

PERANCANGAN MEKANISME ALAT ANGKUT PERALATAN INDUSTRI BERKAPASITAS 10 TON

Agus Saleh

Jurusan Teknik Mesin Politeknik TEDC Bandung

E-mail : agus.mesinbubut.poltek@gmail.com

Abstrak

Salah satu kegiatan *maintenance* dalam melakukan bongkar pasang peralatan industri memerlukan mekanisme alat angkut dengan kriteria desain yang memenuhi persyaratan tertentu. Persyaratan untuk memenuhi kriteria tersebut adalah bobot 10 ton. Kriteria lain yang juga menentukan kualitas desain alat angkut adalah ruangan terbatas dan harus terbebas dari percikan api. Perancangan mekanisme alat angkut ini diterapkan pada pompa berdiameter 744 mm dan dengan panjang 6.000 mm. Selama ini kegiatan bongkar pasang untuk mengangkat pompa dilakukan dengan menggunakan *Tower Crane* dan harus diangkat ke atas setinggi 30 meter. Kelemahan dari *Tower Crane* ini adalah harus menyewa dengan biaya yang cukup mahal. Oleh sebab itu maka masalah yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang mekanisme alat angkut yang sesuai dengan kondisi di atas. Adapun tujuan yang hendak dicapai adalah melakukan perancangan mekanisme alat angkut dan menganalisis hasil rancangan dengan bantuan *software*. Lingkup dalam perancangan ini adalah beban yang dianalisis bersifat statik. Pemilihan komponen *Engine*, *Outtriger*, *Power Pack* hidrolik, silinder hidrolik dan rangka kendaraan merujuk pada standar yang disesuaikan dengan beban kerja. Prinsip kerja dari perancangan mekanisme alat angkut ini adalah seperti mekanisme pada *Dump Truck*. Berdasarkan hasil optimasi dimensi dan analisis tegangan menggunakan *software SolidWork* dengan jenis material ASTM A36, maka diperoleh faktor keselamatan (FoS) sebesar 5,4 dan 3,6. Dengan demikian, maka mekanisme tersebut dianggap aman karena memiliki faktor keselamatan lebih besar dari satu.

Kata kunci: *Maintenance*, Mekanisme *Dump Truck*, Standarisasi.

Abstract

One of the maintenance activities in overhaul pairs of industrial equipment requires transportation mechanism with design criteria that meet certain requirements. The requirement to meet the criteria is 10 tons. Another criterion which also determines the design quality of conveyance means limited space and must be free from sparks. The design of this conveyance mechanism is applied to the 744 mm diameter pump and with a length of 6,000 mm. During this activity unloading pairs to lift the pump is done by using Tower Crane and should be lifted up as high as 30 meters. The downside of Tower Crane is having to rent at a cost that is quite expensive. Therefore, the problem to be solved in this research is how to design the transportation mechanism in accordance with the above conditions. The goal to be achieved is to design the mechanism of conveyance and analyze the design with the help of software. The scope in this design is that the load analyzed is static. Selection of Engine components, Outtriger, Hydraulic Power Pack, hydraulic cylinder and vehicle frame refers to the standard adjusted to the workload. The working principle from the design of this conveyance mechanism is like a mechanism on the Dump Truck. Based on the results of dimensional optimization and stress analysis using SolidWork software with ASTM A36 material type, then obtained the safety of factor (FoS) are 5.4 and 3.6. Therefore, then the mechanism is considered safe because it has a safety factor greater than one.

Keywords: *Maintenance*, *Dump Truck Mechanism*, *Standardization*.

I. PENDAHULUAN

Alat angkat dan angkut adalah suatu alat yang digunakan untuk mengangkat dan mengangkut sebuah barang dengan jarak, besar,

dan berat tertentu yang sulit untuk dilakukan dengan tenaga manusia. Salah satu alat angkut yang banyak digunakan oleh industri adalah *Dump Truck*. Alat ini biasa digunakan untuk mengangkut

barang. Secara umum mekanisme ini dilengkapi dengan bak terbuka yang dioperasikan dengan bantuan hidrolik.

