bermacam-macam dari mulai 0,5cm sampai 50cm alat ini sangat membantu bagi manusia. Contohnya pada saat menggunakan alat ini untuk mengolah otot-otot badan, alat ini sangat membantu untuk mengangkat beban yang diinginkan sesuai kemampuan manusia tersebut, di tempat *fitnes* dan juga berguna di tempat yang lainnya.

**a. Gambar Pulley Standart**

*Pulley* yang belum dimodifikasi menjadi *safety pulley* seperti *pulley* yang telah ada, *pulley* yang digambarkan sesuai *pulley standart*, *pulley* yang tidak ada perlindungan pada *string* yang digunakan yang suatu saat dapat terlepas dari *pulley*, dan tidak dapat menahan *string* disaat putus dari beban yang di angkat, contoh *pulley standart* sesuai Gambar 5



Tampak Depan



## Tampak Samping

**Gambar 5. Pulley Standart**

Kekurangan pada *pulley* standart adalah sebagai berikut:

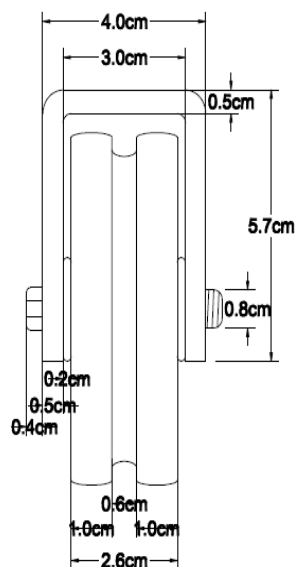
- Terlalu mudah lepas
- Tidak mempunyai pelindung pada *string*

### b. Gambar Safety Pulley

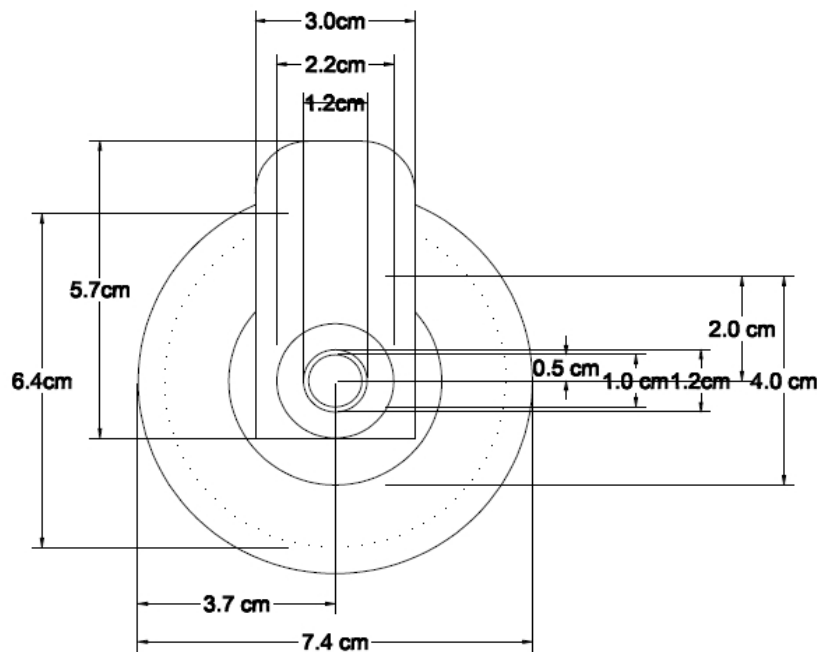
*Safety pulley* yang dapat melindungi *string* agar tidak terlepas dari *pulley*, *safety pulley* menggunakan perlindungan di bagian *pulley* yang telah digambarkan sesuai kebutuhan yang diinginkan, *safety pulley* juga dapat menahan *string* di saat putus dari beban yang diangkat dan mengunci *string* agar tidak terjadi hentakan pada saat terputus, pengunci *string* yang disebut dengan *housing glock*, contoh gambar *safety pulley* sesuai dengan Gambar 3.2

Kelebihan Dari *safety pulley* yang akan dirancang dan dibuat:

- Dapat melindungi *string* agar tidak terlepas dari *pulley*
- Mempunyai rumah *pulley* yang dapat dimanfaatkan untuk melindungi *string*
- Dapat menahan *string* di saat putus dari beban sehingga tidak terjadi hentakan



