

# RANCANG BANGUN RANGKA TRAINER SISTEM BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL TIPE IN LINE

MUSLIMIN  
YOLANDA J. LEWERISSA

*Program Studi Diploma IV Teknik Mesin  
Politeknik Saint Paul Sorong  
Email : [ruselloanz@gmail.com](mailto:ruselloanz@gmail.com); [mulimin2909@gmail.com](mailto:muslimin2909@gmail.com)*

## ABSTRAK

*Perkembangan dunia pendidikan saat ini sedang memasuki era yang ditandai dengan gencarnya inovasi teknologi, sehingga menuntut adanya penyesuaian sistem pendidikan yang selaras dengan tuntutan dunia kerja. Oleh karena itu dunia pendidikan tinggi membutuhkan peralatan yang memudahkan mahasiswa memahami cara kerja dan penyebab kerusakan sebuah mesin tanpa harus menggunakan mesin asli kendaraan. Trainer engine diesel adalah alat simulasi mesin yang memungkinkan mahasiswa untuk memahami komponen dan cara kerja mesin diesel tanpa harus menggunakan mesin asli kendaraan.*

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat rangka trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line dan menganalisis kekuatan rangka tersebut. Metode yang digunakan dalam analisis kekuatan rangka dengan software solidworks. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah rangka trainer dengan spesifikasi rangka tinggi rangka 1730 mm; lebar rangka 1100 mm; lebar rangka tampak samping 680 mm; tinggi rangka dudukan boshpum 740 mm, tinggi rangka dudukan motor penggerak 530 mm, lebar rangka dudukan motor penggerak 350 mm. Tegangan maksimum (von Mises) sebesar 7,80 MPa, jauh di bawah batas luluh material (220,6 MPa), artinya material tidak mengalami deformasi permanen. Perpindahan maksimum sebesar 1,108 mm, menunjukkan bahwa struktur cukup kaku dan tidak mengalami lendutan yang berlebihan. Faktor keamanan (Factor of Safety) terkecil adalah 3,4, menunjukkan bahwa struktur memiliki batas aman yang tinggi terhadap keruntuhan.*

***Kata Kunci : Rangka, Trainer, motor diesel, tipe in line***

## ABSTRACT

The world of education is currently entering an era marked by rapid technological innovation, necessitating adjustments to the educational system to align with the demands of the workplace. Therefore, higher education requires equipment that allows students to understand how an engine works and the causes of failure without having to use a real vehicle engine. A diesel engine trainer is an engine simulation tool that allows students to understand the components and operation of a diesel engine without having to use a real vehicle engine.

The purpose of this research is to design and fabricate a trainer frame for an in-line diesel engine fuel system and analyze its strength. The method used in the frame strength analysis is SolidWorks software. The results of this study are a trainer frame with the following specifications: frame height 1730 mm; frame width 1100 mm; side frame width 680 mm; height of the bushing mounting frame 740 mm; height of the drive motor mounting frame 530 mm; and width of the drive motor mounting frame 350 mm. The maximum von Mises stress (Von Mises stress) is 7.80 MPa, well below the material's yield point (220.6 MPa), meaning the material does not experience permanent deformation. The maximum displacement was 1,108 mm, indicating that the structure was sufficiently rigid and did not experience excessive deflection. The smallest factor of safety was 3.4, indicating that the structure had a high safety margin against collapse.

***Keywords: Frame, Trainer, diesel engine, in-line type***

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini menuntut peneliti untuk mengembangkan kemampuan menghasilkan karya ilmiah-karya ilmiah bidang teknik secara umum dan secara khusus dibidang perancangan.

Perkembangan dunia pendidikan saat ini sedang memasuki era yang ditandai dengan gencarnya inovasi teknologi, sehingga menuntut adanya penyesuaian sistem pendidikan yang selaras dengan tuntutan dunia kerja.

Menurut Suyitno, 2017 pendidikan kejuruan adalah pendidikan yang mempelajari pelatihan secara spesifik yang dapat digunakan dalam dunia kerja. Pendidikan kejuruan merupakan sebuah konsep pengalaman yang menyeluruh bagi setiap individu yang belajar untuk kesuksesan dunia kerja. Pendidikan kejuruan banyak belajar tentang persiapan-persiapan sebelum terjun ke dunia kerja. Pembelajaran tersebut meliputi pembelajaran kognitif, afektif, dan psikomotorik. Pendidikan kejuruan adalah pendidikan yang berorientasi pada pengembangan proses dan hasil dari pembelajaran.

Menurut Wina Sanjaya (2011:2) didalam undang-undang No. 20 tahun 2003 tentang pendidikan Nasional menyatakan bahwa pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta ketrampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara. Oleh sebab itu, pendidikan merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi individu, masyarakat, dan negara dalam meningkatkan sumber daya manusia. Sejalan dengan itu maka perhatian terhadap perkembangan dunia pendidikan haruslah ditingkatkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pendidikan yaitu keberhasilan dalam kegiatan pembelajaran. (Pratiwi et al., 2022)

Trainer engine diesel adalah alat simulasi mesin yang memungkinkan mahasiswa untuk memahami komponen dan cara kerja mesin diesel tanpa harus menggunakan mesin asli kendaraan, sehingga lebih aman dan praktis dalam kegiatan belajar. Alat ini juga memungkinkan mahasiswa untuk mengasah

keterampilan *troubleshooting*. (Wigraha et al., 2024)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membuat rangka trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line.

## KAJIAN PUSTAKA

### Prinsip Kerja Motor Diesel

Motor bakar adalah salah satu jenis mesin konversi energi yang dapat mengubah energi kimia yang bersumber dari bahan bakar menjadi energi panas yang dihasilkan melalui proses pembakaran antara udara dan bahan bakar dalam suatu ruang bakar, yang selanjutnya diubah lagi menjadi energi mekanis (energi kerja). (Hetharia, 2012)

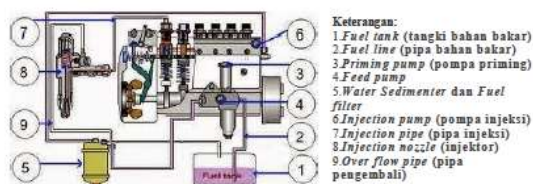
Prinsip kerja sistem pemasukan bahan bakar mesin diesel, bahan bakar disemprotkan setelah udara bersih dihisap dan dikompresikan. Bahan bakar dan udara dicampur di dalam silinder sehingga terjadi pembakaran. Bahan bakar harus dikabutkan halus, oleh pompa injeksi pada tekanan (100-250 bar).

Ada dua cara penyemprotan bahan bakar kedalam ruang bakar yaitu injeksi langsung (*direct injection*) dimana injection nozzle menyemprotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (*main combustion chamber*) pada akhir langkah kompresi. Udara tertekan dan menerima pusaran cepat akibatnya suhu dan tekanannya naik bahan bakar cepat menguap dan menyala dengan sendirinya setelah disemprotkan. Cara menyemprotan yang kedua ialah injeksi tidak langsung dimana bahan bakar disemprotkan oleh injection nozzle ke kamar depan (*precombustion chamber*). Udara yang dikompresikan oleh torak memasuki kamar pusar dan membentuk aliran turbulensi ditempat bahan bakar yang diinjeksikan. Tetapi sebagian bahan bakar yang belum terbakar akan mengalir ke ruang bakar utama melalui saluran transfer untuk menyelesaikan pembakaran.

Pada sistem bahan bakar mesin diesel, *feed pump* menghisap bahan bakar dari tangki bahan bakar. Bahan bakar disaring oleh *fuel filter* dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh *fuel* sendimenter sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar, dari pompa injeksi selanjutnya melalui pipa injeksi bahan bakar dialirkan ke injektor untuk diinjeksikan ke ruang bakar. Pada mesin diesel, alat yang berfungsi untuk menyuplai bahan bakar disebut injektor. Fungsi dari injektor tersebut

adalah menyemprotkan bahan bakar yang telah menjadi kabut kedalam ruang pembakaran.

Cara kerja injektor pada umumnya adalah sebagai berikut: Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak pada *nozzle holder* menuju ke *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*. Penginjeksian bahan bakar terjadi bila tekanan bahan bakar pada *oil pool* naik, sehingga menekan permukaan ujung *needle*. Bila tekanan bahan bakar melebihi kekuatan pegas, maka *nozzle needle* akan terdorong ke atas dan menyebabkan *nozzle needle* akan terlepas dari *nozzle body*. Kejadian ini menyebabkan nosel menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar. Jika pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan *nozzle needle* ke posisi semula. Pada saat *needle* tertekan kuat, *nozzle body seat* akan menutup saluran bahan bakar, sehingga proses penginjeksian akan berhenti. Sebagian bahan bakar yang tersisa diantara *nozzle needle* dan *nozzle body* antara *pressure pin* dan *nozzle holder* akan melumasi semua komponen dan kembali pada keadaan awal. (Ahmad & Sudarmanta, 2017)



Gambar 1. Bagian-bagian Sistem Bahan Bakar Mesin Diesel (Ahmad & Sudarmanta, 2017)

Alur bahan bakar sebelum akhirnya disemprotkan melalui injektor akan melalui beberapa bagian pada bagian mesin diesel. Bahan bakar yang berada pada tangki bahan bakar (*fuel tank*) akan disedot oleh pompa bahan bakar (*feed pump*) dan dipompakan untuk disaring pada saringan bahan bakar (*fuel filter*) dan water sedimenter untuk dipisahkan kandungan air pada bahan bakar tersebut. Lalu bahan bakar akan menuju ke pompa injeksi (*injection pump*) untuk diinjeksikan melalui injektor melalui pipa injeksi (*injection pipe*) ke dalam ruang bakar. Sisa bahan bakar yang tidak terserap oleh injektor akan dikembalikan ke dalam tangki bahan bakar melalui *overflow pipe*. (Ahmad & Sudarmanta, 2017)

## Beban pada Rangka

Rangka adalah struktur yang terdiri dari sejumlah batang-batang yang di sambung-sambung satu dengan yang lain pada ujungnya pada pen-pen luar, sehingga membentuk suatu rangkai kokoh, gaya luar serta reaksinya dianggap terletak di bidang yang sama dan hanya bekerja pada tempat-tempat pen. Perhitungan rangka mencakup beberapa hal atau poin yang perlu diperhitungkan yaitu kekuatan rangka (besi) menahan tekanan pada mesin. Untuk mengetahui beberapa besar beban yang diterima rangka dapat diketahui dengan momen beban yang akan terjadi pada batang rangka karena terdapat sejumlah gaya yang bekerja pada bidang dengan sumbu-sumbunya. Pembebanan yang bekerja pada struktur dibedakan menjadi dua yaitu beban terpusat dan beban merata. (Sanjaya & Lewerissa, 2022)

Perhitungan rangka mencakup beberapa hal atau poin yang perlu diperhitungkan yaitu kekuatan rangka (besi) menahan getaran-getaran pada mesin, menahan aksi percepatan perlambatan, dan juga menahan kejutan yang diakibatkan putaran mesin. Untuk mengetahui beberapa besar beban yang diterima rangka dapat diketahui dengan menggunakan SOLIDWORKS Simulation untuk menganalisis kekuatan dan kekakuan rangka (*frame*) dari baja karbon. Rangka terdiri dari berbagai batang profil kotak (*square tube*) dan siku baja (*angle iron*) dengan ukuran standar ISO, yang disusun menjadi satu kesatuan struktur.

## Ergonomi dan Antropometri

Ergonomi dan Antropometri juga berperan penting dalam proses perancangan dan pembuatan rangka mesin press.

### Ergonomi

Ergonomi Fasilitas ergonomi telah menjadi suatu bidang khusus, itu semua dikarenakan dampak yang mengacu pada keselamatan, kesehatan, produktifitas dan perekonomian serta daya saing pada produk, mesin, proses dan yang terakhir adalah peralatan kerja (Samuel & Babajide, 2012). Ergonomi merupakan suatu pembelajaran yang membahas secara mendetail tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau dari segi anatomi, psikologi, fisiologi, desain perancangan, manajemen, dan permesinan. Faktor ergonomi merupakan hal penting yang dapat diterapkan di

perusahaan. Hal tersebut sangat berhubungan dengan optimisasi, efisiensi, kesehatan keselamatan kerja. Pembelajaran tentang proses ergonomi ini membutuhkan suatu sistem di mana manusia, mesin, dan fasilitas kerjanya saling berinteraksi. Hal tersebut bertujuan untuk menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya. Faktor ergonomi memberikan dampak yang sangat berpengaruh (penting) dalam rangka meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, seperti contoh : suatu desain sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka anatomi dan otot pada manusia. Faktor di atas bertujuan untuk meminimalisir ketidaknyamanan visual dan postur kerja, membuat desain suatu perkakas alat kerja (handtools) yang bertujuan untuk mengurangi kelelahan kerja pada operator. Suatu penerapan pada faktor ergonomi lainnya yang tidak kalah penting ialah evaluasi produk dan desain. Desain evaluasi suatu produk harus dapat dengan mudah dimengerti dan juga mudah diterapkan oleh berbagai kalangan tertentu tanpa memberikan suatu dampak yang berbahaya pada saat penggunaannya. (Nurmianto, 2021)

### **Antropometri**

Antropometri merupakan bidang ilmu yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia. Dimensi-dimensi ini dibagi menjadi kelompok statistika dan ukuran persentil. Data dimensi manusia ini sangat berguna dalam perancangan produk dengan tujuan mencari keserasian produk dengan manusia yang memakainya. Pemakaian data antropometri mengusahakan semua alat disesuaikan dengan kemampuan manusia, bukan manusia disesuaikan dengan alat. Rancangan yang mempunyai kompatibilitas tinggi dengan manusia yang memakainya sangat penting untuk mengurangi timbulnya bahaya akibat terjadinya kesalahan kerja akibat adanya kesalahan desain (*design-induced error*).

Kenyamanan menggunakan alat bergantung pada kesesuaian ukuran alat dengan ukuran manusia. Jika tidak sesuai, maka dalam jangka waktu tertentu akan mengakibatkan stress tubuh antara lain dapat berupa lelah, nyeri, pusing. Penelitian yang dilakukan Chang terhadap 30 orang laki-laki sebagai operator pneumatic screwdriver usia 22 tahun panjang lengannya rata-rata 18,2 cm dan tinggi tubuh rata-rata 168,5 cm, ternyata yang melakukan kerja pada posisi duduk lebih menerima getaran *pneumatic screwdriver* dan otot lengan depannya

mengalami stress dibanding yang posisi kerja berdiri. Selain itu penelitian Gunnar terhadap 20 orang wanita dan 20 orang laki-laki yang sedang menggunakan handle pelatuk powered drill tools, median panjang lengan kelompok laki-laki  $189 \pm 10$  mm dan perempuan  $174 \pm 9$  mm, ternyata ketepatan membidik pelatuk *powered drill tools* ukuran lebar 50 mm lebih mampu digunakan kelompok perempuan dan kelompok laki-laki mampu menggunakan *handle* pelatuk *powered drill tools* ukuran 60 mm. Hasil beberapa temuan penelitian di atas memberi keyakinan bahwa semua peralatan harus didesain sesuai antropometri pengguna.

Jika disadari bahwa perancangan suatu produk juga dilakukan oleh manusia, maka perancangan sistem manusia-mesin juga tidak lepas dari faktor-faktor manusia karena sebagian dari kesalahan-kesalahan kerja yang terjadi disebabkan oleh rancangan produk yang tidak mempunyai kompatibilitas dengan manusia yang menanganinya. Karena itu seorang perancang produk mempunyai peran besar dalam mengurangi risiko bahaya akibat kesalahan kerja. Diantara penyebab kesalahan pengoperasian setiap produk, didapat kesalahan manusia. Dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa besarnya faktor manusia berperan dalam kelancaran pemakaian produk. Memang kesalahan adalah manusiawi, tetapi penelitian lebih jauh menunjukkan bahwa kesalahan manusia banyak disebabkan kesalahan rancangan produk. Ini menunjukkan bahwa kesalahan manusia berawal pada perancangannya yang 'tidak manusiawi' dan berakibat pada tahap pemakaiannya sebagaimana juga pada perawatannya. (YP et al., 2007)

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Prosedur Penelitian**

Prosedur yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi :

1. Pendekatan untuk penentuan ukuran rangka;
2. Pembuatan gambar kerja menggunakan software solidworks;
3. Persiapan alat dan bahan;
4. Proses pembuatan rangka dari tahap pemotongan bahan sampai perakitan, pengecatan dan tahap akhir alat siap digunakan;
5. Pengujian alat untuk menunjukkan kekuatan rangka;

- Analisis kekuatan rangka juga menggunakan *software solidworks*.

## PEMBAHASAN

### Penentuan Ukuran Rangka dan Jenis Bahan Rangka

Penentuan ukuran rangka dalam perancangan rangka trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line sebagai berikut :

- Tinggi rangka meja trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line adalah 740 mm dan tinggi yang diukur sesuai dengan tinggi rata-rata manusia di Indonesia agar aman dan nyaman dalam proses pengoprasian trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line
- Lebar rangka meja tampak depan dari trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line bagian atas dan bawah yang dirancang sesuai dimensi dan posisi komponen-komponen sistem bahan bakar motor diesel adalah 1,100 mm.
- Lebar rangka meja tampak samping dari rangka trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line 680 mm berdasarkan pertimbangan penggunaan demi keamanan dengan ketinggian rangka 740 mm.
- Lebar rangka meja bagian atas tempat dudukan boshpump adalah 850 mm. Dimensi lebar meja mempertimbangkan dudukan boshpump yang terhubung dengan motor bakar bensin sebagai motor penggerak, lebar rangka meja dirancang sesuai ukuran boshpump dan jarak antara motor penggerak agar dapat beroperasi sesuai keamanan dan kenyamanan.
- Jarak boshpump dan motor penggerak 530 mm, disesuaikan dengan jarak sumbu poros boshpump dan poros motor penggerak
- Rangka trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line menggunakan roda berukuran 3 inchi
- Rangka ini dilengkapi dengan tempat dudukan gambar sistem bahan bakar motor diesel, karena itu tinggi keseluruhan bagian belakang 13700 mm

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan rangka trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line dengan menggunakan batang Besi Siku 40 mm x 40 mm dengan ketebalan 4 mm dan panjang 6 m. Besi Siku ini

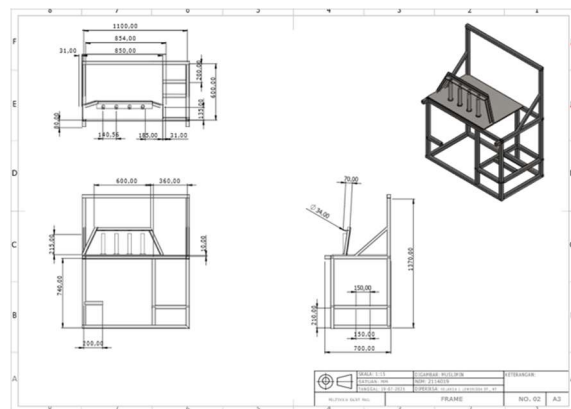
memberikan kekuatan yang lebih tinggi dan stabilitas yang diperlukan dalam pembuatan trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line. Spesifikasi besi siku yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Ukuran Besi Siku

NO	BESARAN	UKURAN
1	Panjang [L]	6 mm
2	Tebal [t]	4 mm
3	Tebal Nominal	4 mm
4	Sisi A	40 mm
5	Sisi B	40 mm
6	Label	Siku 40
7	Berat	14,52 kg

### Desain Gambar Kerja

Berdasarkan rancangan ukuran rangka maka dilakukan desain gambar kerja menggunakan *software solidwork* yang disajikan sebagai berikut:



Gambar 2. Gambar Kerja Rangka Tampak Depan dan Samping

### Pembuatan Rangka

Langkah-langkah pembuatan rangka sebagai berikut :

- Pengukuran dan pemotongan besi siku sesuai ukuran berdasarkan gambar kerja rangka;
- Untuk menyambungkan rangka yang sudah diukur dan dipotong selanjutnya dilakukan proses pengelasan. Proses pengelasan menggunakan las listrik karena las listrik mempunyai kekuatan dan mudah dalam pengaplikasiannya;
- Selanjutnya proses pengecatan;
- Setelah proses pengecatan, maka langkah berikutnya adalah langkah perakitan

komponen trainer sistem bahan bakar secara teratur pada rangka yang sudah siap. Setelah perakitan komponen-komponen trainer maka rangka trainer sudah dapat difungsikan dengan baik untuk melakukan pengujian kerja trainer sistem bahan bakar motor diesel tipe in line.



Gambar 3. Rangka Trainer Sistem Bahan Bakar Motor Diesel Tipe In Line

### Analisis Kekuatan Rangka

Analisis kekuatan rangka menggunakan *Software Solidworks* dari gambar kerja yang di buat.

Simulasi statik ini dilakukan menggunakan *SOLIDWORKS Simulation* untuk menganalisis kekuatan dan kekakuan rangka (*frame*) dari baja karbon. Rangka terdiri dari berbagai batang profil kotak (*square tube*) dan siku baja (*angle iron*) dengan ukuran standar ISO, yang disusun menjadi satu kesatuan struktur.

Material yang digunakan adalah *Plain Carbon Steel* dengan kekuatan luluh (*yield strength*) sebesar 220,6 MPa dan kekuatan tarik maksimum 399,8 MPa. Dalam simulasi ini, beban diberlakukan pada beberapa titik struktur dan kondisi tumpuan ditetapkan untuk melihat bagaimana respon struktur terhadap gaya yang diterima.

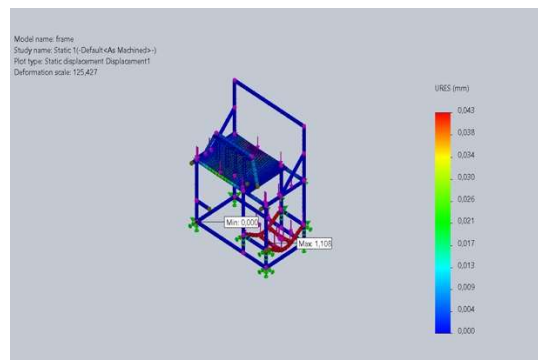
Pemeshan (*mesh*) dilakukan dengan kualitas tinggi menggunakan metode "*blended curvature-based mesh*", menghasilkan total 35.850 node dan 17.718 elemen.

Analisis mempertimbangkan efek suhu (*thermal*), namun tidak menggunakan tekanan fluida atau efek inersia. Semua komponen disatukan menggunakan sambungan bonded,

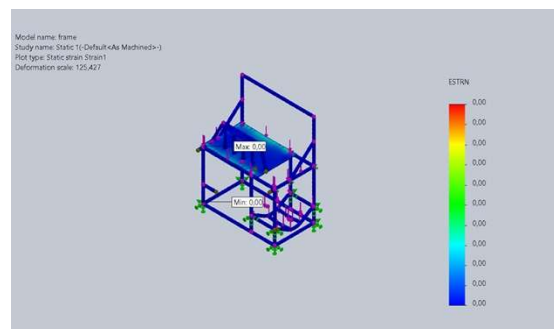
sehingga diasumsikan tidak ada pergerakan di antara bagian-bagiannya.



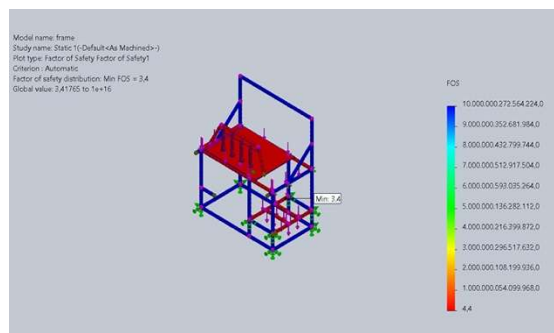
Gambar 4. Simulasi Analisis Tegangan



Gambar 5. Simulasi Analisis Displasemen



Gambar 6. Simulasi Analisis Regangan



Gambar 7. Simulasi Analisis Faktor Keamanan

Berdasarkan hasil simulasi statik yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa struktur

rangka aman dan layak untuk digunakan. Berikut ringkasan dari hasil analisis:

1. Tegangan maksimum (*von Mises*) sebesar 7,80 MPa, jauh di bawah batas luluh material (220,6 MPa), artinya material tidak mengalami deformasi permanen.
2. Perpindahan maksimum sebesar 1,108 mm, menunjukkan bahwa struktur cukup kaku dan tidak mengalami lendutan yang berlebihan.
3. Faktor keamanan (*Factor of Safety*) terkecil adalah 3,4, menunjukkan bahwa struktur memiliki batas aman yang tinggi terhadap keruntuhan.
4. Distribusi beban tersebar cukup merata, dengan beban terbesar berada pada beberapa batang utama seperti Beam-7, Beam-10, dan Beam-13, namun masih dalam batas aman.
5. Tidak ditemukan konsentrasi tegangan berlebihan, yang berarti desain rangka sudah cukup baik dalam mendistribusikan beban.

Secara keseluruhan, struktur rangka ini layak digunakan sebagai media pelatihan sistem bahan bakar motor diesel tipe in line. Dengan hasil simulasi ini, desain telah terbukti aman dan stabil untuk mendukung komponen pelatihan secara mekanis.

### PENUTUP

Hasil perancangan dan pembuatan media menghasilkan sebuah rangka Trainer Sistem Bahan Bakar Motor Diesel Tipe In Line dengan ukuran sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Ukuran Rangka

NO	KOMPONEN	UKURAN
1	Tinggi rangka bagian belakang	1370 mm
2	Lebar rangka tampak depan	1100 mm
3	Lebar rangka tampak samping	680 mm
4	Tinggi rangka dudukan boshpump	740 mm
5	Tinggi rangka dudukan motor penggerak	530 mm
6	Lebar rangka dudukan motor penggerak tampak depan	350 mm

Hasil analisis kekuatan rangka menggunakan *Solidwork* di peroleh data sebagai berikut : Tegangan maksimum (*von Mises*) sebesar 7,80 MPa, jauh di bawah batas luluh material (220,6 MPa). Perpindahan maksimum sebesar 1,108 mm. Faktor keamanan (*Factor of Safety*) terkecil adalah 3,4. Tidak ditemukan konsentrasi tegangan berlebihan, yang berarti desain rangka sudah cukup baik dalam mendistribusikan beban. Secara keseluruhan, struktur rangka ini layak digunakan sebagai media pelatihan sistem bahan bakar motor diesel tipe inline. Dengan hasil simulasi ini, desain telah terbukti aman dan stabil untuk mendukung komponen pelatihan secara mekanis.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A. S., & Sudarmanta, B. (2017). Studi eksperimen unjuk kerja mesin diesel sistem dual fuel dengan variasi tekanan penginjeksian pada injektor mesin yanmar TF 55R-DI. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 1–6.
- Hetharia, M. (2012). Analisa Pengaruh Kapasitas Udara Untuk Campuran Bahan Bakar Terhadap Prestasi Mesin Diesel. *Arika*, 6(1), 19–26.
- Nurmianto, E. (2021). *Ergonomi konsep dasar dan aplikasinya*.
- Pratiwi, M., Mutmainnah, N., & Saputra, W. (2022). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN TRAINER SISTEM BAHAN BAKAR DIESEL TIPE IN-LINE. *Jambura Journal of Engineering Education*, 1(1).
- Sanjaya, A. S., & Lewerissa, Y. J. (2022). Desain Rangka Utama Mesin Pengurai Sabut Kelapa. *Jurnal Voering*, 7(1), 1–8.
- Wigraha, N. A., Dantes, K. R., & Gede, A. (2024). Engine Diesel: Perbaikan Trainer Untuk Menunjang Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL). *Seminar Nasional Riset Inovatif*, 9.
- YP, L., Widagdo, S., & Abtokhi, A. (2007). Pertimbangan antropometri pada pendesainan. *Seminar Nasional III. SDM Teknologi Nuklir. e-Jurnal Yogyakarta*, 21–22.