

## Perancangan dan Analisis Kekuatan Mekanisme Alat Pemindah *Feed Pump* Berkapasitas 8 ton

Muki Satya Permana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik - Universitas Pasundan

\*Corresponding author:muki.satya@unpas.ac.id

**Abstract.** This paper presents the mechanism design for transferring Feed Pump of 8 tons - 6 meters length. The results are presented in the form of detail drawing, mechanism components, Outriggers, and hydraulic systems. The problem definition to be solved in this study is how to design a mechanism for pump handling in a limited access space, maximum height of 6 meters and no spark allowed. The objective of this study is to design a Feed Pump transfer mechanism, analyse the strength of the structure, build Detail Drawing, Bill of Material and arrange a Standard Operating Procedure for lifting and transporting the pump. From calculation, the largest working stress of 20 MPa is at the outrigger having a Factor of Safety of 12. This stress is much lower than the yield strength of ASTM A36 ~ 250 MPa. The largest displacement is located in load area, but the value is relatively low about 0.5 mm. Considering the calculation result above, all components are able to withstand a pump load of 8 tons so that the structure is declared safe to use. Therefore, all component dimensions can be arranged in the shop drawing that should be ready to be fabricated.

**Abstrak.** Makalah ini memaparkan hasil rancangan mekanisme pemindah pompa untuk kebutuhan *overhaul Feed Pump* berbobot 8 ton - panjang 6 meter. Hasil rancangan disajikan dalam bentuk gambar detil rangka, komponen-komponen mekanisme pemindah pompa, *Outrigger*, dan sistem hidrolik. Rumusan masalah yang ingin diselesaikan dalam kajian ini adalah bagaimana merancang mekanisme pemindah pompa pada ruang akses yang terbatas dengan *ketinggian maksimum* 6 meter dan tanpa percikan api (*no spark allowed*). Tujuan kajian adalah untuk merancang mekanisme pemindah *Feed Pump*, menganalisis kekuatan struktur, membuat *Detail Drawing* dan *Bill of Material (Bom)* serta menyusun *Standard Operating Procedure (SOP) angkat - angkut pompa*. Dari hasil pemodelan, tegangan kerja terbesar 20 MPa berada di bagian bawah kaki penyangga rangka (*Outrigger*) dengan harga *Factor of Safety (FOS)* sebesar 12. Harga tegangan ini jauh lebih rendah dari kekuatan luluh material ASTM A36 ~ 250 MPa. Harga *displacement* terbesar berada di daerah yang dikenai beban, namun harganya relatif rendah yaitu 0,5 mm. Dengan mempertimbangkan pada hasil perhitungan di atas, maka struktur dan setiap komponennya mampu menahan beban pompa sebesar 8 ton sehingga struktur dinyatakan aman untuk digunakan. Oleh karena itu, maka seluruh dimensi komponen yang telah dihitung dapat ditampilkan dalam bentuk gambar kerja yang nantinya siap untuk dibuat dan dioperasikan.

**Keywords:** Rancangan mekanisme pemindah pompa, *feed pump*, *detail drawing*, tegangan, deformasi, *factor of safety*.

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Berangkat dari alasan pemeliharaan maka suatu alat yaitu *Feed Pump* harus diangkat dan dipindahkan dari tempatnya untuk dibawa ke workshop. Bobot pompa adalah 8 ton tanpa motor listrik dan panjang 6 meter. Biasanya kegiatan angkat dan angkut ini dilakukan dengan menggunakan *Tower Crane* namun karena alasan biaya yang tinggi maka perlu dilakukan pengadaan fasilitas tanpa harus menggunakan crane tersebut. Batasan utama dalam pengadaan peralatan ini adalah bahwa selama pembuatan dan pengoperasian tidak boleh ada percikan api. Batasan kedua adalah bahwa

pengadaan peralatan harus mengikuti space atau dimensi area lokasi pompa dan tidak boleh memotong struktur maupun instalasi eksisting setinggi 6 meter. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka perlu dilakukan proses rancang bangun alat angkat dan alat angkut dengan memperhatikan kedua batasan di atas. Proses rancang bangun dilakukan melalui dua tahapan besar yaitu tahap *preliminary design* dan *developed design*. Tahap *preliminary design* dilakukan untuk memilih mekanisme yang sesuai dengan dimensi dan bobot pompa yang tersedia sedangkan tahap *developed design* adalah tahap design dengan memperhatikan sangat ketat lokasi yang benar-

benar diperbolehkan tanpa harus memindahkan peralatan eksisting. Kedua tahapan ini telah dilakukan dan dari hasil *developed design* diperoleh optimasi desain berdasarkan hasil stress analysis dan akhirnya disusun gambar teknik sebagai dasar dalam membangun peralatan sesuai dengan yang diperlukan. Topik utama yang dibahas pada makalah ini terpusat pada perancangan mekanisme pemindah dan alat angkut pompa.

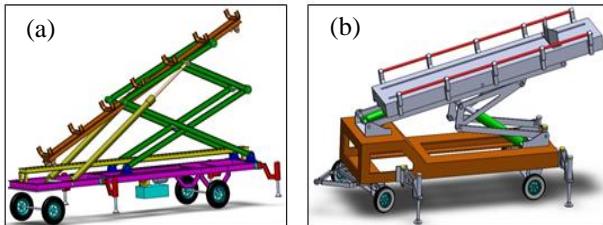
## Metode Penelitian

Urutan penyelesaian masalah disusun sebagai berikut:

1. Melakukan perencanaan tahapan kajian Mengumpulkan data gambar, desain peralatan, Layout space pompa
2. Visual inspection di lapangan instalasi dan ruang peralatan pompa
3. Analisis tata letak ruang peralatan dan instalasi sebagai dasar dalam perancangan *Feed Pump Handling*
4. Menentukan alternatif desain mekanisme alat pemindah Feed Pump
5. Penentuan metodologi kalkulasi mekanisme pemindah dan penggunaan standar
6. Kalkulasi detail & Analisis hasil kalkulasi
7. Pemodelan mekanisme berbasis komputer
8. Draft Construction Drawing
9. Analisis Drawing & Review
10. Final Drawing using AutoCAD/Solid work
11. Penyusunan SOP

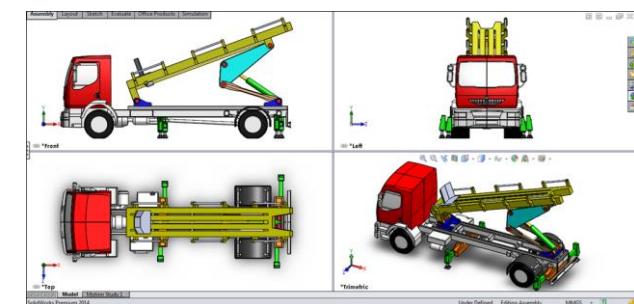
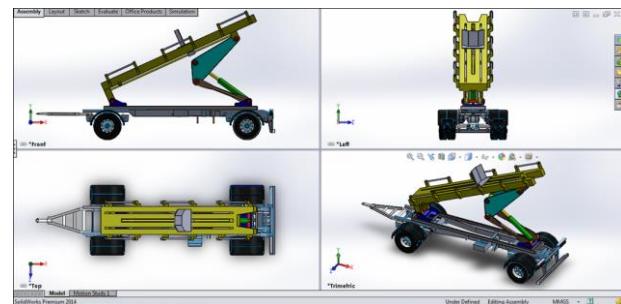
## Hasil dan Pembahasan

Alternatif design mekanisme ditampilkan pada Gambar 1.



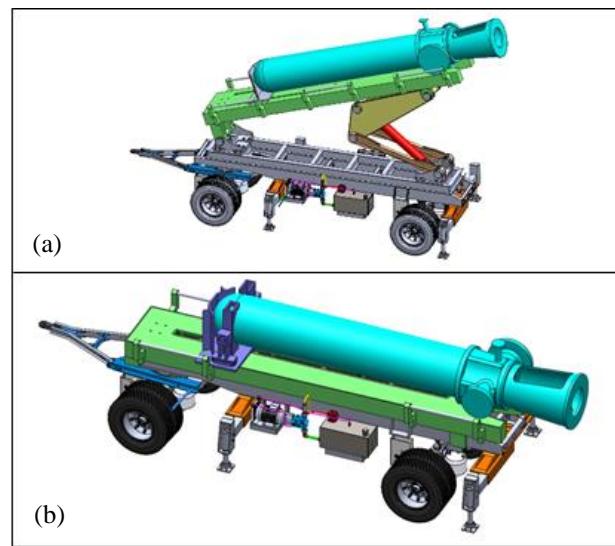
**Gambar 1.** Alternative design alat angkut (*Transporting Vehicle*): (a). X Model, (b), Praying Mantis Model

Selanjutnya pemilihan mekanisme ditetapkan pada mekanisme *praying mantis model*. Penyempurnaan gambar tersebut ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Complete design dari Praying Mantis Model