Tampak Depan



Tampak Samping

Gambar 6. *Safety pulley*

#### c. Pembuatan Simulasi Pada *Safety Pulley*

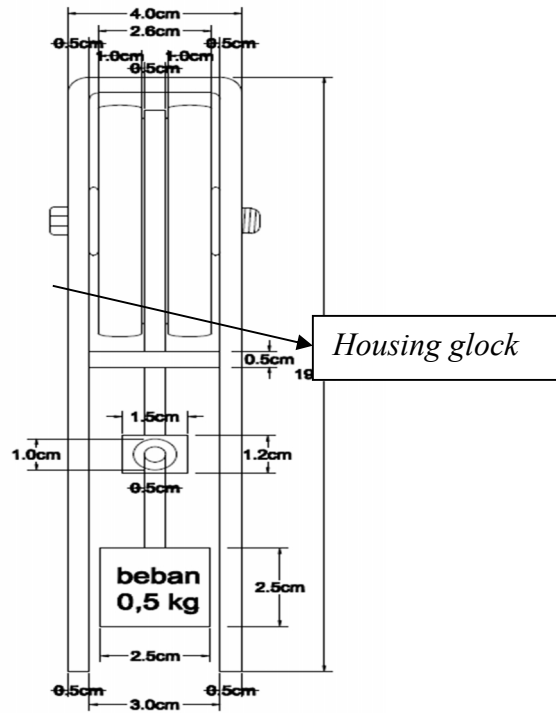
Pembuatan simulasi ini menggunakan bahan yang digunakan sesuai kebutuhan seperti *pulley* yang telah ada lalu dirubah dan didesain untuk menjadi *safety pulley* yang telah dirancang, setelah *pulley* dirubah lalu pembuatan *pulley house* agar dapat digunakan pada saat praktek, pembuatan *pulley house* menggunakan besi yang sudah dibentuk sesuai ukuran, ketebalan plat besi yang digunakan berukuran 5mm, dan ukur sesuai dengan perancangan simulasi pada *safety pulley*.

Bahan *pulley* yang digunakan pada simulasi ini yaitu menggunakan bahan nylon yang berdiameter 7,4cm dengan jari-jari 3,7cm, lebar *pulley* yaitu 3cm. Sistem keamanan yang digunakan pada *pulley house* yang telah dimodifikasi untuk dapat menahan *string* di saat putus dari beban yang diangkat agar dapat menahan hentakan yang keras, dibagian ini *string* dipasang pengunci agar dapat menahan *string* dari hentakan yang dikunci melalui *pulley house* yang disebut *housing glock*.

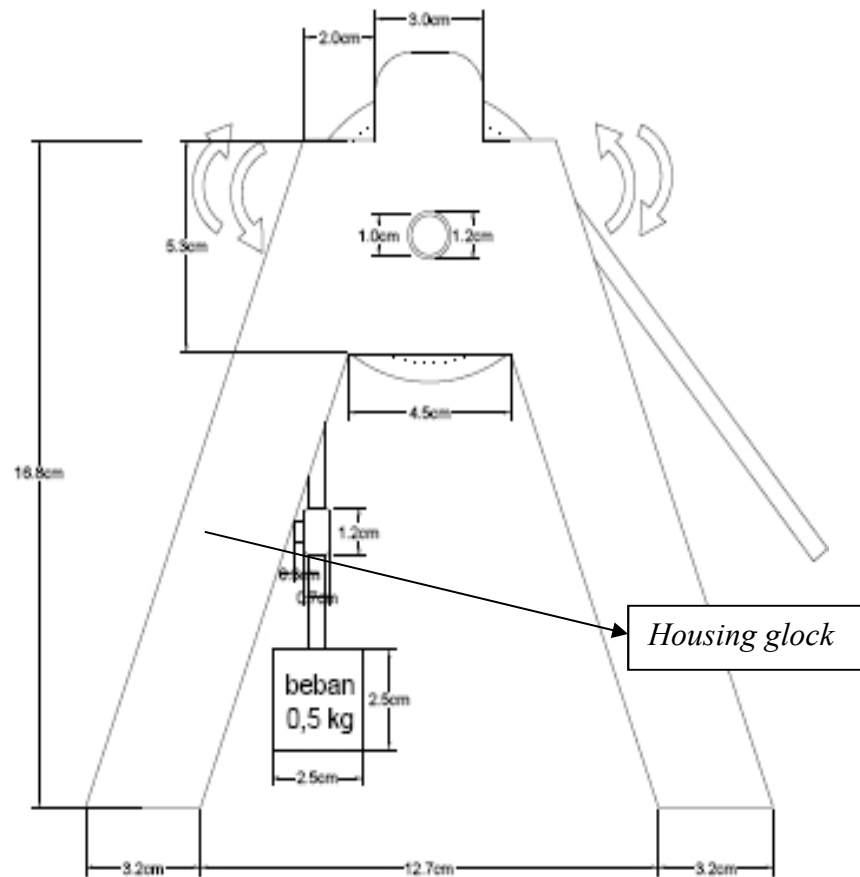
#### d. Gambar Perancangan Simulasi *Safety pulley*

