DESAIN ALAT BONGKAR PASANG *COWHANGER* PADA LOKOMOTIF DENGAN PENGGERAK ULIR

Ilham Satrio Utomo[1,*], **Rangga Arya Fachreza**[1]
[1]Teknologi Mekanika Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia, Madiun, Indonesia
[*]*E-mail*: korespondensi ilham.satrio@ppi.ac.id

Abstract

Disassembly of the cowhanger is currently still done manually, namely by propping the cowhanger with blocks on the rails. For the transfer of the cowhanger, it is still done manually, which is lifted by hand, which of course is risky for workers. This study aims to design and calculate the strength of the cowhanger disassembly tool. The software used in this research is Autodesk Inventor 2017. The simulation results show that this tool can accept a maximum load of 2000 N and the largest stress is 1.596 Mpa and the smallest stress is 0.761.
Keywords*: Cowhanger, Locomotive, Autodesk Inventor, Factor of Safety*

Abstrak

Bongkar pasang *cowhanger* saat ini masih dilakukan dengan cara manual yaitu dengan cara mengganjal *cowhanger* dengan balok-balok di atas rel. Untuk pemindahan *cowhanger* masih dengan cara manual yakni diangkat menggunakan tangan yang tentu saja beresiko bagi pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan desain serta perhitungan kekutan pada alat bantu bongkar pasang *cowhanger*. Software yang digunalan dalam penelitian ini dengan Autodesk Inventor 2017. Hasil simulasi menunjukkan alat ini bisa menerima beban maksimal sebesar 2000 N serta tegangan terbesarnya adalah 1,596 Mpa dan tegangan terkecilnya adalah 0,761.
Kata kunci: Cowhanger, Lokomotif, Autodesk Inventor, Faktor of Safety.

A. PENDAHULUAN

Perkeretaapian merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri atas sarana, prasarana dan sumber daya manusia serta norma, kriteria, persyaratan, dan prosedur untuk penyelenggaraan transportasi kereta api. Seiring dengan perkembangan zaman dan teknologi, SDM (Sumber Daya Manusia) perkeretaapian dituntut untuk selalu inovatif agar mampu menyesuaikan dengan perkembangan teknologi yang ada, agar nantinya perkeretaapian mampu menjadi tonggak perubahan transportasi di Indonesia dan mampu mengurai segala macam masalah transportasi yang berlangsung di Indonesia, seperti kemacetan, dan emisi akibat transportasi yang ada. Faktor kelaikan harus diperhatikan dalam penyelenggaraan transportasi perkeretaapian. Sarana yang tidak laik jalan dan tidak handal akan menjadi penghambat angkutan kereta api beroperasi. Sarana yang laik jalan diperoleh dari hasil perawatan sarana tersebut.

Perawatan sarana perkeretaapian merupakan suatu kegiatan yang dilakukan oleh kelompok maupun individu pada suatu sarana untuk menjaga sarana selalu siap beroperasi. Perawatan sarana membutuhkan sebuah fasilitas yang berfungsi sebagai penunjang sebuah perawatan supaya sarana lebih optimal dan mudah, untuk menghasilkan sarana yang handal dan prima. Salah satu fasilitas perawatan sarana yaitu peralatan bongkar pasang.

Ardini Saputra (2018) melakukan penelitian Perancangan Alat Bantu Angkat Beban Maksimal 50 Kg Dengan Mekanisme Kerja Dengan Menggunakan Motor Listrik 1 HP. Alat bantu angkat beban ini memiliki kegunaan yang hampir sama dengan macam alat angkat lainnya yaitu untuk menjangkau ketinggian yang sulit dijangkau dengan manual. Ali Rosyidin (2017) melakukan penelitian tentang Kinerja Mini Forklift Sebagai Alat Bantu Angkat dan Angkut Dengan Berbagai Variasi Beban 300–500 Kg Pada Lab. Teknik Mesin UMT" untuk mengetahui kinerja Mini Forklift dari hasil hitungan tali baja dan analisis kekuatan