Selama ini bongkar pasang pompa dilakukan dengan menggunakan *Tower Crane*. Biaya yang dikeluarkan untuk sewa alat tersebut cukup mahal. Dampak dari kegiatan ini maka efisiensi menjadi rendah. Oleh sebab itu maka perlu pengadaan alat khusus yang lain dan tidak harus menyewa serta dapat digunakan secara periodik.

Dalam penelitian ini, dengan melihat kasus di atas maka perlu dilakukan perancangan mekanisme alat angkut pompa, yang dapat digunakan pada area yang terbatas. Dengan mempertimbangkan latar belakang yang sudah diuraikan maka perumusan masalahnya adalah bagaimana melakukan perancangan mekanisme alat angkut yang memenuhi kriteria.

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan perancangan alat angkut, konseptual desain, optimasi dimensi, pemilihan material & proses manufaktur, dan analisis biaya. Lingkup pada perancangan mekanisme alat angkut adalah analisis tegangan dilakukan secara statik dan untuk *Engine, Outrigger, Power Pack* hidrolik, silinder hidrolik dan rangka kendaraan disesuaikan dengan standar beban yang diketahui.

Tahapan perancangan yang akan dilakukan dalam penyelesaian kasus ini adalah pengumpulan data lapangan dan gambar teknik, melakukan perancangan mekanisme alat angkut, melakukan konseptual desain, melakukan optimasi dimensi, dan menganalisis hasil rancangan dengan bantuan *software*.

II. LANDASAN TEORI

Teori Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah dasar pemikiran dari suatu bangunan bentuk-bentuk kompleks dengan blok-blok sederhana atau membagi objek yang kompleks ke dalam bagian-bagian kecil yang teratur.

Penggunaan Metode Element Hingga

Penggunaan metode elemen hingga terdiri dari beberapa analisis :

- Analisis perancangan adalah perhitungan serta simulasi komputer.
- *Finite Element Methode* atau *Finite Element Analysis* adalah metode simulasi komputer

yang paling banyak diaplikasikan dalam *engineering*.

- Penggunaan dari aplikasi CAD atau CAM. Aplikasi dari metode elemen hingga dalam *engineering* sebagai berikut :
- *Mechanical / Aerospace / Civil / Automobile Engineering*
- *Structure Analysis Static / Dynamic Linier / Non Linier*
- *Thermal / Fluid Flows*
- *Electromagnetics*
- *Gheomechanics*
- *Biomechanics*

Analisis statik

Masalah analisis sebagian besar dapat diperlakukan sebagai masalah statik, berdasarkan pada asumsi di bawah ini :

1. *Small deformation* (perubahan yang terjadi sangat kecil)
2. *Elastic material*
3. *Static load*

Teori Distorsi Energi

Von Mises menyatakan bahwa akan terjadi luluh bilamana tegangan normal itu tidak tergantung dari orientasi kedua deviator tegangan yang melampaui harga kritis tertentu.

Kriteria luluh Von Mises mengisyaratkan bahwa luluh tidak tergantung pada tegangan normal atau tegangan geser tertentu, melainkan tergantung dari fungsi ketiga harga tegangan geser utama karena kriteria luluh didasarkan atas selisih tegangan normal $\sigma_1 - \sigma_2$ dan sebagainya. Kriteria luluh Von Mises melibatkan suku pangkat dua, hasilnya tidak tergantung dari tanda tegangan individual.

Filosofi Perancangan

Perancangan Teknik adalah metode yang digunakan Insinyur dalam menciptakan sebuah produk. Adapun proses/langkah-langkahnya cenderung untuk dapat digambarkan dalam berbagai cara yang berbeda. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang sebelum pembuatan komponen diproduksi.

Pengertian Faktor Keselamatan

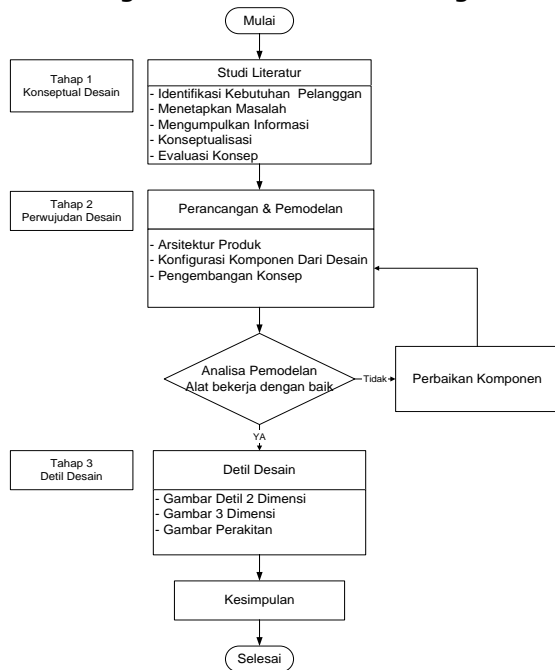
Faktor Keselamatan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan

dimensi yang minimum. Adapun rumus faktor keselamatan adalah :

$$Factor\ of\ Safety = \frac{Material\ Strength}{Design\ Load}$$

III. METODE PENELITIAN

Perancangan Dan Pemodelan Alat Angkut

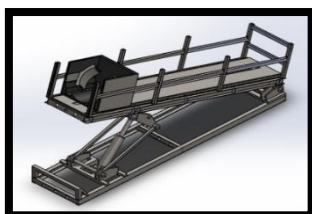


Gambar 1. Diagram alir perancangan

IV. PEMBAHASAN

Analisis Model

Analisis ini dilakukan sepenuhnya dengan menggunakan modul penganalisis dari *software* Solid Work 2013, dengan memasukan seluruh komponen baik model geometri yang telah *dimeshing* dan kondisi-kondisi pembebanan yang diterapkan untuk mensimulasikan pembebanan, selanjutnya simulasi dapat dilakukan. Adapun model yang akan dianalisis adalah seperti diperlihatkan pada gambar 2.

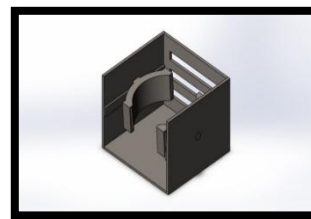


Gambar 2. Model pengujian

Analisis Model Box Penerima dan Penarik

Analisis statis pada pembebanan model, berusaha untuk mengetahui dimana dan bagaimana daerah rawan serta kondisi dari rancangan mengalami pembebanan tersebut. Pada *software* SolidWork 2013 perintah untuk menganalisis statis model geometri tersebut dapat diakses melalui perintah *simulation expres* dari kotak dialog kemudian pilih untuk menganalisis secara statik.

Adapun model Box Penerima dan Penarik pompa yang akan diuji diperlihatkan pada gambar 3.



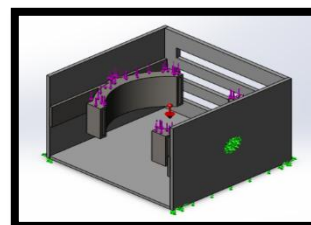
Gambar 3. Model pengujian box penerima dan penarik

Sifat material yang akan di uji ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Sifat material

Nama	ASTM A36 Steel
Model type	Linear Elastic Isotropic
Default failure	Max Von Mises Stress
Yield strength	250 N/mm ²
Tensile strength	400 N/mm ²
Elastic modulus	200.000 N/mm ²
Poisson's ratio	0.26
Mass density	7850 Kg/cm ³
Shear modulus	79300 N/mm ²

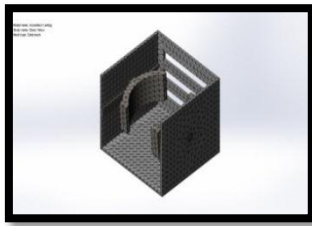
Kemudian *setting* kondisi beban dan tumpuan seperti diperlihatkan pada gambar 4, maka analisis dapat mulai dijalankan.



Gambar 4. Pemberian Beban

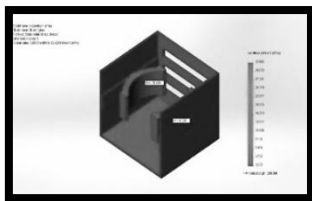
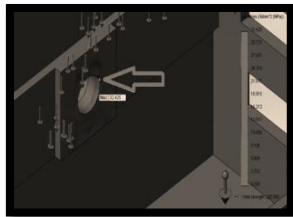
Setelah parameter-parameter dimasukan kemudian di *run* dan menunjukkan bahwa model

yang dibuat berhasil tanpa ada kesalahan, maka model akan dibuat seperti pada gambar 5.