Perancangan *safety pulley* yang dapat melindungi *string* agar tidak terlepas dari *pulley* yang disebut dengan *pulley house*, *pulley house* juga didesain agar dapat melindungi *string* dan dapat menahan *string* pada saat terputus dari beban agar tidak terjadi hentakan pada *string*, *string* dipasang pengunci yang disebut dengan *housing glock* yang berfungsi untuk mengunci *string* pada saat terputus dari beban, gambar simulasi *safety pulley* dan gambar *pulley house* sesuai pada Gambar 3.3





Tampak Depan



Tampak Samping

Gambar 7. Simulasi *Safety Pulley*

Produk yang akan dibahas adalah produk *safety pulley* yang berguna untuk membantu mengangkat beban yang biasa digunakan pada peralatan *fitnes*.

*Safety pulley* digunakan pada pengangkatan beban yang berfungsi untuk merangsang otot-otot badan yang bisa diukur sesuai dengan tenaga dan kapasitas tenaga kita.

Pembuatan *pulley* menggunakan bahan nylon karena material ini sangat kuat dan mampu mengangkat beban yang berat berkapasitas kurang lebih 5 kwintal.

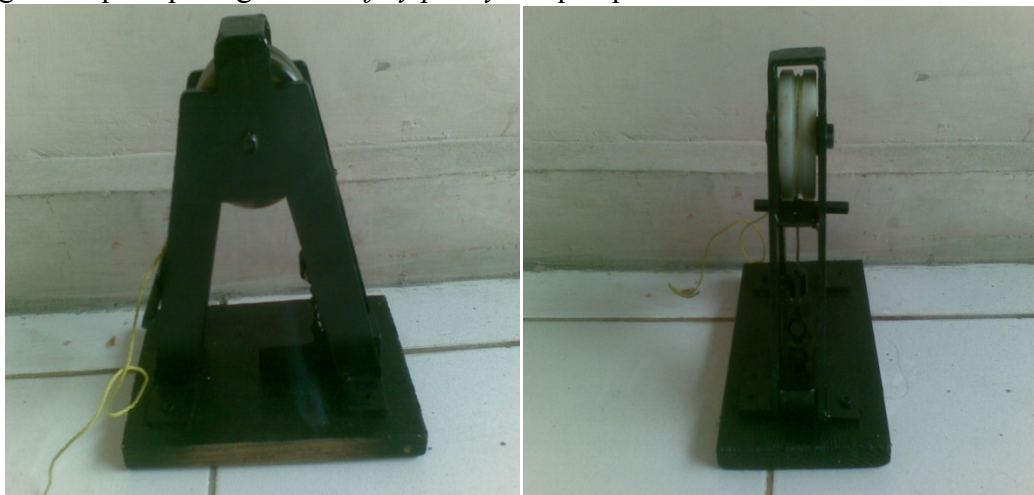
Jenis nylon yang digunakan PA 6. *Polyamide* (nylon) adalah salah satu yang paling banyak digunakan dalam aplikasi teknik plastik yang membutuhkan tingkat yang sangat tinggi ketahanan aus. Ini memiliki tingkat yang sangat baik dalam dampak kekuatan dan perlawanan kimia. Karena kinerja struktural, maka sering digunakan sebagai pengganti bahan lain, seperti kayu, baja, aluminium, dan logam. Aplikasi umum meliputi pembuatan mekanik gigi, dampak Bushings dan roda. Cast nylon adalah kelas yang lebih tinggi nylon yang memiliki bahkan lebih menonjol kekuatan struktural. Karakteristik umum:

- Tingkat tinggi ketahanan aus
- Excellent dampak dan kekuatan tarik

Proses pembuatan *safety pulley* sebagai berikut:

1. Nylon di *corter* menggunakan mesin bubut sesuai dengan ukuran *bearing* yang akan digunakan
2. Pembuatan *pulley house* menggunakan besi plat yang berukuran 5mm, plat dibor untuk memasang baut pada *pulley* agar bisa memutar seperti *pulley* yang telah ada
3. *Pulley house* dibentuk sesuai dengan desain pada bab 3 agar dapat melindungi *string* dan menahan *string* dari hentakan di saat putus dari beban
4. *String* dipasang pengunci agar bisa menahan *string* di saat putus, *string* yang sangat rawan putus pada bagian yang mendekati beban
5. Pengunci yang menggunakan besi kecil berbentuk silinder yang sudah di *drill* agar dapat dipasang *string* kemudian dipasang baut agar bisa disesuaikan sesuai yang diinginkan, pengunci tersebut dinamakan dengan *housing glock*.

*Safety pulley* yang dibuat di sini dapat melindungi *string* agar tidak lepas dari *pulley* yang digunakan dan juga dapat menahan *string* di saat terputus dari beban yang akan mengakibatkan hentakan yang sangat keras. *Safety pulley* ini dapat menahan *string* agar tidak menghentak keras dan menahan *string* dari hentakan yang membahayakan pengguna. *String* yang putus dapat tertahan di bagian *pulley house* yang telah dibuat. *String* tersebut tertahan oleh pengunci atau *housing glock* yang telah terpasang pada *string*. *Housing glock* tersebut menahan *string* tersebut yang telah putus dari beban yang diangkat. Seperti pada gambar *safety pulley* tampak pada Gambar 4.6



Gambar 8. *Safety Pulley*

Jika katrol bermassa  $m$  dan berjari-jari  $r$ , maka untuk menggerakkan beban keatas dengan kecepatan tetap, sehingga terjadi keseimbangan gaya, maka, berlaku

jumlah resultan gaya = 0

$$-W + T_1 - T_2 + F = 0;$$

jumlah torka total pada katrol = 0

$$T_2 \times r - T_1 \times r = I \times \alpha = 0$$

$$T_2 \times r - T_1 \times r = 0$$

sehingga  $T_1 = T_2$ , (karena terjadi keseimbangan benda). sehingga

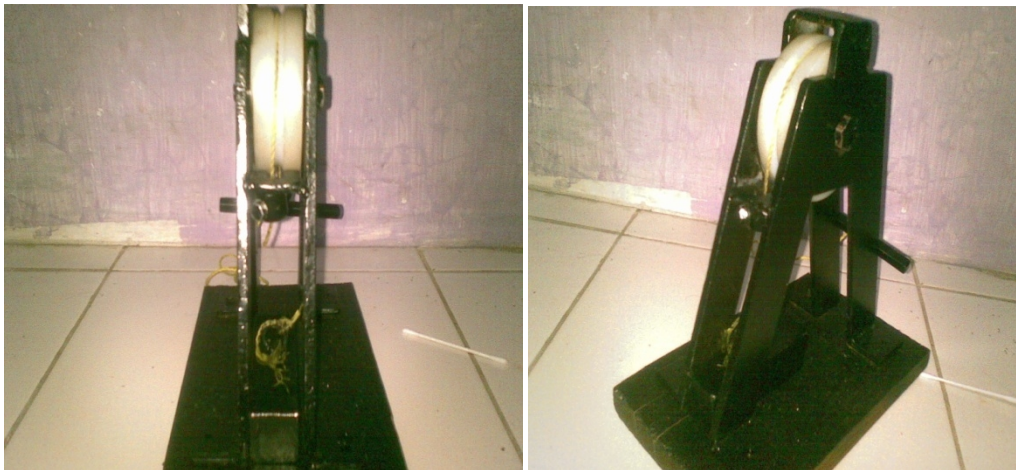
$$F = W.$$

Keuntungan mekanis adalah perbandingan antara beban yang mampu diangkat dengan gaya yang diperlukan. Dalam keadaan ini, keuntungan mekanisnya adalah:

$$KM = W/M = 1,$$

karena  $W=M$

Proses Kerja *Safety Pulley* Pada saat string tidak ada tarikan string akan tetap berada pada pulley karena string tidak dapat terlepas dari pulley house yang dapat melindungi string. Perlindungan *string* saat putus dari beban yang di sini menggunakan *housing glock* yang dapat menahan *string* putus dari beban dan tidak mengakibatkan hentakan kemudian *string* tersebut akan tertahan di *pulley house* yang telah dibuat sesuai *safety pulley*, jadi *string* tersebut tidak akan terhentak ke depan. Contoh perlindungan *string* dan penahanan *string* disaat putus dari beban seperti pada Gambar 4.7



