

PERANCANGAN ALAT ANGKAT UNTUK ROL KAIN

Besse Titing Karmiati^{1*}, War'an Rosihan², M Fidanial³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani
Jl Terusan Jenderal Sudirman PO BOX 148, Cimahi, Indonesia

Email: titinkarmiati@gmail.com

ABSTRAK

Kata kunci:

Rol kain, Dongkrak ulir mekanis, Kecepatan angkat

Proses pengangkatan rol kain pada pabrik kain biasanya dilakukan oleh operator dengan cara manual yaitu diangkat oleh 2 orang atau menggunakan bantuan handlift. Proses pengangkatan kain tersebut dilakukan pada saat kain akan digulung ulang atau pada saat akan dicek ulang dibagian inspection. Kecelakaan kerja pada saat pengangkatan maupun peletakan rol sering terjadi dengan cara manual ini. Tangan dari operator bisa terjepit karena tidak kuat menahan beban dari rol kain dengan bobot sekitar 0,3 – 0,5 ton per rol kain, sehingga dibutuhkan suatu mekanisme alat angkat untuk mengangkat rol kain tersebut. Metode yang dilakukan yaitu mengumpulkan informasi selanjutnya dilakukan analisa untuk mekanisme alat angkat yang sesuai. Alat angkat yang digunakan adalah alat angkat dongkrak ulir yang terbuat dari plat baja, dengan menggunakan batang berulir sebagai penggerak. Beban yang mampu ditahan oleh dongkrak ulir yaitu 1- 6 ton. Mekanisme alat angkat rol kain adalah menggunakan sistem ulir daya yang berbentuk ulir yang mampu mengangkat beban maksimal hingga 0,5 ton. Jarak lebar antara alat angkat maksimal adalah 3 meter dikarenakan panjang maksimal panjang rol kain adalah 3 meter. Kecepatan angkat pada saat proses pengangkatan adalah 0,005 m/detik.

ABSTRACT

Keywords:

Fabric roller,
Mechanical thread jack,
Lifting speed

The process of lifting fabric rollers at fabric factories is usually carried out by operators manually, which is lifted by 2 people or using the help of a handlift. The fabric removal process is carried out when the fabric will be re-rolled or when it will be rechecked in the inspection section. Work accidents during lifting and laying rollers often occur in this manual way. The hand of the operator can be pinched because it is not strong enough to withstand the load of the cloth roller with a weight of about 0.3 – 0.5 tons per roll of cloth, so a lifting mechanism is needed to lift the cloth roller. The method carried out is to collect information then analysis is carried out for the appropriate lifting equipment mechanism. The lifting equipment used is a screw jack lifting device made of steel plate, using a threaded rod as a drive. The load that can be withstood by the screw jack is 1-6 tons. The mechanism of the cloth roller lifting equipment is to use a threaded power thread system capable of lifting a maximum load of up to 0.5 tons. The maximum width between lifting equipment is 3 meters because the maximum length of the fabric roller length is 3 meters. The lifting speed during the lifting process is 0.005 m/s.

PENDAHULUAN

Alat angkat yang digunakan untuk berbagai kondisi pekerjaan memiliki teknik dan konstruksi yang berbeda oleh karena tuntutan kebutuhan yang berbeda. Alat angkat yang digunakan pada suatu kondisi tidak dapat diterapkan langsung pada kondisi lainnya, karena

masing- masing alat angkat mempunyai fungsi, kebutuhan daya, konstruksi mekanik, teknik operasi, dan karakteristik sistem yang berbeda. Alat angkat telah banyak diterapkan dalam berbagai kebutuhan sehari-hari, seperti alat angkat bongkar muat di pelabuhan, alat angkat pada kapal-kapal barang, alat angkat pada mobil-mobil derek, pabrik-pabrik, dan lain-lain.