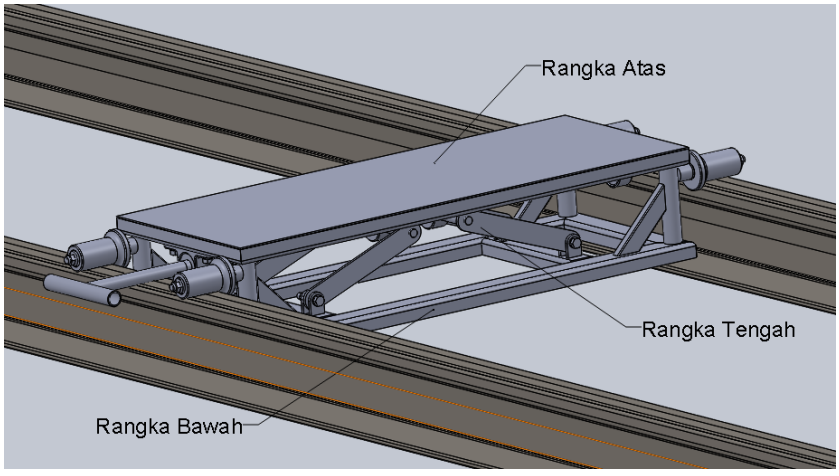
menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor*. Cahya Sutowo (2016) melakukan penelitian tentang "Analisa Dongkrak Ulir Dengan Beban 4000 Kg" Kekuatan dari dongkrak ulir ini adalah ketahanan atau kekuatannya terhadap beban yang akan diangkatnya harus melalui urut-urutan yang akan dilakukan. Perencanaan dongkrak mempunyai fungsi untuk alat bantu angkat. Pada proses kegunaanya dongkrak biasanya menggunakan ulir, roda gigi dan tekanan fluida seperti zat cair ataupun bisa udara. Dari total hasil analisa, maka didapat tinggi body = 39,8 cm ≈ 40 cm, dan efisiensi dari dongkrak ulir ini yaitu = 16,7 %.

Pada lokomotif terdapat suatu bagian yaitu *cowhanger* atau alat halang rintang yang berfungsi sebagai menghalau benda asing yang berada di atas rel. *Cowhanger* memiliki berat sekitar 200 kg, pada saat pemasangan atau pelepasan di lokomotif masih dilakukan secara manual, yaitu dengan cara meletakkan balok-balok kayu di atas rel sebagai penopang agar *cowhanger* tidak jatuh serta masih menggunakan 4 tenaga manusia untuk bongkar pasarang dan pemindahannya. Tenaga manusia tersebut diantaranya meliputi 2 tenaga manusia yang bertugas sebagai pelepas dan pemasangan baut, sedangkan 2 tenaga lainnya bertugas memasang balok-balok kayu untuk menjaga keseimbangan *cowhanger*.

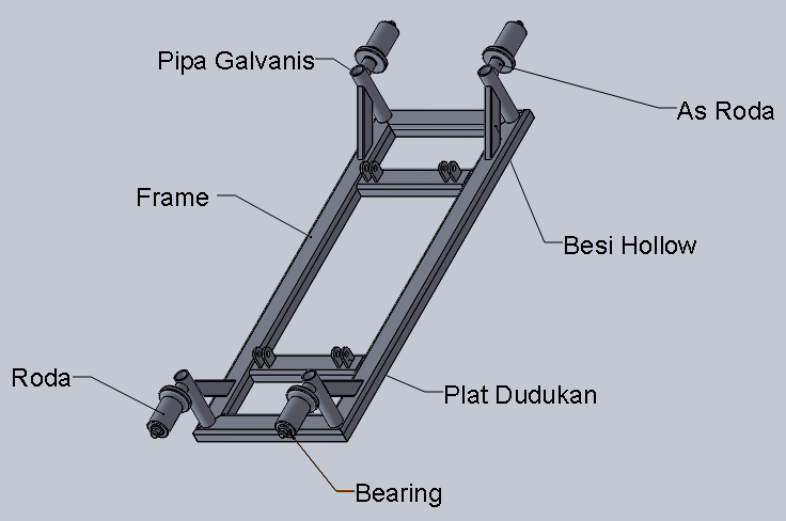
Alat ini akan dibuat dengan rangkaian besi baja yang menyerupai meja dan memiliki penggerak utama yang menggunakan As ulir yang berfungsi sebagai menaik turunkan *cowhanger*. Alat ini juga akan dilengkapi dengan roda yang tujuannya untuk mempermudah pemindahan *cowhanger* dari tempat perawatan ke gudang penyimpanan, sehingga mengurangi resiko kecelakaan dan mempermudah dalam bongkar maupun pasang *cowhanger*.

