



ANALISIS CRANE PORTABLE DENGAN KEMAMPUAN ANGKAT 1 TON

Kadriadi^{a*}, Kadex Widhy Wirakusuma^a, Agus Salim Opu^b, Muhammad Alfian^a

^aProgram Studi Teknik Perawatan Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, Labota, Kec. Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah 94974, Indonesia

^bProgram Studi Teknik Kimia Mineral, Politeknik Industri Logam Morowali, Labota, Kec. Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah 94974, Indonesia

*Corresponding authors at: e-mail: kadriadi@pilm.ac.id (Kadriadi) Tel: +62 852-7403-3230

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diajukan pada 17 Juni 2024

Direvisi pada 22 Agustus 2024

Disetujui pada 27 Agustus 2024

Tersedia daring pada 06 September 2024

Kata kunci:

Crane portable, rancang bangun, safety factor

Keywords:

Portable cranes, design, safety factors

ABSTRAK

Crane portable merupakan salah satu alat bantu angkat dan angkut material yang dapat berpindah tempat dalam satu lingkungan kerja dengan bantuan roda. Perkembangan teknologi sekarang telah banyak menghasilkan kreasi yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia, serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat crane portable dengan kemampuan angkat 1 ton agar mempermudah proses pengangkatan dan pengangkutan barang. Dalam perancangan alat ini juga memperhatikan safety factor agar pada saat pengoperasian tidak terjadinya kecelakaan yang diinginkan. Alat ini dioperasikan dengan arus listrik sebagai sumber penggerak motor untuk menggerakkan drum dengan transmisi gearbox dan tali yang digunakan sebagai media angkat adalah tali sling. Safety factor yang diperoleh pada bagian utama dari alat ini yaitu sebesar 1.497 N/m^2 , sehingga aman untuk mengangkat beban sebesar 1000 kg.

ABSTRACT

The aid of wheels, portable cranes are equipment for lifting and moving items about the work area. Numerous innovations in technology have been made in an effort to facilitate human labour and boost both the volume and quality of output. The goal of this project is to develop a mobile crane that can lift one tonne, making the operation of lifting and moving objects easier. Safety considerations are also taken into account when creating this instrument to ensure that the intended accidents do not happen when it is in use. This tool uses a gearbox and electric current as a source of motor drive to move the drum. A sling rope is utilised as the lifting medium. The safety factor of 1.497 N/m^2 for the tool's primary component, lifting loads up to 1000 kg is considered safe

1. PENGANTAR

Karyawan diwajibkan untuk melakukan pekerjaan sesuai dengan *Standard Operating Procedure* (SOP) di mana karyawan tidak di perbolehkan mengangkat suatu beban secara manual karena dapat mengakibatkan kecelakaan kerja sehingga di butuhkan alat bantu pemindah material baik dari pesawat sederhana hingga alat berat salah satunya adalah crane. Perkembangan teknologi sekarang telah banyak menghasilkan kreasi yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan manusia, serta dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi. Terutama untuk bagian konstruksi dan industri yang dikenal suatu alat yang dinamakan dengan crane. Crane sangat dibutuhkan untuk mengangkat serta memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lainnya (Kadang dkk, 2019). Crane sangat besar manfaatnya untuk para pekerja yang bekerja di perindustrian maupun di perbengkelan yang banyak memindahkan dan mengangkat benda-benda dengan beban yang berat. Di bengkel otomotif, crane digunakan untuk mengangkat mesin. Crane yang dilengkapi roda dimungkinkan untuk digerakkan kesegala arah sesuai keinginan penggunanya (Usman dkk, 2018). Crane adalah gabungan mekanisme pengangkat secara terpisah dengan rangka untuk mengangkat atau sekaligus mengangkat dan memindahkan muatan yang dapat digantung secara bebas dan diikatkan pada crane (Glen dkk, 2020).

Pada penelitian sebelumnya dari Farah Dhiba Anwar yang berjudul “Rancang Bangun Landasan Crane Portable dengan Kemampuan Angkat 50 kg”. Pada penelitian tersebut memiliki kekurangan, dimana pada rancang bangunnya kurang panjang ke depan sehingga pada saat pengangkatan beban terjadi lendutan yang mengakibatkan kondisi crane mulai tidak stabil. Selanjutnya pada penelitian Glen Gerald Tanari yang berjudul “Modifikasi Crane Portable dengan Kemampuan Angkat 50 kg”, memiliki kekurangan yaitu pada kemampuan angkat beban crane yang hanya memiliki beban angkat 50 kg, jika dilihat dari pengaplikasiannya dalam dunia industri rata-rata berat yang dimiliki oleh alat atau bahan adalah sekitar 100 kg sampai dengan 800 kg, maka crane yang hanya memiliki kemampuan angkat 50 kg tidak dapat digunakan karena dapat membuat crane rusak serta dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Berdasarkan hal tersebut dianggap perlu melakukan penelitian tentang “Rancang Bangun Crane Portable dengan Kemampuan Angkat 1 ton”. Diharapkan pada penelitian ini adalah Crane Portable yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan untuk mempermudah proses pengangkatan dan pengangkutan barang serta mengurangi timbulnya kecelakaan kerja.

1.1. Definisi Crane

Crane adalah suatu alat pengangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, *crane* digunakan untuk angkat muatan secara vertikal dan gerak ke arah horizontal bergerak secara bersama dan menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan *crane* secara dua derajat kebebasan (Usman dkk, 2018). Menurut (Siregar dkk, 2018) *crane* adalah salah satu alat berat (*material handling equipment*) yang digunakan untuk memindahkan muatan yang berat dari satu tempat ke tempat yang lain dalam jarak yang tidak jauh, misalnya pada bagian atau departemen pabrik, pada tempat-tempat penumpukan bahan, lokasi konstruksi, tempat penyimpanan dan pembongkaran muatan, dan perbengkelan (Eriyanto dkk, 2023).

1.2. Prinsip Kerja Crane

Prinsip kerja *crane portable* tidak jauh beda dengan *crane* yang biasa digunakan sebagai alat pengangkat. Cara pengoperasiannya yakni menurunkan *hook* yang terdapat pada tali kawat baja (*sling*) lalu dikaitkan pada beban kemudian *crane* tersebut didorong ke arah titik peletakan material, selanjutnya menurunkan beban yang sudah diangkat. Proses pengangkatan dan penurunan beban tersebut disebut *lifting* (Siregar dkk, 2018).

1.3. Jenis-jenis Crane

1. Crawler Crane

Crawler Crane merupakan *crane* yang umumnya digunakan apabila diperlukan gesekan antara permukaan tanah dan roda (sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya slip). Tenaga yang diperoleh dapat maksimum karena adanya bidang kontak yang luas pada tumpuan. *Crawler crane* adalah *crane* yang menggunakan *clawler* (kelabang) (Siregar, 2018).

Crawler Crane salah satu jenis mobil *crane* yang memungkinkan fungsi pengangkatan sekaligus transportasi beban karena tidak menggunakan perangkat *outrigger*. Fungsi utama sekaligus menjadi kelebihan *crawler crane* adalah kemampuannya dalam mengangkat beban dengan kapasitas berat, dan sekaligus bergerak di area konstruksi yang sulit dan ekstrim. *Crawler Crane* juga sering digolongkan sebagai *heavy duty crane* karena kemampuannya.



Gambar 1: Crawler crane

2. Truck Crane

Mobil Crane (Truck Crane) adalah *crane* yang terdapat langsung pada mobil sehingga dapat dengan mudah dibawa langsung pada lokasi kerja tanpa harus menggunakan kendaraan (*trailer*). *Crane* ini memiliki kaki (pondasi/tiang) yang dapat dipasangkan sehingga ketika *crane* beroperasi tetap seimbang. *Truck crane* ini dapat berputar 360 derajat (Siregar dkk, 2018). Jenis *crane* ini berfungsi menunjang kinerja untuk mengangkat material berat dalam proses konstruksi bangunan.



Gambar 2: Truck crane

3. Tower Crane

Tower crane merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horizontal kesuatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Tipe *crane* ini dibagi berdasarkan cara *crane* tersebut berdiri yaitu *crane* yang dapat berdiri bebas (*free standing crane*), *crane* di atas rel (*rail mounted crane*) (Siregar dkk, 2018). *Tower crane* dapat menyesuaikan tinggi hingga mencapai lebih dari 100 m, maka dari itu alat ini sangat penting dalam pembuatan atau pada konstruksi gedung yang tinggi. Bentuk dari *tower crane* sendiri berbentuk L terbalik yang mampu mengangkat berat beberapa ton ke ketinggian tertentu.



Gambar 3: Tower crane

4. Hoist Crane

Hoist crane merupakan pesawat angkat yang biasanya terdapat pada pergudangan dan perbengkelan. *Hoist crane* ditempatkan pada langit-langit dan berjalan di atas rel khusus yang dipasang pada langit-langit tersebut. Rel-rel tadi juga dapat bergerak secara maju-mundur pada satu arah (Siregar dkk, 2018). Jenis *crane* ini dapat digunakan untuk mengangkat barang ataupun beban pada posisi tegak lurus atau horizontal, kemampuan gaya angkat *hoist* diperoleh dari perubahan energi mekanik, hidrolik, elektrik, dan pneumatik.



Gambar 4: Hoist crane

1.4. Komponen Utama Crane

Berikut beberapa komponen utama *crane*; (1) Tali Kawat Baja. Tali kawat/kabel baja merupakan satu bagian yang sangat krusial pada sebuah *crane*, karena tidak satupun *crane* yang tidak menggunakan tali kawat baja. Beberapa untaian, dan setiap untaian terdiri atas beberapa utas kawat dengan persyaratan sebagai berikut; terbuat dari bahan baja berkualitas tinggi, tahan terhadap karat, tahan terhadap kelelahan, dan tahan terhadap tekukan (Siregar dkk, 2018). Pada penelitian ini menggunakan tali *sling* baja struktur *steel wire rope* dengan diameter tali (d) 6mm, beban patah (P_b) = 15400 kg dan tegangan patah (σ_b) = 140-159 kg/mm². (2) Drum. (*Roller*) Drum berfungsi sebagai alat penggulung tali baja (*Wire Rope*). Drum yang berbentuk silinder sebagai sarana penggulung tali pengangkat beban (Siregar dkk, 2018). Pada penelitian ini menggunakan drum berdiameter 140 mm dengan poros berdiameter 42 mm. (3) Pengait (*Hook*). Hook adalah merupakan komponen yang digunakan untuk menggantung beban. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pengangkatan dan menggantung beban yang akan diangkat pada hook (Madani dkk, 2013). Pada penelitian ini menggunakan snatch hook blook dengan spesifikasi lampiran kait yang dapat memutar dan memiliki pulley untuk dua arah jatuh *sling*, dengan batas beban kerja 1 ton. (4) Besi *Hollow*. Besi *hollow* memiliki beberapa keunggulan yang membuat jenis besi ini begitu banyak diminati oleh masyarakat. Beberapa keunggulan besi *hollow* diantaranya adalah tahan api, anti rayap, anti karat, proses pemasangan yang cepat, dan harganya cukup terjangkau. Pemasangan yang lebih cepat tentu akan menghemat biaya tenaga kerja untuk pemasangan. Selain itu harga besi *hollow* lebih terjangkau hingga mampu mengurangi biaya konstruksi. (5) Roda. Roda berfungsi untuk membantu pemindahan dan pergerakan alat meskipun dalam keadaan mengangkat beban. Roda yang digunakan biasanya berbahan besi dilapisi karet atau plastik yang bertujuan memperkecil gaya gesek yang terjadi pada roda saat pergerakan alat yang sedang menopang beban. Jumlah dan ukuran roda yang digunakan pada suatu mesin berbanding lurus dengan ukuran dan kapasitas suatu mesin, semakin besar suatu mesin maka jumlah dan ukuran roda yang digunakan semakin besar dan banyak (Glen dkk, 2022). Pada penelitian ini menggunakan roda jenis *polyurethane* dengan spesifikasi roda berdiameter 100 mm, ukuran plat 110 × 100 mm, lebar tapak 50 mm, dengan kemampuan /roda 300 kg. (6) Bantalan. Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu proses berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memastikan proses serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika tidak berfungsi dengan baik

maka seluruh sistem kemungkinan akan mengalami kegagalan atau tidak bekerja secara maksimal. Jadi bantalan pada permesinan dapat disamakan dengan pondasi pada bangunan (Glen dkk, 2020). Penelitian kali ini menggunakan *pillow block* dengan spesifikasi UCP 207 AS 35 mm.

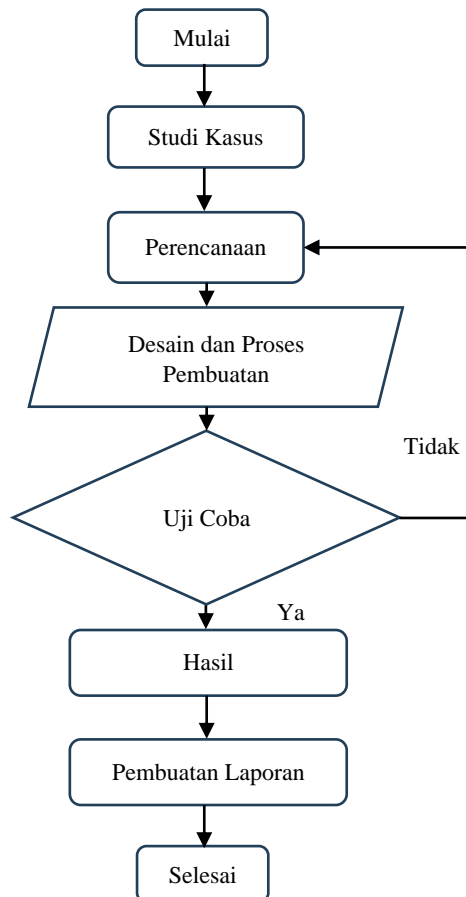
2. METODE

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan proses seperti yang terlihat pada gambar 5 di bawah ini.

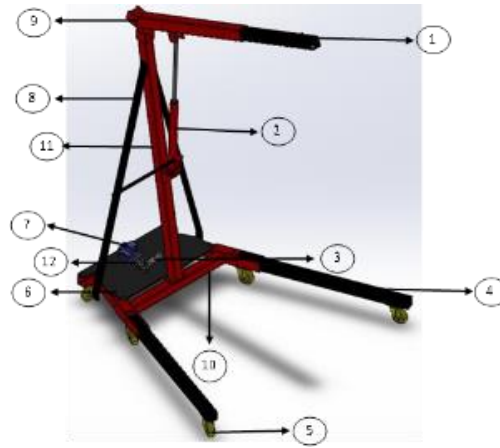
2.1. Diagram Alir

Perencanaan; Dalam perencanaan ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu desain alat dan proses *plan*. Pada saat proses desain alat, aplikasi yang digunakan adalah *solidworks*. Aplikasi ini digunakan karena bisa melakukan simulasi yang dibutuhkan untuk alat yang sedang dirancang ini (Wirakusuma dkk, 2024). Adapun desain alatnya bisa dilihat pada gambar 6. Langkah selanjutnya adalah Perancangan; Perancangan merupakan suatu bentuk kegiatan yang sudah dikoordinasikan untuk mencapai sebuah tujuan dalam jangka waktu tertentu. Sebelum melakukan suatu pengerjaan terlebih dahulu menyiapkan hal-hal yang harus dipersiapkan. Pada tahap perancangan ini, terdiri dari beberapa tahap-tahap (Kadriadi dkk, 2024).

Adapun tahapannya adalah sebagai berikut; (a) Perancangan landasan *crane portable*, (b) Perancangan penahan lengan dan tiang utama, dan (c) Perancangan roda. Proses selanjutnya pada penelitian ini adalah tahap Pembuatan. Tahapan ini dilakukan setelah melewati proses perencanaan dan perancangan. Adapun langkah-langkah pada proses ini adalah sebagai berikut; (a) Pengukuran dan pemotongan material, (b) Pengelasan, (c) Pengeboran, (d) Pemasangan roda, (d) Pemasangan lengan outer dan *inner*, (e) Pemasangan *long arm jack hydraulic*, (f) Pemasangan *drum, pillow block*, dan *gearbox*, dan (g) Pemasangan tali sling dan *hook*.



Gambar 5: Diagram alir penelitian



Gambar 6: Desain alat

Keterangan: (1) Lengan *Inner*, (2) *Long arm jack hydraulic*, (3) *Drum*, (4) Rangka landasan depan, (5) Roda, (6) Landasan penggerak, (7) Motor listrik, (8) Besi plat penyangga lengan, (9) Lengan *outer*, (10), Landasan lengan, (11) Lengan horizontal, dan (12) *Gear box*.

2.2. Uji Coba

Adapun *standar operasional* (SOP) yang harus dilakukan sebelum melakukan uji coba alat adalah sebagai berikut: (a) Pastikan operator menggunakan alat pelindung diri agar mengurangi dampak kecelakaan kerja, (b) Pastikan keadaan sekitar bersih serta aman dari bahaya akan terjadinya kecelakaan kerja, (c) Periksa kondisi bagian tali *sling*, baut, *hook*, bor *portable*, *gearbox*, dan roda. Pastikan semuanya dalam keadaan yang baik, (d) Pastikan landasan kerangka, system penggerak, dan lengan *crane* dalam keadaan baik sebelum dilakukan pengoperasian, (d) Mengoperasikan alat sesuai dengan urutannya, (e) Melepaskan pengait pada beban. Setelah *crane* dioperasikan pastikan alat tersebut kembali ke tempat semula, dan (f) Selanjutnya bersihkan *crane portable* ketika selesai digunakan.

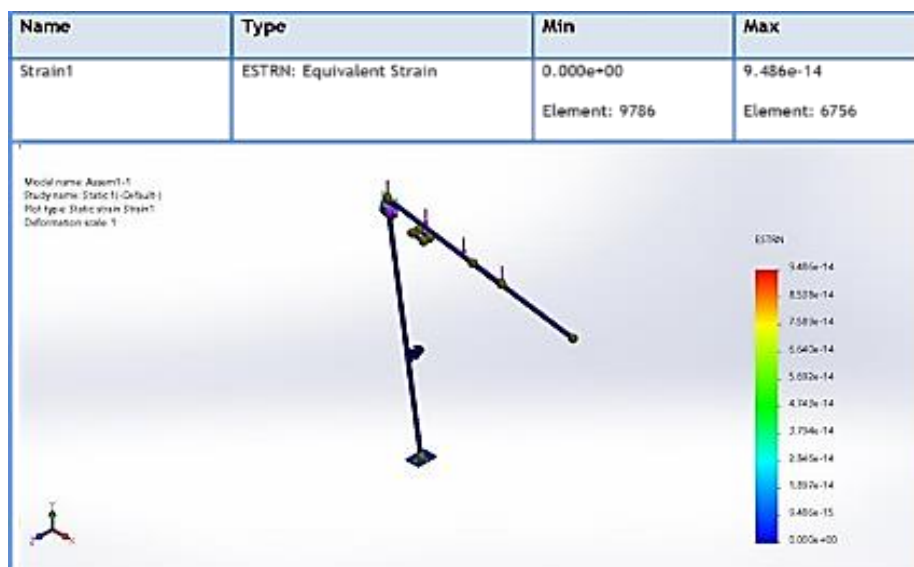
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Perhitungan Kekuatan Rangka

Analisa kekuatan rangka:

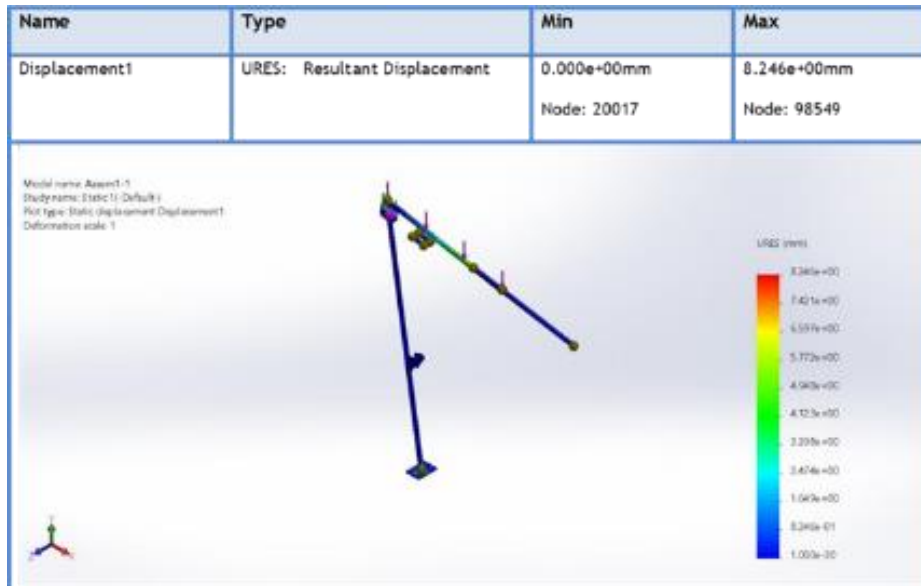
a. Pembebanan pada *inner* dan *outer*.

Pembebanan dilakukan pada area *inner* dan *outer* mesin diberikan beban yaitu sebesar 1000 kg atau 10.000 N. Nilai analisis simulasi yang diketahui pertama yaitu *strain*, bahwa besaran beban awal yang diberikan pada rangka di area 1 ini sebesar 10.000 N (1000 kg) dan besarnya regangan maksimal yang terjadi adalah sebesar $9,486 \times 10^{-14}$ N/m² dengan ditunjukkan oleh diagram warna pada area yang berwarna merah yang dapat dilihat pada gambar 7. Adapun pada analisis simulasi *displacement* yang telah dilakukan, nilai *displacement* terbesar pada pembebanan rangka area 1 ditunjukkan oleh diagram warna yang berwarna merah Rangka pada rancangan ini material yang digunakan adalah besi *hollow*.



Gambar 7: Simulasi *strain*

Menurut dari diagram warna hasil simulasi yang terlihat pada gambar 9, dapat diketahui bahwa nilai *stress* atau nilai tegangan maksimal yang didapatkan yaitu sebesar $3,541 \times 10^6$ N/m², yang dimana menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum yang terjadi masih berada di bawah nilai *yield strength* material rangka *crane*.



Gambar 8: Simulasi displacement

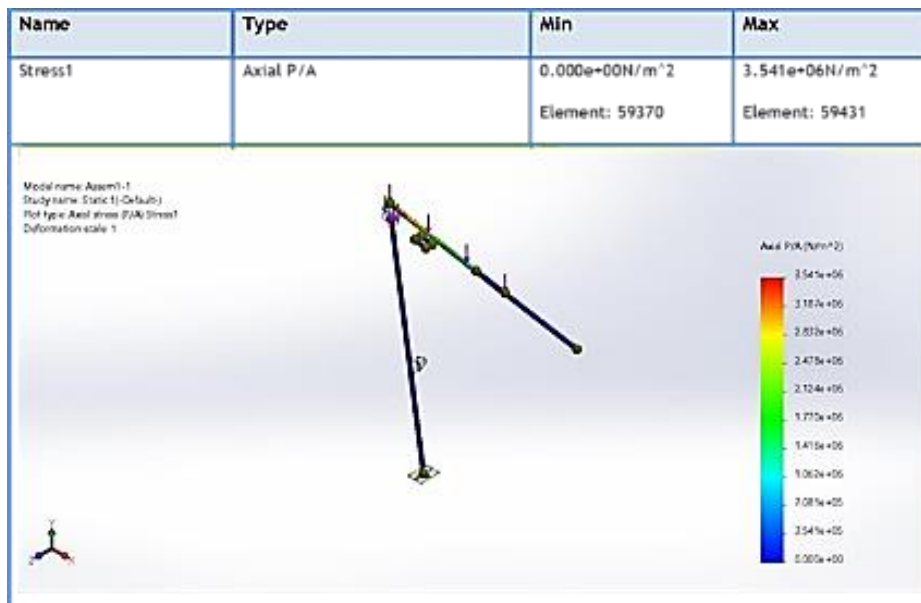
Untuk mengetahui bahwa pembebanan rangka pada area 1 aman digunakan, maka dapat dihitung nilai *safety factor* dengan persamaan (1), yaitu:

$$Sf = \frac{\sigma \text{ yield strength}}{\sigma \text{ max von mises}} \tag{1}$$

Keterangan:

- Sf = *safety factor*
- σ yield strength = kekuatan luluh material
- σ max von mises = tegangan kerja maksimal

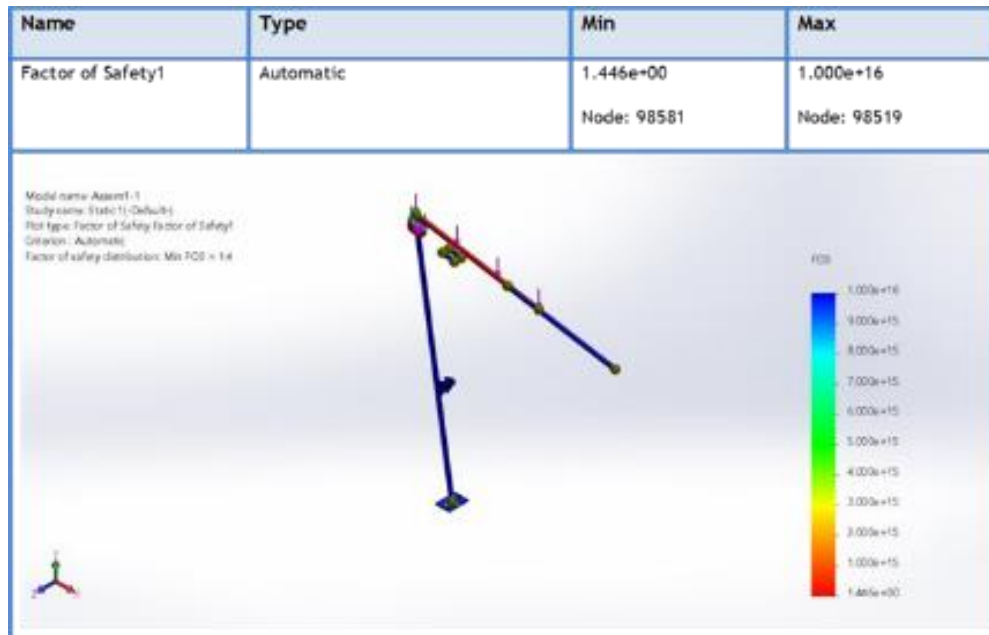
$$Sf = \frac{5,3 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{3,541 \times 10^6 \text{ N/m}^2} = 1,497$$



Gambar 9: Simulasi stress

Berdasarkan hasil nilai *safety factor* pembebanan rangka pada area 1 ini telah melebihi dari nilai yang dipersyaratkan, sehingga rancangan rangka yang telah dibuat untuk pembebanan pada area 1 ini, aman untuk menahan beban sebesar 10.000 N (1000 Kg).

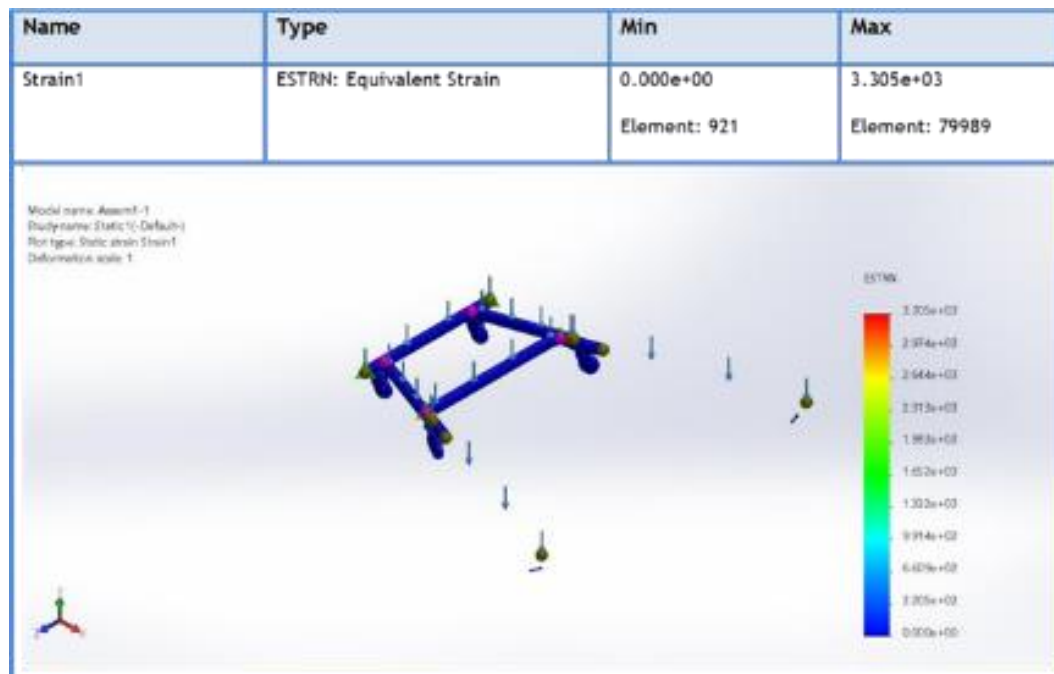
Untuk mengetahui bahwa pembebanan rangka pada area 1 aman digunakan, maka dapat diamati melalui gambar di bawah, pada nilai *factor of safety distribution* min FOS =1,4 jika nilai FOS > 1 maka bagian tersebut memenuhi *Factor of safety*.



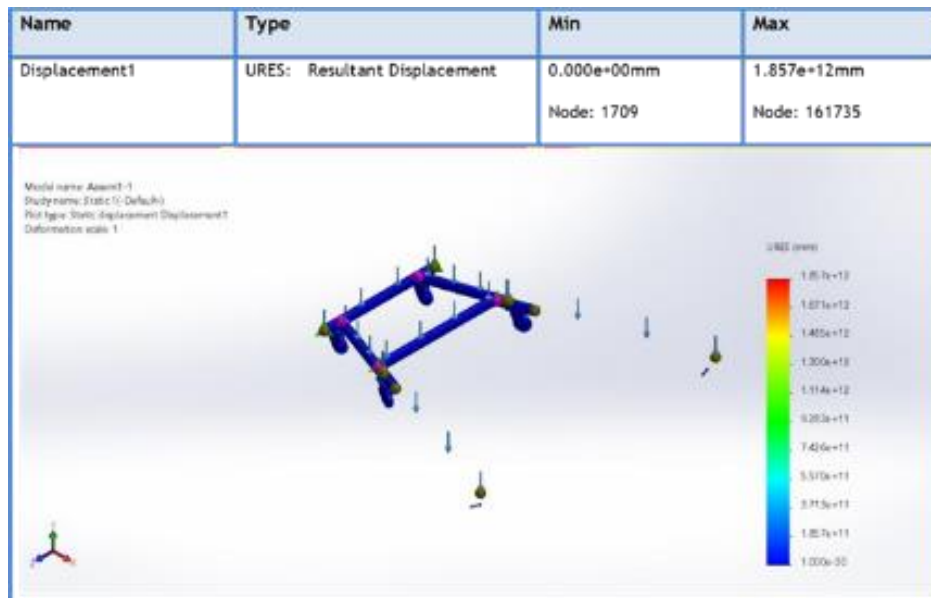
Gambar 10: Simulasi *factor of safety*

b. Pembebanan pada rangka landasan

Pembebanan dilakukan pada area rangka landasan. Seperti yang terlihat area bagian bawah rangka dikenakan pembebanan yaitu sebesar 1000 kg atau 10.000 N. Nilai analisis simulasi yang diketahui pertama yaitu *strain*, bahwa besaran beban awal yang diberikan pada rangka di area 2 ini sebesar 10.000 N (1000 kg) dan besarnya regangan maksimal yang terjadi adalah sebesar $3,305e-03$ N/m² dengan ditunjukkan oleh diagram warna pada area yang berwarna merah, seperti yang ditunjukkan pada gambar 11. Adapun pada analisis simulasi *displacement* yang telah dilakukan, nilai *displacement* terbesar pada pembebanan rangka area 2 ditunjukkan oleh diagram warna, yang berwarna merah seperti yang ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 11: Simulasi *strain* pada rangka landasan



Gambar 12: Simulasi *displacement* pada rangka landasan

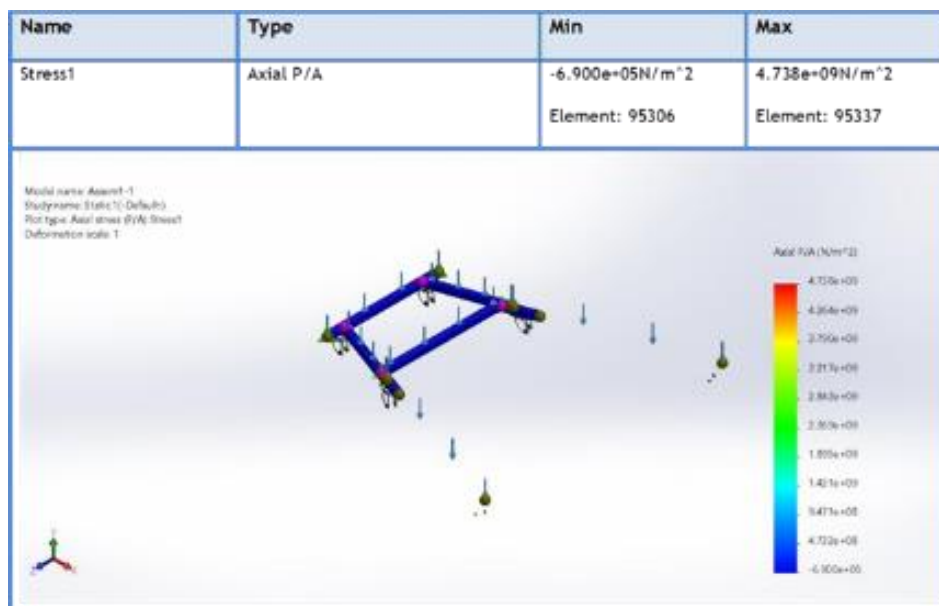
Menurut hasil dari diagram warna hasil simulasi yang terlihat pada gambar. Dapat diketahui bahwa nilai *stress* atau nilai tegangan maksimal yang didapatkan yaitu sebesar $4,738 \times 10^9 \text{ N/m}^2$, yang dimana menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum yang terjadi masih berada di bawah nilai *yield strength* material rangka mesin. Untuk mengetahui bahwa pembebanan rangka pada area 2 aman digunakan, maka dapat dihitung nilai *safety factor* dengan persamaan (2), yaitu.

$$Sf = \frac{\sigma \text{ yield strength}}{\sigma \text{ max von mises}} \tag{2}$$

Keterangan:

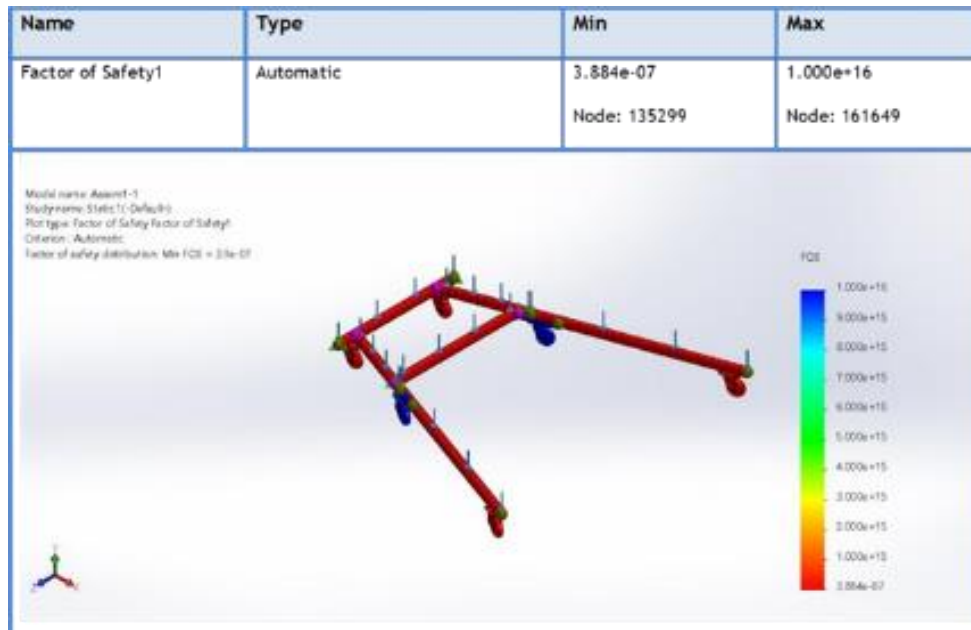
- Sf = *safety factor*
- $\sigma \text{ yield strength}$ = kekuatan luluh material
- $\sigma \text{ max von mises}$ = tegangan kerja maksimal

$$Sf = \frac{5,3 \times 10^8 \text{ N/m}^2}{4,738 \times 10^9 \text{ N/m}^2} = 1,11$$



Gambar 13: Simulasi *stress* pada rangka landasan

Berdasarkan hasil nilai *safety factor* pembebanan rangka pada area 2 ini telah melebihi dari nilai yang dipersyaratkan, sehingga rancangan rangka yang telah dibuat untuk pembebanan pada area 2 ini, aman untuk menahan beban sebesar 10.000 N (1000 kg). Untuk mengetahui bahwa pembebanan rangka pada area 2 aman digunakan, maka dapat diamati melalui gambar di bawah, pada nilai factor of safety distribution min FOS=3,9e+07 ($3,9 \times 10^7 = 39.000.000$) jika nilai FOS > 1 maka bagian tersebut memenuhi *Factor of safety*.



Gambar 14: Simulasi *factor of safety* pada rangka landasan

Tabel 2: Data Hasil Pengujian *Crane Portable*

No	Beban Uji	Ketinggian	Keterangan	Gambar
1	469 kg	40 cm	Baik (Lengan <i>crane</i> tidak mengalami lendutan)	
		70 cm	Baik (Lengan <i>crane</i> tidak mengalami lendutan)	
		100 cm	Baik (Lengan <i>crane</i> tidak mengalami lendutan)	

3.2 Pembahasan

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan diketahui bahwa *crane portable* mampu mengangkat pipa hitam sch 40 yang memiliki ketebalan sebesar 10,3 mm dan simulasi berat sebanyak 469 kg dengan mengangkat yang mencapai ketinggian yang berbeda, pada ketinggian 40 cm dari permukaan tanah *crane portable* mampu mengangkat pipa tanpa mengalami kelendutan, Kedua di ketinggian 70 cm dari permukaan tanah *crane portable* tidak mengalami kelendutan dan masih dalam kondisi baik atau layak pakai, pada pengujian di ketinggian terakhir yaitu mencapai 100 cm dari permukaan tanah *crane portable* tidak mengalami kelendutan. Hasilnya *crane portable* ini mampu mengangkat berat sebesar 469 kg pada pengujian yang dilakukan kali ini tanpa mengalami kerusakan tertentu pada bagian rangka *crane portable*.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan tahap perencanaan, perancangan, pembuatan, dan uji coba alat dapat disimpulkan bahwa rancang bangun *crane portable* dengan kemampuan angkat 1 ton dapat mempermudah pekerja dalam proses pengangkatan dan pengangkutan barang. Pada saat pengujian, beban yang dicobakan adalah ± 469 kg, dengan hasil yang sangat memuaskan, kemudian pada saat pengujian melalui software, rancangan yang sudah dibuat mampu mengangkat beban sampai 1 ton, sehingga berdasarkan kedua pengujian tersebut, *crane portable* yang dibuat berhasil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan rasa syukur karena berkat dan rahmat yang maha kuasa, penulis dapat menyelesaikan artikel ini, serta terima kasih atas dukungan yang diberikan oleh rekan-rekan peneliti lain yang sudah terlibat.

DAFTAR PUSTAKA

- Eriyanto A., Setyoko B., Sutrisno., Mukhammad A,F,H. (2023). *Rekayasa Portal Lift Crane Untuk Berat Maksimal 200 kg dan Tinggi Angkat 4 Meter. Program Studi Sarjana Terapan, Universitas Diponegoro.*
- Glen. (2020). *Modifikasi Crane Portable Dengan Kemampuan Angkat 50 KG.*
- Kadang, Y., Pammu, I., & Soroako, A. T. (2019). *Rancang Bangun Alat Angkat (CRANE) dengan Kapasitas Maksimum 150 KG.*
- Kadriadi, Opu, A. S., Wirakusuma, K. W., & Pratama, A. B. (2024). Implementasi Preventive Maintenance Pada Pompa Sentrifugal Departemen Stainless Steel Pt. Guang Ching Nikel and Stainless Steel. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 153–162.
- Madani, A. J. (2013). *Rancang Bangun Crane Hoist Portable dengan Kapasitas Angkat Maksimal 1 TON.*
- Mahyoeddin, Y., Septe, E., & Teknik Mesin, J. (2021). *Perancangan Portabel Crane Dengan Beban Maksimum 150 KG.*
- Riki Setiawan, S. S. PS. (2014). *Perancangan Portabel Crane Kapasitas Angkat Maksimal 500KG.*
- Siregar, F. W., Lubis, H., & Usman, R. (2018). *Rancang Bangun Crane Dengan Kapasitas Angkat Maksimal 1 TON.*
- Usman, M. K., & Usman, W. J. (2018). Rancang Bangun Konstruksi Alat Angkat Mesin (Engine Crane) Kapasitas 2 Ton. *Nozzle : Journal Mechanical Engineering*, 7(2).
- Wirakusuma, K. W., Kadriadi, Opu, A. S., Pratama, A. B., Saragi, J. F. H., & Boangmanalu, E. P. D. (2024). Rancang Bangun Alat Penyemprot Otomatis Untuk Ban Dump Truck Pada Pt. Dexin Steel Indonesia. *SINERGI POLMED: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1), 72–79.