Gambar 9. *String* Putus Dari Beban

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari analisa produk yang dibuat dapat disimpulkan dari sebagai berikut:

1. Menghasilkan *pulley* dan *housing glock* pada alat *fitnes lat pull down* yang *safety*
2. Efisiensi dan spesifikasi pada *pulley standart* dan *safety pulley* seperti pada tabel 5.1.:

<i>Pulley Standart</i>	<i>Safety Pulley</i>
Tidak mempunyai pelindung pada <i>string</i> sehingga mudah lepas saat tidak ada tarikan	Mempunyai rumah <i>pulley</i> yang dapat dimanfaatkan untuk melindungi <i>string</i> agar tidak terlepas dari saat tidak ada tarikan
Tidak menahan <i>string</i> saat <i>string</i> putus	Dapat menahan <i>string</i> di saat putus dari beban sehingga tidak terjadi hentakan

Tabel 1. Efisiensi Dan Spesifikasi

Beberapa saran yang dapat penulis berikan berhubungan dengan penyusunan tugas akhir ini yaitu :

1. Selain *pulley* digunakan pada alat *fitnes*, pada penelitian selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk hal yang lain dengan mempertimbangkan desain keamanan yang telah dibuat;

2. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan desain dan bahan yang lebih baik dilihat dari segi teknis dan nilai ekonomis;
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan desain keamanan pengguna *pulley* untuk mengangkat beban;
4. Alat *fitnes* yang menggunakan *safety pulley* terdapat pada gambar 10



**Gambar** Alat *Fitnes* Yang Menggunakan *Safety Pulley*

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryanto. 2007. *Sains Untuk Sekolah Dasar Kelas V*. Erlangga, Jakarta
- [2] Hisrich. Robeth D. And Peter, Michael P Marketing Descirions For New and Mature Products. New York : Mc Millah Publishing Co 1991
- [3] Malcolm, P.S., 2001. *Polymer Chemistry : An Introduction*, diindonesiakan oleh Lis Sopyan, cetakan pertama, PT Pradnya Paramita : Jakarta

- [4] Renomi, 2011. *Keamanan Fisik*. <http://.en.wikipedia.org/wiki/safety>, 05-07-2012, 17.46.
- [5] Rosnani Ginting. 2010. *Perancangan Produk*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [6] Rumus Katrol <http://rumusterbaru.blogspot.com/2011/06/rumus.html> dilihat 6-03-2013, 10.15
- [7] Siswanto Sutojo. 2005. <http://id.shvoong.com/business-management/marketing/1911804-definisi-produk/#ixzz22DN1hTXe> 22.23.31-07-2012
- [8] Sumberjayaindonesia.indonetwork.co.id dilihat 6-03-2013, 03.50
- [9] Susanto Azhar, Drs, M.Bus, Ak. 2004. *Sistem Informasi Manajemen Konsep dan Pengembangannya*. Lingga Jaya, Bandung..
- [10] Ulrich, Karl and Eppinger, Steven B. Product. 2000. *Desigen and Development*. Boston : Irwin McGrawHill Co.
- [11] Wignjosoebroto, Sritomo dan Dewi, Dyah Santi. 1997 *Perancangan dan Pengembangan Produk: Suatu Upaya untuk Mempertahankan Eksistensi Perusahaan*. Proceeding Seminar & Lokakarya tentang “Rancang Bangun Produk Industri” Laboratorium Sistem Produksi, Jurusan Teknik Industri ITB – Bandung.
- [12] [www.undiksha.ac.id/e-learning/staff/dsnmateri/.../2-136.pdf](http://www.undiksha.ac.id/e-learning/staff/dsnmateri/.../2-136.pdf), 17-03-2013, 22.10