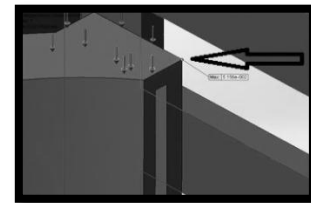
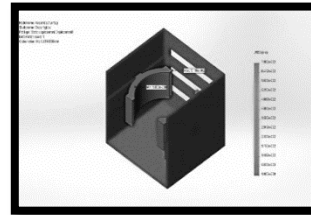
Gambar 5. Model yang dimeshing

Kemudian hasil dari *running program* adalah diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Von mises pada box penerima dan Penarik

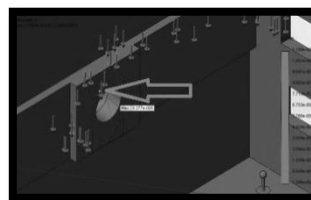
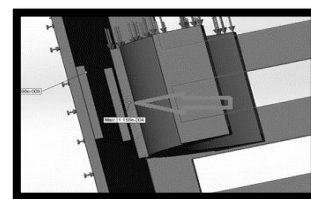
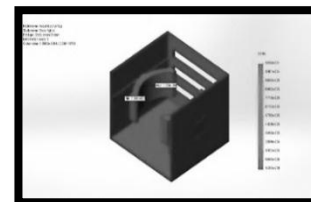
Dari gambar 6 tegangan maksimum yang terjadi pada box penerima sebesar 32.4254 N/mm² (MPa). Menunjukkan bahwa nilai tersebut adalah tegangan maksimum yang diterima oleh komponen yang terjadi pada nodal 948 pada bagian yang ditunjukkan dengan panah. Bagian inilah yang kritis yang menerima beban maksimum.



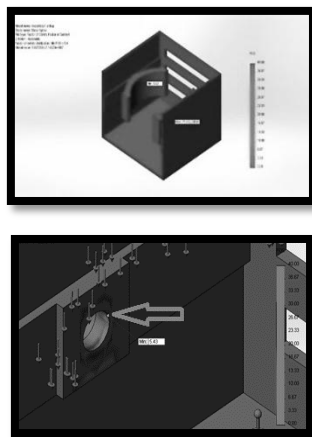
Gambar 7. Displacement pada box penerima

Gambar 7 *displacement* maksimum pada penarik sebesar 0.0515558 mm. Menunjukkan bahwa nilai tersebut adalah *displacement* maksimum yang terjadi pada komponen tersebut dan tepatnya pada nodal 2080 pada bagian yang ditunjukkan dengan panah. Bagian inilah yang menerima *displacement* maksimum.

Gambar 8 *Strain* maksimum pada Box Penerima dan Penarik sebesar 0.000115763. Menunjukkan bahwa *strain* maksimum yang terjadi pada komponen tersebut terjadi pada nodal 1408 bagian yang ditunjukkan dengan panah. Daerah inilah yang terjadi *strain* terbesar.



Gambar 8. Strain maksimum pada box penerima



Gambar 9. *Factor of safety* pada box penerima dan penarik

Gambar 9 *Factor of Safety* (*FoS*) minimum pada Box Penerima dan Penarik sebesar 5.4. dan ini menunjukkan bahwa faktor keamanan pada komponen tersebut adalah kondisi aman.

Tabel 2. Hasil analisis box penerima dan penarik

Nama type	Minimum	Maksimum
<i>VON : Von Mises Stress</i>	0.0000050031 N/mm ² (MPa) Node : 11870	32.4254 N/mm ² (MPa) Node : 948
<i>Displacement</i>	0 mm Node : 2021	0.05 mm Node : 5753
<i>Strain</i>	0.0000000015 Element : 59	0.0000115763 Element : 1408
<i>Factor of Safety</i>	5.4 Node : 134	7.142.2300 Node : 11870

Secara keseluruhan analisis statis yang dilakukan pada Box Penerima dan Penarik seperti ditunjukkan pada gambar 4.5 sampai dengan gambar 4.8, bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada bagian itu masih dibawah nilai *yield strength* dari material. Kemudian *displacement* dan *strain* yang terjadi masih dalam kondisi normal dan tidak menyebabkan perubahan bentuk secara signifikan. Faktor keamanan yang dimiliki aman.

Analisis Komponen Rangka Tengah

Analisis terakhir yang dilakukan adalah pada komponen Rangka Tengah sebagai tempat dudukan Box Penerima pompa sekaligus untuk menaik dan menurunkan pompa, serta untuk menggerakkan Box menjauh dan mendekat kabin.

Model yang akan dilakukan analisis seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Model pengujian rangka tengah

Sifat material yang ditunjukkan oleh *software* adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Sifat material

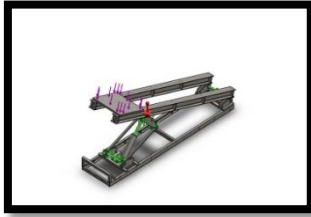
Nama	ASTM A36 Steel
Model type	Linear Elastic Isotropic
Default failure	Max Von Mises Stress
Yield strength	250 N/mm ²
Tensile strength	400 N/mm ²
Elastic modulus	200.000 N/mm ²
Poisson's ratio	0.26
Mass density	7850 Kg/cm ³
Shear modulus	79300 N/mm ²

Keberhasilan suatu perakitan dalam *software* ini, maka akan diperlihatkan benda uji menjadi terbentuknya nodal-nodal seperti pada gambar 11. Tetapi jika tidak benar dalam penerapan ukuran maka ketika melakukan *mates* tentunya ketika dilakukan *meshing* akan gagal.



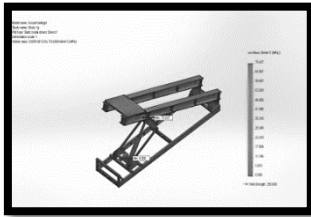
Gambar 11. Model yang sudah di *meshing*

Sebelum dilakukan pengujian maka langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah memasukan sifat material, jenis tumpuan dan pemberian beban maka model bisa dilakukan *running* analisis seperti pada gambar 12.



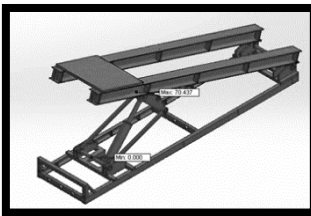
Gambar 12. Pemberian tumpuan dan beban

Setelah parameter – parameter dimasukan maka hasil analisis statis tersebut dapat dilihat pada gambar 13.



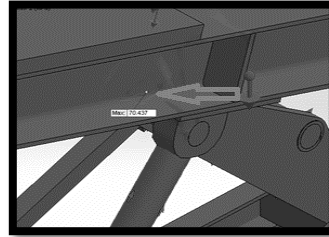
Gambar 13. Hasil analisis von mises

Pada gambar 13 terlihat hampir keseluruhan bagian dari rancangan masih berada dalam kondisi yang aman. Diperlihatkan pada nilai global tegangan yang terjadi adalah rasio antara 0,000126123 to 70.4369 N/mm² (MPa). Tegangan maksimum yang terjadi mencapai 70.4369 N/mm² (MPa). Jika dilihat dari lokasi tempat tegangan maksimum itu terjadi di daerah bagian beam. Daerah tersebut dapat dilihat pada gambar 14 sebagai berikut.



Gambar 14. Daerah yang terkena tegangan Maksimum

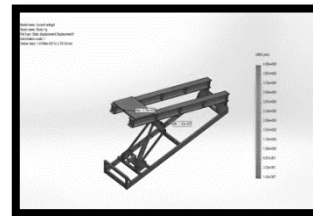
Kemudian lebih detilnya, tegangan yang terjadi pada kondisi maksimum adalah seperti diperlihatkan pada gambar 15.



Gambar 15. Perbesaran daerah yang terkena tegangan maksimum

Kemudian daerah – daerah lainnya yang di tunjukan oleh warna biru dan hijau menunjukan bahwa komponen tersebut aman karena tegangan yang bekerja di bawah nilai *yield strength* material sebesar 250.000 MPa. Tegangan maksimum yang terjadi pada daerah beam masih dibawah nilai *yield strength* material beam, maka tegangan ini masih dapat dikatakan aman.

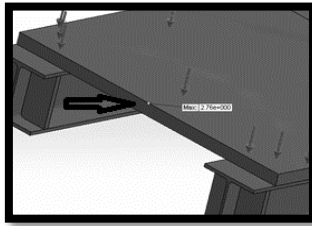
Setelah mengetahui tegangan – tegangan kritis yang terjadi, hal berikut yang harus dilihat adalah seberapa besar *displacement* yang terjadi pada rancangan tersebut. Hasil analisis *displacement* maksimum pada pembebanan ini dapat langsung dilihat dengan mengubah tampilan hasil analisis pada menu hasil *displacement*. Pilihan sebelumnya *Von Mises* maka diubah ke posisi *displacement* kemudian *show*. Setelah opsi itu dipilih maka tampilan analisis akan berubah seperti terlihat pada gambar 16 sebagai berikut.



Gambar 16. Tampilan *displacement*

Hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 16 maka diperoleh nilai *displacement* sebesar rasio 0,00000014 to 2.7 mm.

Pada gambar 17 diperlihatkan nilai *displacement* maksimum dan minimum.



Gambar 17. *Displacement* maksimum dan minimum

Dari hasil analisis tersebut dapat langsung terlihat bahwa *displacement* maksimum terjadi pada daerah yang berwarna hijau yaitu pada daerah komponen alat bantu percobaan sebesar 2.7 mm dan nilai minimum yang terjadi adalah 0,00000014 mm pada bagian komponen segitiga yang ditunjukkan warna biru.

Displacement terbesar adalah daerah bagian depan ketika pertama menerima beban, tetapi kondisi tersebut tidak terus bertahan diposisi itu, melainkan Box Penerima itu akan bergerak sampai membawa pompa ke posisi terlentang.

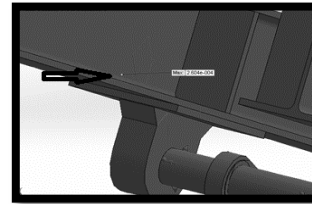
Setelah mengetahui *stress* dan *displacement* yang terjadi, hal berikut yang harus dilihat adalah seberapa besar *strain* yang terjadi pada rancangan tersebut. Hasil analisis *strain* maksimum pada pembebanan ini dapat langsung dilihat dengan mengubah tampilan hasil analisis pada menu hasil *strain*. Pilihan sebelumnya *displacement* maka diubah ke posisi *strain* kemudian *show*. Setelah opsi itu dipilih maka tampilan analisis akan berubah seperti terlihat pada gambar 18 sebagai berikut.



Gambar 18. Tampilan *strain*

Hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 18 maka diperoleh nilai *strain* sebesar rasio 0,0000000058 to 0,000260375.

Pada gambar 19 ditunjukkan gambar perbesaran dari daerah yang ada perubahan *strain*.



Gambar 19. Perbesaran *strain* maksimum dan minimum

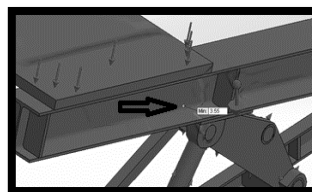
Dari hasil analisis tersebut dapat langsung terlihat bahwa *strain* maksimum terjadi pada daerah yang berwarna merah yaitu pada daerah komponen *beam* dengan nilai 0,000260375.

Setelah mengetahui *stress*, *displacement*, *strain* yang terjadi, selanjutnya adalah seberapa besar *factor of safety* yang dimiliki pada rancangan tersebut. Hasil analisis ini dapat langsung dilihat dengan mengubah tampilan hasil analisis pada menu *result*. Pilihan sebelumnya *stress*, *displacement*, dan *strain* maka diubah ke posisi *Result* kemudian *show*. Setelah opsi itu dipilih maka tampilan analisis akan berubah seperti terlihat pada gambar 20 sebagai berikut.



Gambar 20. *Factor of safety* maksimum dan minimum

Gambar 21 adalah perbesaran dari komponen *beam* yang memiliki faktor keamanan 3.6.



Gambar 21. Perbesaran gambar dari *factor of safety*

Dari hasil analisis tersebut dapat langsung terlihat bahwa faktor keamanan terkecil berada pada daerah *beam* sebesar 3.6 tetapi secara keseluruhan nilai faktor keamanan yang diperoleh berada pada rasio 3.55 sampai 1.982.290.

Nilai FoS diperoleh dari perhitungan ratio antara tegangan ijin material dengan tegangan yang terjadi, oleh karena itu apabila nilai FOS ≥ 1 maka secara teori sudah memenuhi kaidah tegangan ijin.

Dari hasil pengujian di atas maka ditabelkan sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil pengujian rangka tengah

Nama type	Minimum	Maksimum
VON : Von Mises Stress	0.000126123 N/mm ² (MPa) Node : 66776	70.4369 N/mm ² (MPa) Node : 24963
Displacement	0.00000014 mm Node : 69514	2.7 mm Node : 60805
Strain	0.00000000059 Element : 34378	0.000026 Element : 10961
Safety of Factor	3.55 Node : 24963	1.982.190 Node : 66776

Analisis Manufaktur

Dalam analisis manufaktur tentunya hal yang paling pertama ditentukan adalah gambar komponen, selanjutnya jenis material yang akan diproses karena hal ini berkaitan dengan proses selanjutnya. Berdasarkan dari konsep desain awal, bahwa material yang dipilih adalah ASTM A36 dengan sifat material yang telah dijelaskan pada bab – bab sebelumnya. Adapun langkah-langkah yang akan ditempuh adalah :

1. Penentuan proses produksi untuk masing – masing komponen yang dibuat. Daftar seluruh komponen yang akan dibuat. Identifikasi proses pekerjaan terhadap komponen. Dijelaskan bagaimana komponen bisa lebih dari satu atau lebih proses produksi. Pembahasan ini secara detil ditabelkan pada lembar lampiran.
2. Pemilihan peralatan dan mesin yang dibutuhkan. Peralatan atau mesin yang dipergunakan adalah
 - Mesin bubut
 - Mesin frais
 - Mesin sekrup
 - Mesin las
 - Mesin pembentukan pabrikasi
 Kelengkapan peralatan yang dibutuhkan
 - Pahat Hss ukuran 1/2, 3/8 dan insert karbida

- End mill Ø10, 12, 16, 20, dan pisau mantel
- Bor Ø10, 12, 14, 16
- Tap M10, M12, M14, M16, M20
- Kikir plate , setengah radius, kikir bulat
- Gerinda tangan
- Gergaji tangan
- Kikir intsrumen

3. Perhitungan waktu proses produksi. Berdasarkan pembahasan detil pada lembar lampiran, maka alokasi waktu yang diperoleh untuk tiap pemesinan adalah :

Tabel 5. Alokasi waktu

NO	NAMA PEKERJAAN	WAKTU
1	Pemesinan bubut	13879 menit
2	Pemesinan Frais	16731 menit
3	Pemesinan Las	6223 menit
4	Pabrikasi	540 menit
5	Perakitan	7 hari

4. Penentuan operator yang dibutuhkan. Berdasarkan jumlah waktu yang tersedia dan bervariasi jenis pekerjaan, maka operator yang diperlukan untuk melakukan penyelesaian pekerjaan secara efektif maka perlu sebanyak 4 orang

V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil perancangan yang dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Mekanisme model rancangan yang direncanakan untuk menerima pompa adalah sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
2. Faktor keamanan yang diperoleh pada Box Penerima dan Penarik adalah sebesar 5.4 dan untuk faktor keamanan pada rangka tengah sebesar 3.6 menurut kaidah teori bahwa faktor keamanan tersebut aman

DAFTAR PUSTAKA

- Dietter, George E, *Engineering Design, 3rd Edition., Mc-Grawhill International Editio.*
- Dedi Lazuardi, Agus Sentana, Wianasko, Putut. Perancangan Mini Tranporter Kebun Sawit di Lahan Gambut. Universitas Pasundan Bandung

-
- L.Mott, Robert,, *Elemen-elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis* Jakarta: PT. Andy Yogyakarta.
- L.Singer, Ferdinand., Pytell,Andrew, *Kekuatan Bahan*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sularso, Kiyokatsu Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Shigley, Joseph, Mitchell, *Perencanaan Teknik Mesin*, Jakarta: PT. Erlangga.
- Takeshi, Hartanto, Sugiarto, *Menggambar Mesin, menurut standar ISO*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Vovop, *Mekanika Teknik* Jakarta: PT. Andy Yogyakarta.