B. METODE

Berdasarkan pengumpulan data dari hasil observasi dan hasil wawancara dengan teknisi, perawatan pada *cowhanger* biasanya masih menggunakan alat bantu berupa balok-balok kayu yang dipasang sebagai penopang agar *cowhanger* tidak jatuh. Perawatan *cowhanger* tersebut dilakukan dengan membutuhkan 4 tenaga manusia. Oleh sebab itu, pembuatan alat harus disesuaikan dengan kriteria yang dibutuhkan. Diantara kriteria tersebut yaitu konstruksi alat harus kuat, mudah dalam penggunaannya, mudah dalam perawatannya dan harga yang terjangkau.



Gambar 1. Konstruksi Alat Pelepas Cowhanger dengan Penggerak Ulir



Gambar 2. Konstruksi bawah Alat Pelepas Cowhanger dengan Ulir Penggerak

Tabel 1. Spesifikasi Alat Bantu Bongkar Pasang Pada *Cowhanger*

Spesifikasi	Keterangan
Jenis ulir penggerak	Ulir segi empat M30
Panjang masing-masing ulir penggerak	440 mm
Diameter As ulir roda	14 mm
Panjang ulir As roda	50 mm
Jenis ulir As ulir roda	Ulir segitiga M14
Diameter flens	74 mm
Tebal flens	12 mm
Diameter roda	50 mm
Panjang roda	100 mm
Panjang tuas pemutar	210 mm
Tinggi alat dalam keadaan tinggi *maximal*	330 mm
Tinggi alat dalam keadaan normal	185 mm
Lebar alat	400 mm
Panjang alat	1000 mm
Panjang pipa galvanis rangka atas	145 mm
Diameter pipa galvanis rangka atas	1”
Panjang pipa galvanis rangka bawah	125 mm
Diameter pipa galvanis rangka bawah	¾ ”
Type bearing pada roda	6302
Type bearing As ulir	UCP 30 mm
Ukuran besi baja UNP kanal U	30×50×30

Tebal plat besi	3 mm
Beban maksimal	200 N
Berat alat	55,505 kg

Alat yang digunakan untuk pembuatan desain alat bantu bongkar pasang pada *cowhanger* adalah laptop Lenovo ideapad 330 dengan spesifikasi sebagai berikut:

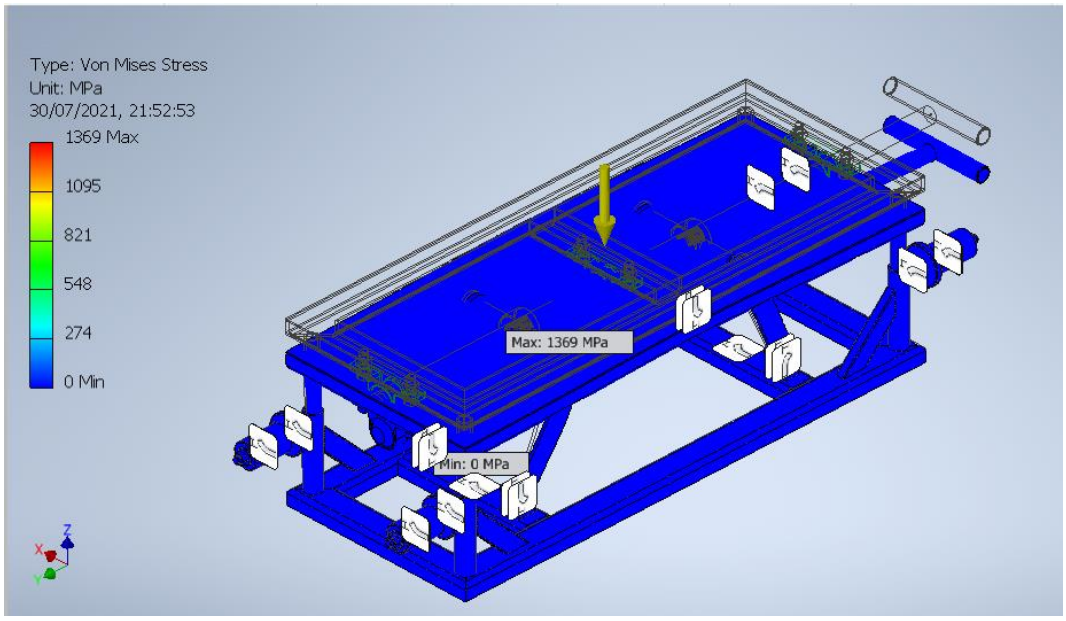
- *Processor* : Intel® Core™ i5-8250U CPU @ 1,60GHz
- RAM : 4,00 GB
- *System type* : 64-bit *Operating System*