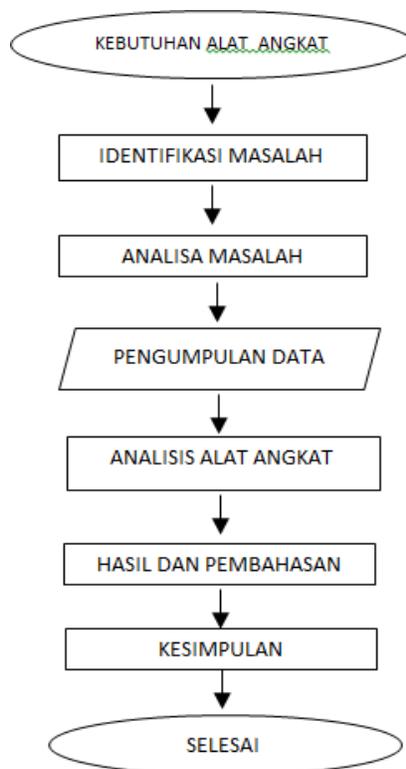
Pada saat melakukan penggulungan ulang kain atau pada saat kain akan di cek ulang dibagian inspection, kain tersebut harus diangkat. Proses pengerjaan ini dilakukan secara manual oleh manusia dengan cara diangkat oleh 2 orang atau juga diangkat menggunakan handlift, sering terjadinya kecelakaan kerja pada saat mengangkat rol, dimana peletakan rol tersebut pada dudukannya dengan tangan. Tangan dari operator bias terjepit karena tidak kuat menahan beban dari rol kain dengan bobot sekitar 0,3 – 0,5 ton per rol kain,

Penelitian mengenai alat angkat yang sudah pernah dilakukan antara lain: “Rancang Bangun Dongkrak Elektrik Kapasitas 1 ton. (Renreng, 2012). Perancangan ini bertujuan mendapatkan hasil rancangan dongkrak elektrik dalam proses servis mobil. Beberapa langkah yang dilakukan yaitu pengumpulan data berupa informasi yang akan dituangkan dalam sebuah konsep perancangan. Hasil dari perancangan ini adalah perancangan dongkrak elektrik, dengan sistem penggerak motor DC. “Analisa dongkrak ulir dengan beban 4000 kg”(Sutowo, 2017) membahas dongkrak ulir menahan beban yang akan diangkatnya melalui beberapa tahapan yaitu: Mempertimbangkan bahan dongkrak yang menerima gaya tekan, ini pada diameter utama (dc) dari baut atau poros berulir, diperoleh diameter utamanya ($dc = 2,02 \text{ cm}$). Tegangan geser akibat torsi $293,26 \text{ kg/cm}^2$. Torsinya $1263,4 \text{ kg.cm}$. “Desain Alat Angkat Berpenggerak mula. Daya Multi Input 1”(Victus Kolo Koten, 2012), yaitu merancang alat angkat berpenggerak mula daya multi input; suatu konstruksi teoritik, yang apabila terdesiminasi dan terkonversi menjadi konstruksi aktual, yang bisa membantu para pengusaha kecil dan menengah untuk mempermudah pengangkutan material. Perancangan alat angkat untuk mengangkat rol kain dengan kapasitas angkat 1000 kg pada mesin inspection (M, fidanial, 2016)’.

Dari penelitian sebelumnya perancangan alat angkat kain rol belum dilakukan pengujian, Salah satu pengujian yaitu metode simulasi dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan pada alat dengan menggunakan software sehingga penulis perlu menganalisa kembali hasil perancangan alat angkat tersebut. dengan software.

METODE

Metode yang digunakan mengacu pada metode French seperti diagram alir berikut (Harsokoesoemo D. , 2004):



Gambar 1. Diagram Alir

2.1 Identifikasi Kebutuhan

Dengan dilakukannya observasi mengenai alat angkat untuk mengangkat rol kain tersebut, maka diperoleh data keinginan dan persyaratan dari alat angkat untuk mengangkat rol kain, adalah sebagai berikut:

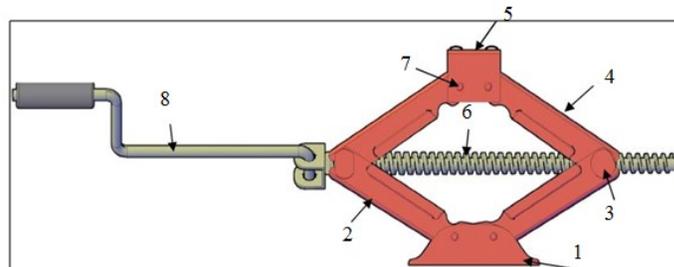
- a. Dapat mengangkat beban rol kain dengan kapasitas maksimal 0,5 ton
- b. Ketinggian angkat maksimal 1 meter dari permukaan lantai.
- c. Mudah dalam perakitan dan perawatannya.
- d. Dimensi tidak terlalu besar.
- e. Mudah dalam pemakaiannya

2.2 Analisa masalah

Dari hasil identifikasi kebutuhan diperoleh mekanisme yang bisa digunakan untuk mengangkat rol kain 0,5 ton pada proses inspeksi adalah alat angkat dongkrak ulir yaitu jenis alat angkat dari bahan baja plat, dengan kapasitas 1-6 ton menahan beban. Komponen untuk mengangkat beban yaitu batang ulir. Ketinggian dari angkat dongkrak ulir mekanis diukur dari

panjang lengan baja, saat operator menggerakkan batang ulir yang menyebabkan beban terangkat. Keuntungan dari alat angkat dongkrak ulir ini yaitu mudah dalam perawatan, tetapi tidak mampu menahan beban yang sangat berat yaitu lebih dari 6 ton.

Bagian – bagian utama dari dongkrak ulir mekanis seperti pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Komponen utama dongkrak mekanik

Keterangan 1. *Foot* (Kaki Penyangga), 2. *Lower arms* (Lengan bawah), 3. *Nuts* (Mur), 4. *Upper arms* (Lengan atas), 5. *Top bracket* (Penyangga atas), 6. *Screw* (Poros ulir), 7. *Pins* (Engsel), 8. *Crank/handle*

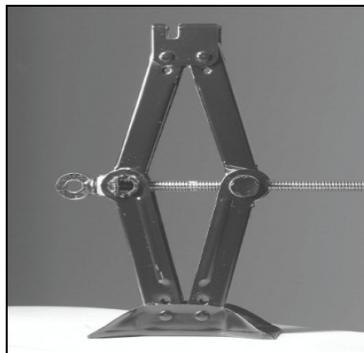
Prinsip kerja dari dongkrak ulir mekanis yaitu: Pada proses pengangkatan beban yaitu memutar Crank searah jarum jam, yang menyebabkan poros ulir yang dihubungkan dengan mur akan ikut berputar. Mur dan Ulir yang bergerak menyebabkan rangka lengan bawah dan atas saling mendekat, sehingga ketinggian dongkrak pun berubah dengan bertambah tingginya dongkrak maka beban yang diatas terangkat. Begitu pula pada saat memutar Crank berlawanan jarum jam akan menyebabkan poros ulir yg dihubungkan dengan mur akan ikut berputar. Mur dan ulir yang bergerak menyebabkan rangka lengan bawah dan atas saling menjauh, sehingga ketinggian dongkrak pun berubah, dengan rendahnya dongkrak mengakibatkan beban yang diatas menjadi turun (Aditama, 2015).

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Struktur Dongkrak

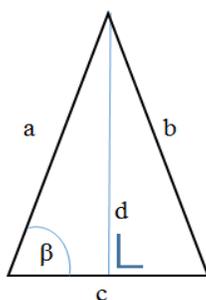
3.1.1 Posisi Maksimum Angkat

Menentukan posisi maksimum angkat dari dongkrak ulir sangat diperlukan untuk mengetahui panjang batang pada dongkrak dimana nantinya akan berpengaruh terhadap jarak angkat dan jarak awal dongkrak dan kain yang akan diangkat. Untuk menentukan posisi maksimum dari dongkrak yang digunakan, dilakukan dengan cara memutar handle dongkrak berlawanan jarum jam dimana akan mengakibatkan rangka lengan bawah dan atas saling menjauh, dan dilakukan sampai handle tidak bisa diputar lagi, yang memutar digunakan motor penggerak. Posisi ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Posisi maksimal angkat

Pada posisi tersebut dilakukan pengukuran tinggi, yaitu dari bawah sampai puncak dongkrak atau jika digambarkan dengan setengah yaitu bentuk segitiga pada simbol d . Sudut yang diperoleh dari posisi tersebut bisa diketahui (β) seperti gambar 4. Sehingga diperoleh $d = 50$ cm, dan $\beta = 75$ (sudut yang saat posisi maksimal angkat).



Gambar 4. Bentuk Aturan Segitiga

3.1.2 Panjang lengan dan lebar

Dengan menggunakan aturan segitiga dapat dihitung panjang lengan batang yaitu a, b dan jarak c dimana jika $d = 50$ cm, dan $\beta = 75^\circ$, diperoleh:

a. Panjang lengan a dan b

Panjang lengan a di hitung dengan persamaan berikut:

$$\frac{a}{\sin 90^\circ} = \frac{50}{\sin 75^\circ}$$

$$\text{maka } a = \frac{50}{\sin 75^\circ} \times \sin 90^\circ = 51,76 \text{ cm diambil } 55 \text{ cm} = 0,55 \text{ m}$$

b. Jarak c (lebar)

Jarak c merupakan jarak antara kedua mur pada saat posisi maksimal pengangkatan beban, dapat di hitung dengan menentukan sudut didepannya dahulu yaitu $180 - (75 + 90) = 15^\circ$, kemudian di hitung dengan persamaan berikut:

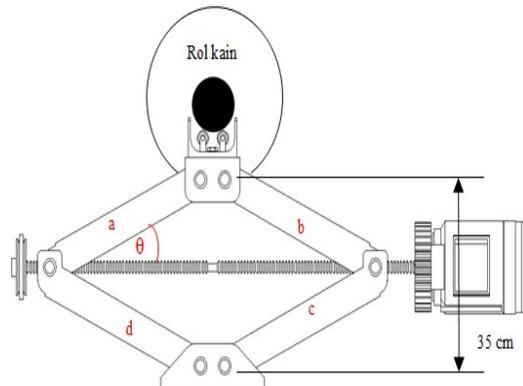
$$\frac{a}{\sin 90^\circ} = \frac{c/2}{\sin 15^\circ}$$

maka $c = \frac{56,6}{\sin(5^\circ)} \times \sin 90^\circ \times 2 = 26,79 \text{ cm}$ diambil $30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$

Dari perhitungan diperoleh untuk panjang batang $a = b = c = d$ yaitu $0,55 \text{ m}$ dan jarak $c = 0,3 \text{ m}$. sehingga bisa direncanakan panjang ulir yang akan digunakan.

3.1.3 Posisi Awal Angkat

Posisi awal angkat dongkrak pada saat diberi pembebanan yaitu berupa gulungan kain dengan massa $0,5 \text{ ton}$, posisi tersebut akan mengakibatkan perubahan sudut yaitu θ , dan perubahan tinggi menjadi $35 \text{ cm} = 0,35 \text{ m}$ seperti gambar berikut. Perubahan sudut bisa dihitung dengan aturan segitiga yaitu:



Gambar 5. Posisi awal pengangkatan pada beban

Perubahan sudut bisa dihitung dengan aturan segitiga yaitu

$$\frac{a}{\sin 90^\circ} = \frac{35}{\sin \theta} \quad \text{dimana } a = 55 \text{ cm}$$

maka $\sin \theta = \frac{35}{55} \times \sin 90^\circ = 0,31$ maka $\theta = \sin^{-1} 0,31 = 18,5^\circ$

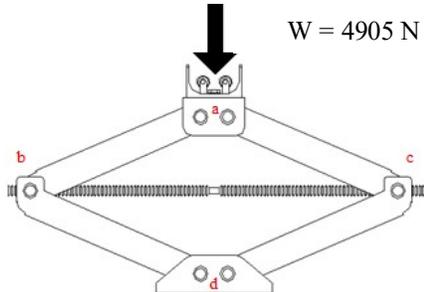
Jadi diperoleh sudut untuk pembebanan awal $18,5^\circ$. Sudut ini akan digunakan untuk menentukan daya angkat mula-mula untuk memutar ulir guna mengangkat beban kain $0,5 \text{ ton}$

Perancangan Alat Angkat Untuk Rol Kain

3.2 Pembebanan pada dongkrak.

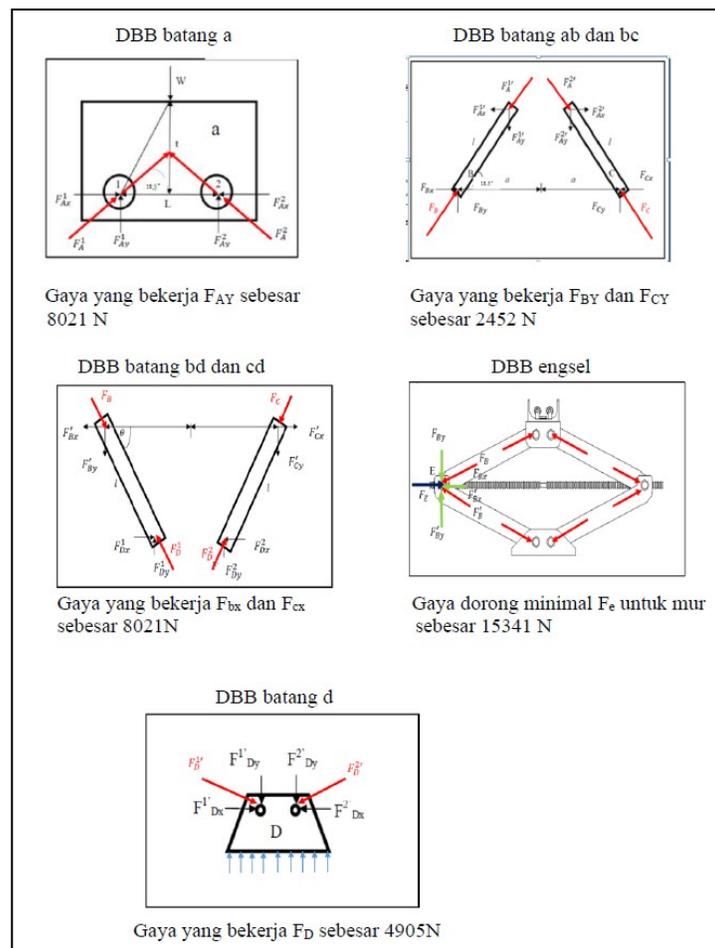
3.2.1 Gaya pada setiap Batang

Diagram benda bebas dari mekanisme dongkrak tersebut. Diketahui $m = 0,5$ ton maka $W = 500 \times 9,81 = 4905$ N



Gambar 6. Pembebanan pada dongkrak

Diagram benda bebas di setiap batang dongkrak ulir mekanis



Gambar 7. Diagram benda bebas di setiap batang dongkrak ulir mekanis

3.2.2 Kriteria Poros Ulir sekrup dan mur

Setelah mendapatkan besar gaya-gaya yang terjadi pada mekanisme dongkrak, barulah menentukan kriteria poros ulir sekrup dan mur daya yang akan dipakai, adapun spesifikasi ulir dan mur daya yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Jenis ulir bujur sangkar, berulir tunggal (n) = 1
- b. Diameter besar (d) = 25 mm = 0,025 m
- c. Jarak puncak (*pitch*)/(p) = 10 mm = 0,01 m
- d. Keadalaman/tinggi ulir (h) = $\frac{1}{2} \times p = \frac{1}{2} \times 0,01 \text{ m} = 0,005 \text{ m}$
- e. Lebar ulir = $\frac{1}{2} \times p = \frac{1}{2} \times 0,01 \text{ m} = 0,005 \text{ m}$
- f. Diameter rata-rata (d_m) = $d - (p/2) = 0,025 - (0,01/2) = 0,02 \text{ m} = 20 \text{ mm}$
- g. Diameter kecil (d_r) = $d - p = 0,025 - 0,01 = 0,015 \text{ m} = 15 \text{ mm}$
- h. Jarak maju (l) = $n.p = (1)(0,01) = 0,01 \text{ m} = 10 \text{ mm}$
- i. Koefisien gesek (μ) = di ambil 0,2 diharapkan ulir mengalami proses selflocking atau proses mengunci sendiri. Berdasarkan dari rumus di bawah ini:
 $\mu > \tan \lambda$ dimana $\tan \lambda = l / \pi.d_m = 10 / (3,14)(20) = 0,159$
 $\mu > 0,159$ maka diambil $\mu = 0,2$

3.2.3 Torsi yang diperlukan

Torsi yang diperlukan untuk memutar sekrup terhadap beban atau untuk menaikkan beban adalah sebagai berikut: (Shigley, 1984)

$$T = \frac{F_E \cdot d_m}{2} = \frac{l + \pi \cdot \mu \cdot d_m}{\pi \cdot d_m - \mu \cdot l} C$$

$$T = \frac{((5350)(0,01))}{/} D \frac{(0,01)7\pi(0,01)(0,01)}{\pi(0,01)-(0,01)(0,01)} E = 58,89 \text{ N.m} = 60 \text{ N.m}$$

Jadi torsi yang dibutuhkan untuk memutar sekrup pada saat dongkrak menaikkan beban dibutuhkan torsi minimal nya adalah 60 N.m dan pada dongkrak tersebut terdapat 4 buah mur maka torsi tersebut dikalikan dengan jumlah sekrup yang ada jadi torsi total yang diperlukan untuk memutar dongkrak tersebut pada saat mengangkat beban adalah $60 \times 4 = 240 \text{ N.m}$. Torsi yang diperlukan untuk memutar sekrup bersama dengan beban atau untuk menurunkan beban adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{((5350)(0,01))}{/} D \frac{\pi(0,01)(0,01)-(0,01)}{\pi(0,01)7 (0,01)(0,01)} E = 6,06 \text{ N.m}$$

Diambil 7 N.m. Jadi torsi yang dibutuhkan untuk memutar sekrup pada saat dongkrak menurunkan beban dibutuhkan torsi minimal nya adalah 7 N.m dan pada dongkrak tersebut

terdapat 4 buah mur maka torsi tersebut dikalikan dengan jumlah sekrup yang ada jadi torsi total yang diperlukan untuk memutar dongkrak tersebut pada saat mengangkat beban adalah $7 \times 4 = 28 \text{ N.m}$. Hasil yang diperoleh di atas maka dapat disimpulkan bahwa torsi yang dibutuhkan untuk memutar poros ulir untuk menaikkan beban pada keseluruhan ambil torsi yang besar yaitu torsi total 240 N.m

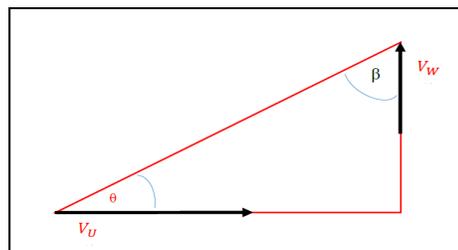
3.3 Kecepatan angkat dongkrak ulir mekanis dengan penggerak motor listrik.

Jika sistem transmisi yang dipakai untuk meneruskan daya yang dipakai adalah sepasang roda gigi lurus dan kemudian digerakkan oleh motor listrik, maka bisa dihitung daya minimal motor listrik yang akan digunakan. Tetapi sebelumnya harus menghitung torsi (T) dan juga kecepatan sudut (ω) pada motor listrik, dimana roda gigi lurus adalah sebagai transmisi penerus dayanya. Untuk ukuran diameter dan juga jumlah roda gigi ditentukan karena dengan pertimbangan tempat yang tidak terlalu besar dan juga diinginkan reduksi putaran yang dihasilkan dari putaran motor ke putaran roda gigi adalah 1: 4 dan hal ini sudah sesuai dengan standar pada katalog roda gigi yang ada.

- $T_{RG} = T_{Ulir} = 240 \text{ Nm}$. (satu poros)
- $F_{RG} = \frac{T_{RG}}{r_{RG}} = \frac{240 \text{ N.m}}{0,1 \text{ m}} = 2400 \text{ N}$
- Untuk gaya yang terjadi pada roda gigi pinion besarnya sama dengan gaya yang terjadi pada roda gigi (gear) yaitu $F_P = F_{RG} = 2400 \text{ N}$
- Maka besar torsi pada pinion
 $T_P = F_P \times r_P = 2400 \text{ N} \times 0,025 \text{ m} = 60 \text{ N.m}$

Maka besar torsi yang terjadi pada motor adalah sama dengan torsi yang terjadi pada pinion, karena satu poros $T_P = T_M = 60 \text{ N.m}$, Besar torsi disini adalah sebagai nilai torsi rencana pada motor.

Hal berikutnya yang harus diperhatikan adalah rpm dari motor, rpm dari motor dapat dihitung atau didapatkan dari rpm yang terjadi pada poros ulir ataupun rpm pada roda gigi, sebelum menghitung rpm dari poros terlebih dahulu harus menentukan kecepatan angkat maksimal dari alat angkat, karena hal ini akan berpengaruh langsung terhadap putaran pada poros, dalam perancangan kali ini diinginkan kecepatan angkat dari alat angkat adalah $0,005 \text{ m/detik}$ atau $0,3 \text{ m/menit}$. Untuk lebih mudah maka bisa mengilustrasikan dengan menggunakan gambar di bawah ini:



Gambar 8. Ilustrasi kecepatan angkat maksima

Dimana dari gambar tersebut diketahui:

$$\frac{V_U}{\sin \beta} = \frac{V_S}{\sin \theta}$$

Maka:

- $V_U = \frac{(V_S)(\sin \beta)}{\sin \theta} = \frac{(0,5)(\sin 5^\circ)}{\sin 1,5^\circ} = 1,522 \text{ cm/detik}$

Jadi putaran poros ulir yang dibutuhkan agar mur bergerak maju dengan kecepatan 1,522 cm/detik adalah:

- $n_U = \frac{(V_U)(60)}{l} = \frac{(1,522)(60)}{1} = 91,3 \text{ rpm}$

Dimana:

n_U adalah putaran pada poros ulir (rpm) dan l adalah jarak maju mur setiap satu kali putaran (cm). Setelah diketahui putaran pada poros ulir maka dapat menghitung putaran pada motor dengan cara:

- $n_P = \frac{n_{RG} \times D_{RG}}{D_P} = \frac{91,3 \text{ rpm} \times 0,05 \text{ m}}{0,05 \text{ m}} = 365,2 \text{ rpm}$

Dimana: n_P adalah putaran pada pinion dan n_{RG} adalah putaran pada roda gigi dan besarnya sama dengan putaran pada poros ulir karena satu poros, oleh karena itu putaran pada motor bisa didapat karena satu poros dengan pinion maka besarnya sama yaitu

- $n_P = n_M = 365,2 \text{ rpm}$

Jadi putaran yang dibutuhkan oleh motor untuk memutar poros ulir agar mur bisa bergerak maju dengan kecepatan 1,522 cm/detik adalah sebesar 365,2 rpm. Kemudian dihitung besarnya ω pada motor dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

- $\omega_M = \frac{2\pi n_M}{60} = \frac{2\pi \times 365,2}{60} = 38,22 \text{ rad/second}$

Untuk daya motor yang akan dihitung adalah daya motor perencanaan dulu karena belum tahu berapa besar efisiensi yang ada pada motor listrik tersebut, maka dari itu

- $N_{MP} = T_{MP} \times \omega_{MP} = 60 \times 38,22 = 2.293,45 \text{ W} = 2.294 \text{ W}$

Jika dianggap motor mempunyai efisiensi sebesar 80% maka daya motor yang harus digunakan adalah sebagai berikut:

- $N_M = \frac{N_{MP}}{\eta} = \frac{2.294}{0,8} = 2.867,5 \text{ W} = \text{diambil } 2900 \text{ W atau } 2,9 \text{ kW}$

Jadi daya motor minimal yang digunakan adalah sebesar 2900 W atau 2,9 kW dan rpm pada motor adalah sebesar 365,2 rpm. Dan berdasarkan dari katalog untuk motor listrik standar yang sudah ada di bawah dipilih motor listrik dengan daya 3 kW atau 4 hp dan mempunyai rpm 1200 rpm.

3.4 Efisiensi Dongkrak Ulir

Setelah melakukan perhitungan, diperoleh torsi yang dibutuhkan untuk memutar baut (screw) tanpa ada gesekan yaitu 28 N.m Maka efisiensi dari dongkrak ulir tersebut adalah:

$$n = \frac{T_o}{T} \times 100\% \quad n = \frac{8}{L} \times 100\% = 25\%$$

KESIMPULAN

Alat angkat rol kain dengan mekanisme menggunakan sistem ulir daya dengan bentuk ulir daya yang digunakan adalah ulir bujur sangkar, sedangkan untuk jumlah alat angkat yang dirancang adalah berjumlah dua buah karena rol yang harus diangkat harus ditopang pada kedua ujungnya yaitu ujung kanan dan ujung kiri. Alat tersebut menggunakan *timing belt* untuk menghubungkan alat angkat satu dengan yang lain. Untuk sistem transmisi yang digunakan untuk mentransmisikan dayanya adalah menggunakan sepasang roda gigi lurus dengan perbandingan putarannya adalah 1 : 4. Sedangkan daya penggerak utama yang digunakan adalah daya dari motor listrik dengan kapasitas daya sebesar 3 kW dan rpm sebesar 1200 rpm.

Dari mekanisme alat angkat tersebut mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

- Beban maksimal yang dapat di angkat 0,5 ton
- Jarak lebar antara alat angkat maksimal adalah 3 meter dikarenakan panjang maksimal panjang rol kain adalah 3 meter

Kecepatan angkat pada saat proses pengangkatan adalah 0,005 m/detik

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditama, F. (2015, April 1). Dongkrak Ulir. Scrib.
- [2] Harsokoesoemo, D. (2004). Penagantar Perancangan Teknik. Bandung: ITB.
- [3] Renreng, I. (2012). Perancangan Dongkrak Elektrik Kapasitas 1 Ton. Mekanika, 345-354.
- [4] Shigley, J. M. (1984). Perencanaan Teknik Mesin. Jakarta: Erlangga..
- [5] Sutowo, C. (2017). Analisa Dongkrak Ulir Dengan Beban 4000 Kg.
- [6] Victus Kolo Koten, S. T. (2012). Desain Alat Angkat Berpenggerak mula Daya Multi Input. Seminar Nasional Sains dan Teknik (Saintek). Kupang: Univesitas Nusa Cendana.
- [7] R. C. Hibbeler, Engineering Mechanic Statics, 13th Edition. 2013.
- [8] R. C. Hibbeler, Mechanics of Materials 8th Edition. 2011.
- [9] E.P.Popov, Mechanocs of Materials 2nd Edition, 2002 .
- [10] B.J.Masurek, Vector Mechanics of Engineers 10th Edition,"
- [11] J.L.Mariam, Statics, 7th Edition. 2006.
- [12] R.G.Budynas, Shigley's Mechanical Engineering Design 10th Edition. 2014.
- [13] M.F.Asbhy, Materials Selection in Mechanical design 3rd Edition. 2005
- [14] M.F.Asbhy, Engineering Materials 1 2nd Edition. 2002.



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License