

Analisis Tegangan, Regangan, Faktor Keamanan Rangka *Base* pada Kursi Dokter Bedah: Perspektif *Frame* dan Perspektif *Truss*

GATOT SANTOSO, S. SUGIHARTO, TOTO SUPRIYONO, MUMAMMAD IMAM AMMARULLAH,
J. JAMARI, ATHANASIOUS P. BAYUSENO, ABDUL MUGHNI, RANDY MEDIA RACHAYU,
ARIS NUR IHSAN

ABSTRACT

Aktivitas bekerja yang terlalu lama akan menyebabkan tubuh mengalami kelelahan. Seorang dokter bedah yang bekerja berdiri hingga berjam-jam dapat menimbulkan penyakit nyeri punggung bawah, nyeri tersebut dinamakan *musculoskeletal* yang disebabkan dokter tersebut tidak memperhatikan posisi tubuhnya ketika melakukan operasi *orthopedic*. Seorang dokter bedah saat bekerja diruang bedah bisa membutuhkan waktu lebih dari 8 jam yang dilakukan tanpa duduk, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh seorang dokter. Solusi agar dokter tidak merasakan kelelahan saat bekerja adalah dengan membuat alat bantu dokter berupa kursi. Kursi tersebut memiliki komponen platform *base (frame)*, mekanisme penyesuaian ketinggian kursi, alas duduk (*seat cushion*), sandaran punggung (*backrest*), dan sandaran tangan (*handrest*). Dalam artikel ini akan menganalisis kekuatan pada komponen *base* yang berfungsi sebagai penahan beban dokter ketika duduk. Komponen *base* memiliki bentuk persegi panjang dengan dimensi 900 x 600 mm, material yang digunakan baja karbon ASTM A36. Analisis dilakukan dengan metode elemen hingga, hasil analisis menggunakan metode *frame* menunjukkan nilai tegangan *von Mises* 30 MPa, regangan -0,6 mm, dan faktor keamanan 8,3. Hasil analisis menggunakan metode *truss* menunjukkan nilai tegangan aksial 34 MPa, regangan -0,8 mm, dan faktor keamanan 7,4. Dari dua hasil metode analisis ini dapat disimpulkan bahwa analisis metode *truss* lebih baik dibandingkan dengan analisis metode *frame*.

Keywords: tegangan; regangan; faktor keamanan; frame; truss; kursi bedah

1. PENDAHULUAN

Aktivitas bekerja yang terlalu lama akan menyebabkan tubuh kelelahan. Seorang dokter bedah yang bekerja berdiri hingga berjam-jam dapat menimbulkan penyakit nyeri punggung bawah. Nyeri punggung bawah tersebut dinamakan dengan penyakit *musculoskeletal* yang disebabkan karena dokter bedah tidak memperhatikan posisi tubuhnya ketika melakukan operasi *orthopedic* (G. Santoso, 2022). Selain mementingkan kesehatan pasien seorang dokter juga harus mementingkan kesehatannya sendiri.

Dokter bedah ketika melakukan operasi bedah harus memiliki tubuh yang fit agar memberikan hasil yang maksimal kepada pasiennya. Biasanya seorang dokter bedah ketika melakukan operasi memerlukan waktu lebih dari 8 jam tanpa duduk yang dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh seorang

dokter (Refresitaningrum, 2018). Tentunya ini membuat dokter tersebut dapat kelelahan dan tidak fokus ketika melakukan operasi bedah hingga berbahaya terhadap pasiennya. Salah satu solusi untuk mengurangi rasa kelelahan ketika dokter bekerja yaitu membuat alat bantu berupa kursi.

Alat bantu ini membantu mengurangi rasa kelelahan ketika dokter bekerja karena dimensinya mengacu pada antropometri tubuh manusia Indonesia. Dalam proses pembuatannya, terdapat beberapa komponen kursi untuk dokter bedah, yaitu platform *base (frame)*, mekanisme penyesuaian ketinggian kursi, alas duduk (*seat cushion*), sandaran punggung (*backrest*), dan sandaran tangan (*handrest*) (Nag, 2019).

Komponen platform *base* memiliki peran penting dalam pembuatan kursi dokter bedah agar kursi berdiri kokoh dan tidak roboh. Komponen platform *base* berperan menahan beban semua komponen kursi dan beban dari

dokter bedah, oleh karena itu komponen platform *base* perlu di analisis karena kemampuannya untuk memiliki kinerja mekanik yang baik saat digunakan. Komponen platform *base* akan menggunakan analisis tegangan (*stress*), regangan (*strain*) dan *factor Of safety (FOS)* karena telah digunakan secara luas untuk analisis komponen mekanis. Metode elemen hingga atau *finite element analysis (FEA)* yaitu prosedur numerik untuk mendapatkan solusi permasalahan yang ditemukan dalam analisa teknik, dan akan digunakan untuk analisis platform *base* karena tidak membutuhkan waktu dan biaya untuk memproduksi alat dan menyediakan material (H. Suryanto, 2000).

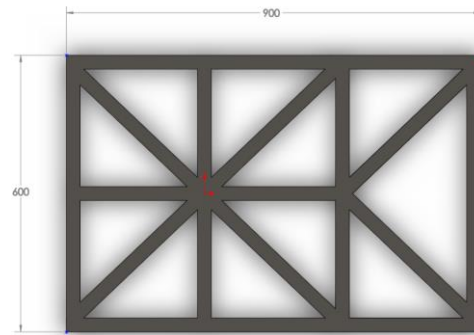
Penelitian ini akan memeriksa komponen *base* pada kursi dokter bedah, yaitu dengan menggunakan pemodelan metode elemen hingga yang berbasis pada analisis tegangan (*stress*), regangan (*strain*) dan *factor of safety (FOS)* pada komponen *base*.

2. MATERIAL DAN METODE

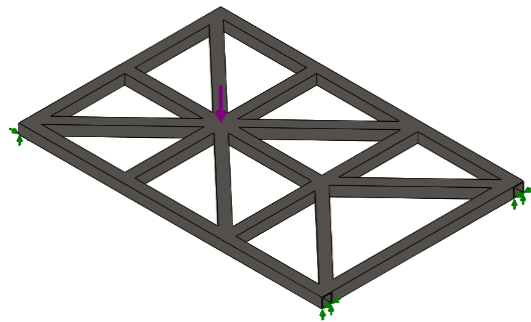
2.1. Metode Elemen Hingga

Proses pembuatan model 3D dan proses analisis menggunakan bantuan *software Solidworks*. Tahap awal yang dilakukan yaitu membuat model 3D komponen *base*. Base ini memiliki bentuk persegi panjang dengan dimensi 900 x 600 mm. Base dirancang oleh baja hollow dengan dimensi penampang 30 x 30 x 2 mm. model tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada hasil model tersebut dilanjutkan dengan analisis statis dengan menggunakan fitur *Simulation, Static Study* pada *software Solidworks*. Tahap selanjutnya memberikan *external load* berupa gaya yang diterima oleh rangka *base* sebesar 1200 N berdasarkan berat dari dokter bedah. Pada dua buah ujung sisi bagian kanan diberikan tumpuan rol, dan dua buah ujung sisi bagian kiri diberikan tumpuan sendi berdasarkan empat buah roda yang akan menahan *base*. Pembebanan dan kondisi batas dapat dilihat pada Gambar 2.



GAMBAR 1. Dimensi *base*



GAMBAR 2. Pembebanan dan kondisi batas

Base telah dimodelkan dan diberikan *external load* dilanjutkan dengan mendefinisikan material.

2.2. Sifat Material

Material yang digunakan untuk base yaitu ASTM A36 karena baja tersebut mudah didapatkan di pasaran. Juga, material baja tersebut diasumsikan homogen, isotropik, dan linier *elastis*. Penelitian ini menggunakan *finite element method (FEM)* yang berbasis pada metode analisis *frame* dan *truss*. Pada analisis *frame* menghasilkan analisis tegangan *von Mises*, regangan, dan *factor of safety (FOS)*. Pada analisis *truss* menghasilkan analisis tegangan aksial, regangan, dan *factor of safety (FOS)*. berdasarkan metode analisis *frame* dan *truss*. Sifat material ASTM A36 dijelaskan pada Tabel 1.

TABEL 1.

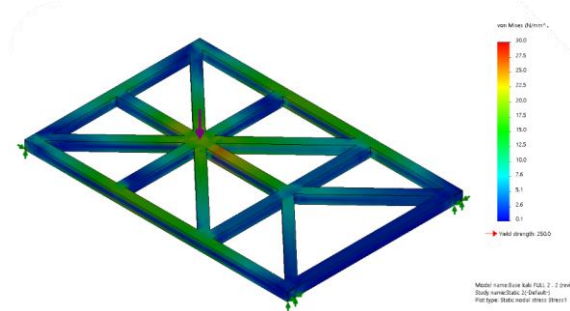
Sifat Material dari ASTM A36 (S. Kang et al., 2021)

Sifat Material	Nilai (MPa)
Yield strength (S_y)	250
Tensile strength (S_u)	400

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Tegangan Von Mises

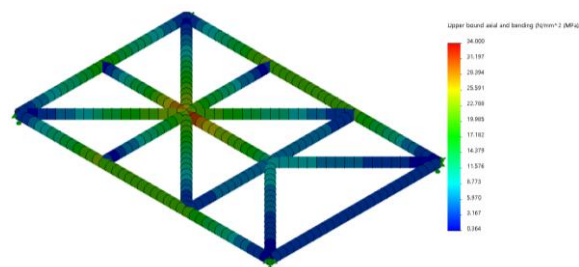
Pengujian dengan menggunakan beban terpusat dengan beban 1200 N pada analisis *frame* dan *truss* menghasilkan kontur yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Pada masing-masing gambar tersebut dapat didefinisikan bahwa konsentrasi tegangan berada di area yang dekat dengan lokasi pembebanan. Area yang jauh dari lokasi pembebanan memiliki tegangan yang relatif lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa baik menggunakan *frame* atau *truss*, kegagalan lebih mungkin terjadi pada area dekat gaya yang diterapkan, karena tegangan maksimum berada di area tersebut.



GAMBAR 3.

Hasil analisis tegangan *von Mises* pada model *frame*

Chart hasil analisis tegangan *von Mises* pada *frame* menunjukkan tegangan *von Mises* maksimum yaitu 34 MPa.



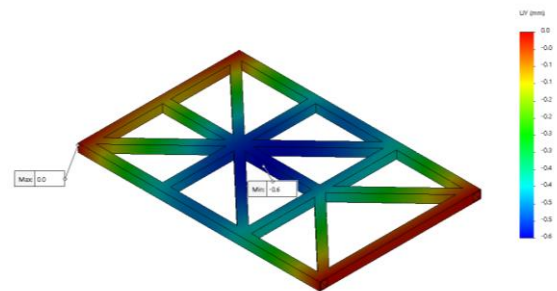
GAMBAR 4.

Hasil analisis tegangan aksial pada model *Trusses*

3.2. Analisis Regangan

Selanjutnya analisis regangan pada metode *frame* dan *truss* menggunakan fitur *displacement* terhadap sumbu Y, karena sumbu ini berbanding lurus dengan arah gaya yang diberikan. Hasil regangan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pada masing-masing

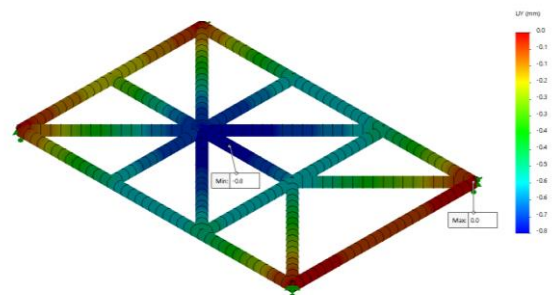
gambar tersebut dapat didefinisikan bahwa chart menghasilkan regangan maksimum pada area yang jauh dengan titik pembebanan, dan regangan minimum terjadi di area dekat titik pembebanan dengan nilai negatif. Hal ini menunjukkan bahwa nilai regangan yang sebenarnya minimum adalah bagian yang jauh dengan area titik pembebanan, karena nilai yang berada pada area dekat titik pembebanan jauh lebih besar hanya saja nilainya negatif, dikarenakan regangan yang terjadi berbalik arah dengan arah gaya yang diberikan.



GAMBAR 5.

Hasil analisis regangan pada model *frame*

Chart dan titik hasil analisis regangan pada *frame* menunjukkan regangan maksimum yaitu 0 mm dan minimum -0,6.



GAMBAR 6.

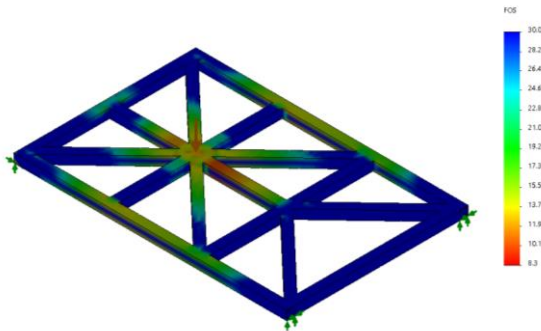
Hasil analisis regangan pada model *trusses*

Chart dan titik hasil analisis regangan pada *truss* menunjukkan regangan maksimum yaitu 0 mm dan minimum -0,8.

3.3. Analisis Faktor Keamanan

Faktor keamanan dihitung dari kekuatan luluh (*yield strength*) dari material yang dibagi dengan tegangan *von Mises* maksimum. Hasil faktor keamanan dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Faktor keamanan didefinisikan dengan warna, nilai chart, dan titik pada komponen base yang dianalisis. Nilai faktor keamanan yang kurang dari satu

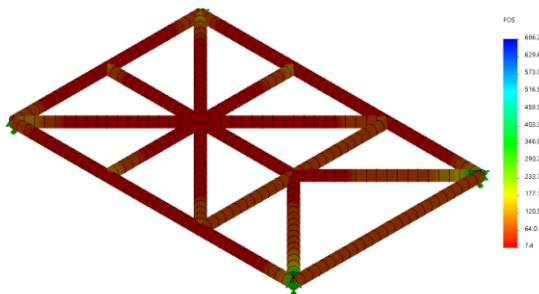
mendefinisikan kegagalan permanen dari komponen *base*. Pada analisis *frame* dan *truss* menunjukkan nilai faktor keamanan yang lebih dari satu. Hal ini menunjukkan bahwa komponen *base* dengan metode analisis *frame* dan *truss* aman.



GAMBAR 7.

Hasil analisis factor kewanan pada model *frame*

Chart dan titik hasil analisis faktor keamanan pada *frame* menunjukkan faktor keamanan minimum yaitu 8,3.



GAMBAR 8.

Hasil analisis factor kewanan pada model *trusses*

Chart dan titik hasil analisis faktor keamanan pada *truss* menunjukkan faktor keamanan minimum yaitu 7,3.

Hasil analisis tegangan *von Mises*, regangan, dan faktor keamanan disusun kedalam sebuah Tabel 2 untuk mengetahui perbandingan dari setiap hasil analisis.

Tabel 2. Hasil Analisis Metode Frame dan Truss

Metode analisis	Tegangan (MPa)	Regangan (mm)	Faktor keamanan
<i>Frame</i>	30	-0,6	8,3
<i>Truss</i>	34	-0,8	7,4

Dalam tabel tersebut mendefinisikan hasil analisis menggunakan metode *truss* lebih rendah dari metode analisis *frame*. Perbedaan

pada nilai tegangan pada kedua metode analisis adalah 4 MPa, regangan -0,2 mm dan faktor keamanan 0,9. Hasil analisis ini memberikan keterangan bahwa analisis kegagalan lebih baik menggunakan metode *truss*. Karena analisis metode *truss* memberikan nilai tegangan, regangan, dan faktor keamanan yang lebih tinggi, hal ini dapat meyakinkan bahwa komponen *base* aman atau tidak. Jika analisis yang dipilih yaitu metode *frame*, ada kemungkinan bahwa hasil analisis metode *frame* aman, tetapi ketika menggunakan metode *frame* akan gagal.

4. KESIMPULAN

Simulasi analisis tegangan, regangan, dan faktor keamanan komponen *base* dengan menggunakan metode analisis *frame* dan *truss* telah berhasil dilakukan. Hasil perbandingan dari masing-masing metode memberikan keterangan bahwa tegangan *von Mises*, regangan, dan faktor keamanan menggunakan metode *truss* lebih tinggi dibandingkan dengan metode *frame*. Dapat disimpulkan bahwa hasil analisis tegangan, regangan, dan faktor keamanan komponen *base* menggunakan *truss* lebih aman dibandingkan dengan *frame*.

DAFTAR PUSTAKA

G. Santoso, S. S. (2022). Chairless Chairs for Orthopedic Surgery Purpose – A Literature Review. *Open Access Maced. J. Med. Sci.*, 10, 146-152.

H. Suryanto. (2000, September). Aplikasi Metode Elemen Hingga Untuk Analisa Struktur Statik Linier Dengan Program Msc / Nastran. *ResearchGate*. doi:10.13140/RG.2.2.32777.95844

Nag, P. K. (2019). Office Buildings: Health, Safety and Environment. *Health, Safety and Environmen*, 203.

Refresitaningrum, E. (2018). Analisa Sikap Kerja Dokter Gigi Yang Berhubungan Dengan Keluhan Nyeri Pinggang Di Rumah Sakit Surabaya. *JPH RECODE*, 109-119.

S. Kang et al. (2021). Transient structural analysis of a skid mounted on a hydrogen tube trailer under shock and vibration induced by road

irregularities. *Appl. Sci.*, 11.
doi:10.3390/app11093779

PENULIS:

Gatot Santoso
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Pasundan, Bandung.
Email: [gotot.santoso@unpas.ac.id](mailto:gatot.santoso@unpas.ac.id)

S Sugiharto (corresponding author)
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Pasundan, Bandung.
Email: sugih.suiharto@unpas.ac.id

Toto Supriyono
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Pasundan, Bandung.
Email: supriyono.toto@unpas.ac.id

Muhammad Imam Ammarullah
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Pasundan, Bandung.
Email: imamammarullah@gmail.com

J. Jamari
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro, Semarang.
Email: j.jamari@gmail.com

Athanasius P. Bayuseno
Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro, Semarang.
Email: apbayuseno@gmail.com

Abdul Mughni
Departemen Bedah, Fakultas Kedokteran,
Universitas Diponegoro, Semarang.
Email: dr.abdalmughnirozy@gmail.com

Randy Media Rachayu
Alumni Program Studi Teknik Mesin, Fakultas
Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
Email: randymedia69@gmail.com

Aris Nur Ihsan
Alumni Program Studi Teknik Mesin, Fakultas
Teknik, Universitas Pasundan, Bandung.
Email: arisihsan18@gmail.com