Metode pengolahan data Pembuatan desain alat bantu bongkar pasang *cowhanger* dengan penggerak ulir menggunakan *software SolidWorks 2017. Analysis simulation* alat bantu bongkar pasang *cowhanger* dengan penggerak ulir menggunakan *Autodesk Inventor 2020.*

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tegangan (*Stress*)

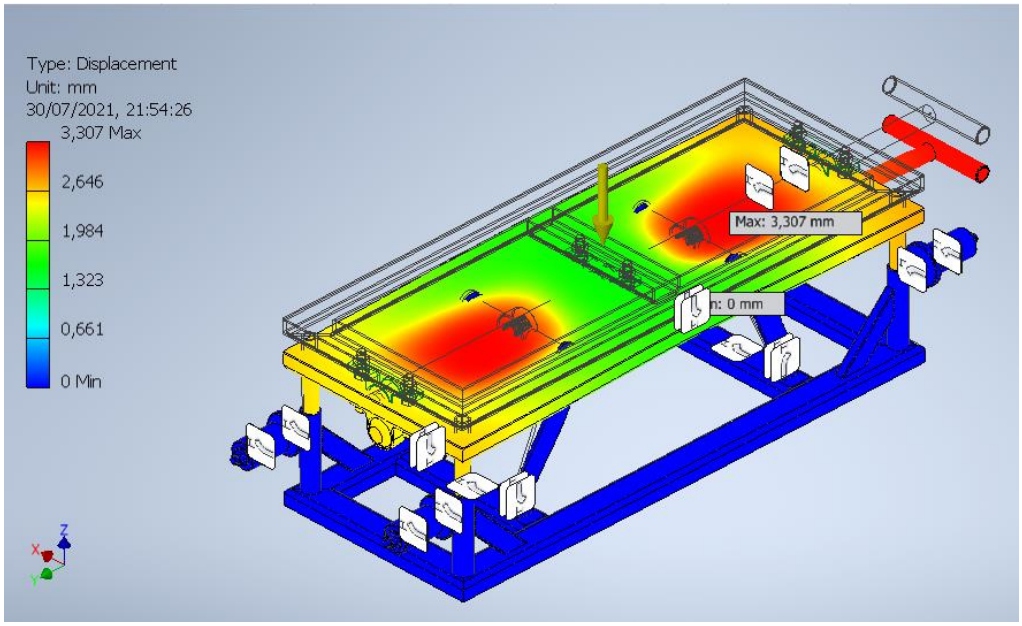
Pada simulasi ini tekanan terbesar ditunjukkan pada area merah, serta untuk tegangan terkecil warna biru, selain itu warna kuning, hijau, dan biru. Pada rangka alat ini, tegangan terbesar 1369 Mpa, sedangkan tegangan terkecil senilai 0 Mpa. Seperti gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pengujian Tegangan (stress)