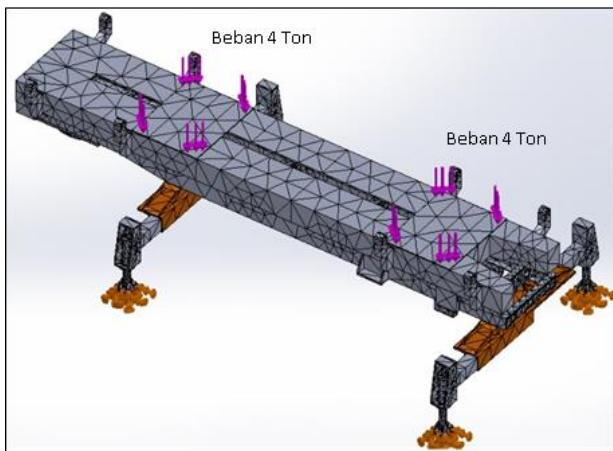
Hasil *preliminary design* sebagaimana disajikan pada Gambar 2 tidak digunakan dalam usulan rancangan ini karena tereliminir oleh tinggi *vehicle* yang tidak memenuhi batas ketinggian 6 meter. Namun demikian, hasil ini dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan rancangan berikutnya. Hasil pengembangan rancangan lanjut ini ditampilkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Vehicle hasil rancangan (a). Preliminary Design (b). Developed Design

Untuk memenuhi persyaratan ruang di instalasi *feed pump*, maka rancangan awal mekanisme alat angkut berubah dari Gambar 3a menjadi Gambar 3b. Selanjutnya, untuk memenuhi kriteria kekuatan sesuai dengan beban *feed pump* maka hasil rancangan harus dihitung dengan menggunakan

pemodelan metode elemen hingga. Setelah rancangan vehicle memenuhi kriteria di atas, maka dapat diperoleh optimasi dimensi dengan memperhitungkan *factor of safety* dari setiap komponen yang menopang beban *feed pump*. Model geometri dan *wire mesh* untuk meja penyangga pompa dan rangka kendaraan saat menerima beban penuh tegak sebesar 8 ton diperlihatkan pada gambar 4.

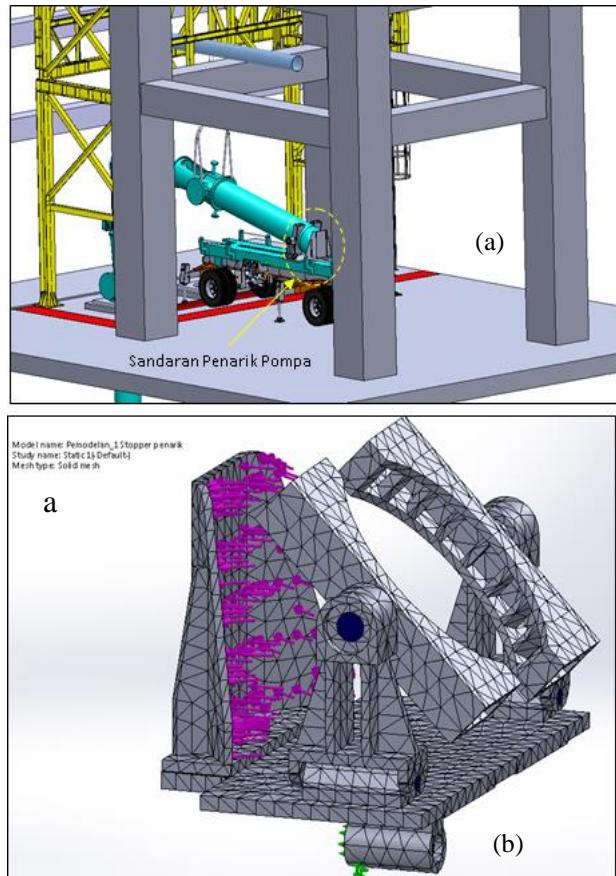


**Gambar 4.** Model geometri *wire mesh* meja penopang beban *feed pump* 8 ton

Tegangan von misses yang terbaca pada *stress contour* menunjukkan harga yang relatif rendah. Tegangan kerja terbesar adalah 20 MPa di bagian bawah kaki penyangga chassis (*outtrigger*). Bila dibandingkan dengan material struktur vehicle yaitu ASTM A36 atau setara dengan SS-41 yang memiliki kekuatan luluh 250 MPa maka tegangan tersebut jauh lebih rendah. Besar tegangan von misses yang rendah relevan dengan harga FOS yang umumnya mencapai harga 20 bahkan lebih. Harga FOS relatif rendah di bagian bawah beban namun masih dinyatakan aman karena harganya masih relatif tinggi yaitu 12. Harga displacement terbesar berada di daerah yang dikenai beban namun harganya juga relatif rendah yaitu sebesar 0.5 mm. Dengan melihat hasil pemodelan tersebut maka struktur penyangga beban yaitu chassis dan meja mampu menahan beban pompa sebesar 8 ton. Oleh karena itu, maka seluruh dimensi yang ditentukan dalam pemodelan dapat digunakan dan siap untuk ditampilkan dalam bentuk gambar teknik.

Selanjutnya, kondisi pompa pada saat ditarik dengan menggunakan Stopper diperlihatkan pada gambar 5. Beban pompa maksimum yang diterima oleh sandaran terjadi pada sudut  $45^\circ$  dan besarnya

adalah 2 Ton. Model wire mesh ketika stopper dibebani diperlihatkan pada gambar 5b.



**Gambar 5.** (a). Model geometri dan (b). model *wire mesh* pada Sandaran Penarik (*Stopper*)

Tegangan von misses yang terbaca pada *stress contour* menunjukkan harga yang relatif rendah. Tegangan kerja terbesar adalah 50 MPa di area sandaran. Bila dibandingkan dengan material struktur vehicle yaitu ASTM A36 atau setara dengan SS-41 yang memiliki kekuatan luluh 250 MPa maka tegangan tersebut jauh lebih rendah. Besar tegangan von misses yang rendah relevan dengan harga FOS yang umumnya mencapai harga 20 bahkan lebih. Harga FOS relatif rendah di bagian bawah beban namun masih dinyatakan aman karena harganya masih relatif tinggi yaitu 5. Harga displacement terbesar berada di daerah bagian atas sandaran namun harganya masih relevan yaitu sebesar 3 mm. Dengan melihat hasil pemodelan tersebut maka struktur Sandaran Penarik (*Stopper*) mampu menahan beban sandaran pompa sebesar 2 ton. Oleh karena itu, maka seluruh dimensi yang ditentukan dalam pemodelan dapat digunakan dan siap untuk ditampilkan dalam bentuk gambar teknik.

## Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil analisis ini adalah:

1. Hasil rancangan vehicle alat angkut pompa telah memenuhi kriteria ruang (*space*) di area instalasi pipa dan bebas dari percikan api (*anti-spark*) serta dapat diterapkan dan dibuat sesuai dengan kaidah keteknikan secara praktis.
2. Berdasarkan hasil detil perhitungan dengan menggunakan metode FEM (*finite element method*) dapat dinyatakan bahwa seluruh komponen telah memenuhi kriteria keamanan (*factor of safety*).
3. Berdasarkan kriteria keamanan dari hasil *stress analysis*, maka seluruh dimensi telah memenuhi optimasi desain sehingga dapat dibuat *construction drawing* per komponen yang telah dilengkapi dengan standar material dan toleransi.

## Penghargaan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada berbagai pihak yang telah mendorong dalam penyelesaian penelitian ini. Sejurnya disampaikan pula bahwa kelancaran berlangsungnya penelitian ini berkat perhatian tulus sejumlah pribadi yang amat antusias dalam pencapaian tujuan penelitian khususnya pada perhitungan kekuatan selama dilakukan perancangan dan analisis kekuatan mekanisme alat pemindah *feed pump* berkapasitas 8 ton.

## Referensi

- [1] Santoso, G. dan Permana, M. S., 2017, Analisis Tegangan Pada Batang Utama Mekanisme Bukaan Payung Raksasa, Journal Dinamika Teknik Mesin 7 (2017)108-117, <http://dinamika.unram.ac.id/index.php/dinamika>
- [2] Permana, M. S., 2018, Re-Drawing Dan Perhitungan Kekuatan Struktur Penopang Mesin Press 1 Cavity - Hydraulic Cylinder Atas. Technical Report.
- [3] Permana, M. S., 2017, Analisis Kekuatan, Remaining Life Assessment, dan Constructability Study pada Stack F-8-03 di Unit Hydrogen Plant - Area HCC. Technical Report.
- [4] Permana, M. S., 2017, Analisis Kekuatan Sambungan Pipa dengan Menggunakan Finite Element Analysis. Technical Report.
- [5] Permana, M. S., 2014, Structural Analysis of Furnace due to Replating, (Aided by SAP 2000 & SolidWorks 14). Technical Report.
- [6] Permana, M. S., 2013, Constructability Study for Repair DFAH (*Direct Fired Air Heater*) di Unit RCC (*Residue Catalitic Cracking*). Technical Report.