Perubahan Bentuk *(Displacement)*

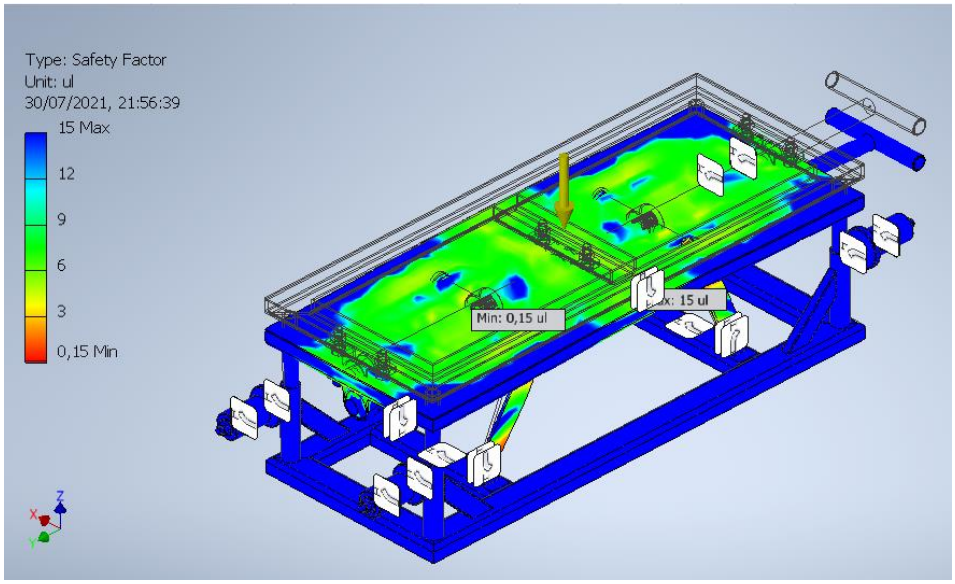
Displacement yaitu perubahan bentuk yang terjadi pada benda yang terdapat gaya. Dalam deformasi ini terjadi melengkung. Bagian yang paling melengkung rangka ini berwarna merah 3,307 mm, dan bagian terendah *displacement* berwarna biru muda sebesar 0,661 mm. Melengkungnya benda ini terjadi apabila beban 200 N diletakan di atas rangka secara tiba-tiba. Apabila diletakan secara perlahan rangka ini tetap tidak akan melengkung.



Gambar 4. *Pengujian Perubahan Bentuk (displacement)*

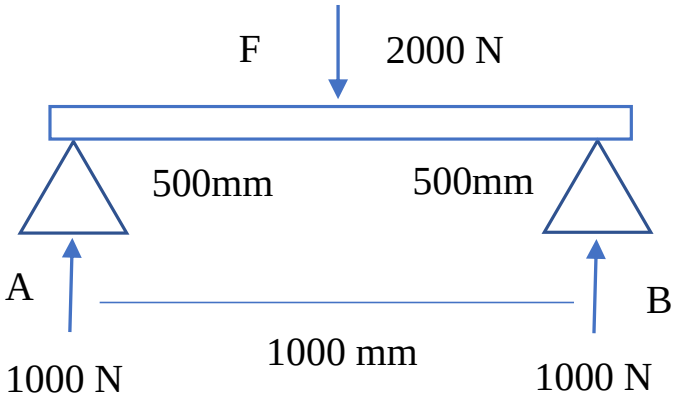
Faktor Keamanan (Safety Factor)

Safety factor yaitu acuan utama yang dipergunakan dalam menentukan suatu kualitas bahan. Pada konstruksi ini, nilai *safety factor* terkecil adalah 0,15 ul sedangkan nilai *safety factor* terbesar pada rangka adalah 15 ul. Berikut gambar simulasi *safety factor*.

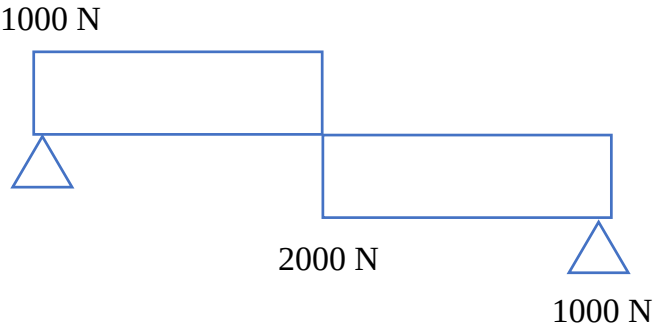


Gambar 5*. Pengujian safety factor*

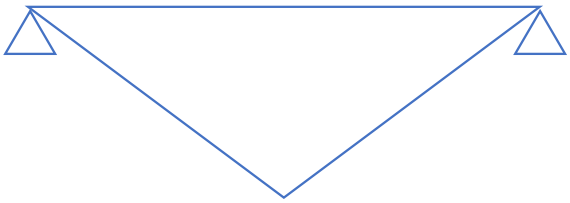
Perhitungan Konstruksi Alat



a. Analisis dimensi pada alat
   Gaya (F) = 2000 N
   Panjang titik total (Llot) =1000 mm
   Panjang titik A – F (1_1) = 500 mm
   Panjang titik F – B (1_2) = 500 mm
   Gaya reaksi titik A (Ray) = 1000 N
   Gaya reaksi titik B (Rby) = 1000 N
b. Hasil Perhitungan
   Untuk menentukan momen gaya terpusat (Ma), maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:
   ∑Ma = 0
   2000 = RAy + RBy
   (F. l_1) + (RBy. Ltot)
   (2000. 500) + (Rby.1000) = 0
   -Rby.1000 = 1000000
   -RBy = $\frac{1000000}{1.000}$
   = 1000 N
   Momen = F. Ltot
   Momen = Ma 2000.1000
   = 2000000 N/mm
   SFD *(Shear Force Diagram)*



BMD *(Bending Momen Diagram)*



2000000 N/mm

400 mm (b)

1000 mm (h)

Luas Penampang

A = b × h

= 1000 × 400

= 400000 mm²

Titik Netral

Y = $\frac{d}{2}$

= $\frac{400}{2}$

= 200 mm

Momen Inersia Terhadap Sumbu x

1x = $\frac{1}{12}$ × b.h³

= $\frac{1}{12}$ × 40.100³

=3.333.333,3 mm

Momen Inersia Terhadap Sumbu y

Iy = $\frac{1}{12}$ × h.b³

= $\frac{1}{12}$ × 100.40³

= 533.333,3 mm

Momen Inersia Total

IP = Ix + Iy

= 3.333.333,3 + 533.333,3

= 3.866.666,6 mm

Momen

F = F. Panjang total

= 2000×1000

= 2000000 mm

Tegangan Lentur

σ = $\frac{m \times y}{Ip}$

= $\frac{2000000 \times 200}{3.866.666,6}$

= 103,45 N/mm²

Tegangan Geser

Diketahui :

Beban (f) = 2000 N

Luas penampang (A) = 1000 × 400
Ditanyakan :
Tegangan (t) ?
Jawab :

$t = \frac{f}{A}$

$= \frac{2000}{4000}$

= 0,5 N/mm²

Tegangan Geser Maksimal

T max = $\sqrt{\sigma^2 + t^2}$

$= \sqrt{(103{,}45)^2 + (0{,}5)^2}$

$= \sqrt{10701{,}9 + 0{,}25}$

$= \sqrt{10702{,}15}$

=103,45 N/mm²

Tegangan Ijin Material

Tegangan luluh *mild, steel* = 207 N/mm²

Tegangan ijin = $\frac{Tegangan\ luluh}{Safety\ Factor}$

$= \frac{207\ N/mm^2}{0{,}15}$

= 1380 N/mm²

Karena diperoleh hasil perhitungan tegangan adalah 103,45 N/mm² yaitu lebih kecil dari tegangan ijin material yang bernilai 1380 N/mm² maka kekuatan rangka yang digunakan aman.

Pada perancangan alat bantu bongkar pasang ini, pemilihan ulir untuk mengangkat beban *cowhanger* harus efisien. Ulir M14 bisa dikatakan efisien dalam alat bantu bongkar pasang pada *cowhanger* dikarenakan ulir tersebut mampu menahan beban dengan berat 376,7 kg, sedangkan ulir M30 mampu menahan beban dengan berat 882,5 kg. Berikut adalah perhitungan beban krtitis pada ulir M14 dan Ulir M30:

Beban kritis ulir M14

Wcr = Ay.Fy (1-$\frac{Fy}{4C\ \pi^2 E} \times (\frac{L}{K})^2$)

Diketahui:

C = Faktor koefisien akhir

= 0,25 (ketentuan)

K = Radius girasi

= C.d_0

Fy = 250 kg

Ay = Luas penampang

= $\frac{\pi}{4} \times d_0$

E = 2,1×10⁴ kg/cm² (ketentuan)

L = Tinggi angkat baut

= 3,6 cm

Jika:

Ay = $\frac{\pi}{4} \times d_0$

= $\frac{\pi}{4} \times 1{,}4$

= 1,53

K = C. d_0

= 0,25.1,4
= 0,35 cm
L= Tinggi angkat baut + ½ tinggi mur
= 3,2 + ½ .0,9
= 3,2 + 0,45
= 3,6 cm
Maka:
Wcr = Ay.Fy (1-$\frac{Fy}{4C\ \pi^2 E} \times (\frac{L}{K})^2$)
= 1,53.250 (1-$\frac{250}{4(0,25)\ 3,14^2 2110} \times (\frac{3,6}{0,35})^2$)
= 382,5 (1-$\frac{250}{20.678} \times 1,5$)
= 382,5 × 0,9
= 376,7 kg
Beban kritis ulir M30
Wcr = Ay.Fy (1-$\frac{Fy}{4C\ \pi^2 E} \times (\frac{L}{K})^2$)
Diketahui:
C = Faktor koefisien akhir
= 0,25 (ketentuan)
K = Radius girasi
= C.d_0
Fy = 250 kg
Ay = Luas penampang
= $\frac{\pi}{4} \times d_0$
E= 2,1×10⁴ kg/cm² (ketentuan)
L = Tinggi angkat baut
= 4,75 cm
Jika:
Ay = $\frac{\pi}{4} \times d_0$
= $\frac{3,14}{4} \times 3^2$
= 7,06
K = C . d_0
= 0,25.3
= 0,75 cm
L= Tinggi angkat baut + ½ .tinggi mur
= 3,5 + ½ .2,5
= 3,5 + 1,25
= 4,75 cm
Maka:
Wcr = Ay.Fy (1-$\frac{Fy}{4C\ \pi^2 E} \times (\frac{L}{K})^2$)
= 7,06.250 (1-$\frac{250}{4(0,25)\ 3,14^2 2110} \times (\frac{4,75}{0,75})^2$)
= 1.765 (1-$\frac{250}{20.678} \times 40,1$)
= 1.765 × 0,5
= 882,5 kg

Dalam perancangan alat bantu bongkar pasang pada *cowhanger* dengan penggerak ulir seharusnya menggunakan ulir M14 yang lebih efisien dan mampu menahan beban 250 kg, namun ada beberapa faktor yang membuat penulis memilih ulir M30 yang diantaranya:

1 Penggunaan ulir M30 dapat dilakukan dalam waktu jangka lama.
2 Untuk mengantisipasi terjadinya kelalaian pada saat pembongkaran *cowhanger* jika terjatuh.
3 Menyesuaikan diameter bearing UCP 206 yang memiliki diameter 30 mm.
4 Mudah didapatkan dipasaran.

D. KESIMPULAN

Pengujian desain kekuatan material alat bantu bongkar pasang pada cowhanger menggunakan software Autodesk Inventor 2020 yaitu dilakukan perhitungan perancangan desain dengan hasil yang memenuhi syarat aman berdasarkan analisa pembebanan serta analisa pemilihan bahan dan dari hasil perhitungan tegangan adalah 103,45 N/mm² yaitu lebih kecil dari tegangan ijin material yang bernilai 1380 N/mm² maka kekuatan rangka yang digunakan aman

E. SARAN/REKOMENDASI

Komponen roda perlu adanya modifikasi roda yang bisa berjalan di rel maupun di lantai, sehingga memudahkan pekerja untuk membawa masuk alat bantu bongkar pasang cowhanger ke gudang penyimpanan. Selain itu komponen ulir penggerak bisa di *upgrade* menjadi hidrolik ataupun pnumatik sebagai naik dan turunya meja penampang

F. REFERENSI

Rosyidin, Ali. (2017). Kinerja Mini Forklift Sebagai Alat Bantu Angkat Dan Angkut Dengan Berbagai Variasi Beban 300 – 500 Kg. Teknik Mesin. Tangerang : Universitas Muhammadiyah Tangerang.

Saputra, Ardini. (2018). *Rancang Bangun Alat Bantu Angkat Beban Maksimal 50 Kg (Proses Pembuatan).* Other Thesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.

Sutowo, Cahya. (2009). *Analisa Dongkrak Ulir Dengan Beban 4000 Kg*. Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta.