

DESAIN, PEMILIHAN MATERIAL, DAN FAKTOR KEAMANAN STASIUN PENGISIAN GAWAI MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA

Lasinta Ari Nendra Wibawa^{1,*}, Kuncoro Diharjo²

¹Balai Uji Teknologi dan Pengamatan Antariksa dan Atmosfer Garut, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Indonesia

*Email: lasinta.ari@lapan.go.id

Diterima: 25 Desember 2018

Direvisi: 21 Februari 2019

Disetujui: 26 Februari 2019

ABSTRAK

Penggunaan gawai di lingkungan kerja saat ini sudah menjadi kebutuhan umum. Gawai menjadi salah satu produk teknologi yang sangat penting dalam menunjang produktifitas kerja dan memudahkan komunikasi antar pegawai. Kondisi ini menyebabkan stasiun pengisian gawai menjadi media yang sangat penting untuk menjaga konektivitas antar pegawai. Penelitian ini bertujuan mendesain stasiun pengisian gawai menggunakan material Polikarbonat dan HDPE. Pemilihan kedua material tersebut didasarkan pertimbangan sifat isolator listrik yang tak dimiliki oleh material logam. Hal ini sangat penting untuk menjaga keamanan dan keselamatan dalam penggunaannya. Analisis elemen hingga dilakukan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2017. Variasi beban yang digunakan adalah 4 kg, 5 kg, dan 6 kg. Hasil simulasi menunjukkan material HDPE dengan variasi beban 4 kg, 5 kg, dan 6 kg memiliki faktor keamanan berturut-turut sebesar 2,65, 2,12, dan 1,77. Faktor keamanan menggunakan material Polikarbonat dengan variasi beban 4 kg, 5 kg, dan 6 kg berturut-turut sebesar 7,77, 6,22, dan 5,18.

Kata kunci: *autodesk inventor, faktor keamanan, metode elemen hingga, stasiun pengisian gawai*

ABSTRACT

The use of gadget in the work environment is now a common need. Gadget is one technology product that is very important in supporting work productivity and facilitating communication between employees. This condition causes the gadget charging station to become a very important medium for maintaining connectivity between employees. This study aimed to design gadget charging station using Polycarbonate and HDPE materials. The selection of the two materials was based on the consideration of the characteristics of electrical insulators which were not possessed by metal materials. It was very important to maintain security and safety in its use. The finite element analysis was carried out using Autodesk Inventor Professional 2017 software. The load variations used were 4 kg, 5 kg and 6 kg. The simulation results show that HDPE material with a load variation of 4 kg, 5 kg, and 6 kg had safety factors of 2.65, 2.12, and 1.77, respectively. Safety factors using Polycarbonate materials with variations in load of 4 kg, 5 kg, and 6 kg respectively were 7.77, 6.22 and 5.18.

Keywords: *autodesk inventor, safety factor, finite element method, gadget charging station*

PENDAHULUAN

Pengguna gawai di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat pesat. Lembaga riset digital marketing Emarketer memprediksi pada tahun 2018 jumlah pengguna aktif gawai, khususnya gawai pintar (*smartphone*) di Indonesia lebih dari 100 juta orang (Komunikasi, 2015).

Penggunaan gawai (*gadget*) di lingkungan kerja saat ini sudah menjadi kebutuhan umum. Gawai menjadi salah satu produk teknologi yang sangat penting dalam menunjang produktifitas kerja. Gawai turut memudahkan komunikasi antar pegawai. Koordinasi antar pegawai menjadi lebih mudah dan murah dengan menggunakan jejaring sosial yang tertanam pada gawai.

Kian beragamnya fitur yang ditawarkan oleh gawai dan diikuti dengan kian terjangkaunya harga gawai berdampak pada semakin banyaknya pegawai di lingkungan kerja yang memiliki gawai. Setiap pegawai hampir semuanya memiliki gawai, bahkan beberapa memiliki lebih dari 1 (satu) unit. Hal ini tentu berdampak pada kebutuhan akan fasilitas stasiun pengisian gawai (*charging station*). Stasiun pengisian gawai menjadi media yang sangat penting untuk menjaga konektivitas antar pegawai.

Balai LAPAN Garut yang merupakan balai tempat uji teknologi penerbangan dan antariksa dan pengamatan atmosfer sering mengalami peningkatan pengunjung saat kegiatan uji roket, baik uji statik maupun uji terbang (dinamik). Koordinasi antar instansi menggunakan media gawai menjadi sangat intens. Hal ini menyebabkan kebutuhan stasiun pengisian gawai sangat diperlukan agar ruangan kerja di kantor Balai LAPAN Garut tetap terlihat rapi.

Penelitian ini bertujuan mendesain piranti stasiun pengisian gawai menggunakan material Polikarbonat dan *High density polyethylene* (HDPE). Pemilihan kedua material tersebut didasarkan pertimbangan sifat isolator listrik dari kedua material yang tak dimiliki oleh material logam. Hal ini sangat penting untuk menjaga keamanan dan keselamatan dalam penggunaannya.

Polikarbonat merupakan salah satu kelompok polimer termoplastik yang memiliki titik cair hingga 155 °C. Polikarbonat memiliki beberapa kelebihan antara lain tahan benturan, tahan panas, memiliki permukaan

yang bening, ramah lingkungan, dan dapat didaur ulang. Polikarbonat menggunakan kode plastik nomor 7 atau “Other” yang merupakan kode identifikasi resin pembentuknya. Polikarbonat digunakan di berbagai aplikasi teknik, seperti pesawat terbang dan komponen otomotif, yang menjadi sasaran beban dinamis (Fu, Wang, & Wang, 2009). Polikarbonat juga digunakan secara luas sebagai *casing* gawai, media penyimpanan data digital seperti *Compact Disk* (CD) dan DVD.

High density polyethylene (HDPE) merupakan kelompok polietilen termoplastik. Polietilen mempunyai massa jenis yang lebih kecil daripada air (Diniardi, Ramadhan, & Basri, 2014). HDPE memiliki beberapa keunggulan antara lain bersifat keras karena rasio kekuatan terhadap densitas tinggi, dapat didaur ulang, memiliki kekuatan tarik tinggi, dan tahan temperatur hingga 120 °C. HDPE juga tahan terhadap bahan kimia (Ginting, Bukit, Siregar, & Frida, 2017) dan biaya murah dalam produksi skala besar (Kumar et al., 2015) sehingga digunakan secara luas dalam produk rumah tangga. HDPE dikenal dengan kode plastik nomor 2.

METODE PENELITIAN

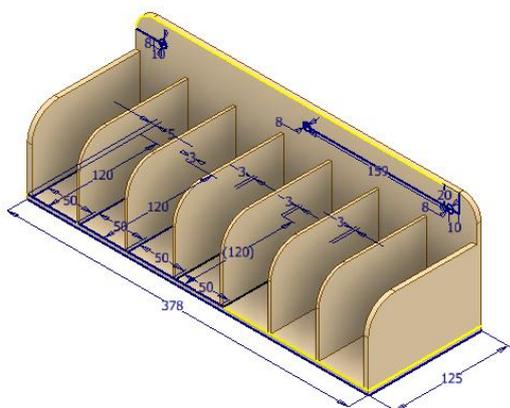
Penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) Autodesk Inventor Professional 2017. Autodesk Inventor Professional adalah salah satu produk dari Autodesk Inc. USA yang dulu lebih familier dengan produk AutoCAD (Wibawa, 2018a). Analisis tegangan yang dilakukan oleh Autodesk Inventor menggunakan metode analisis elemen hingga. Analisis elemen hingga adalah teknik numerik matematis untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur komponen teknik dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (*mesh*) (Wibawa, 2018b).

Hasil simulasi menggunakan Autodesk Inventor menggunakan analisis statik linier. Analisis statik adalah disiplin teknik yang menentukan tegangan pada material dan struktur yang mengalami gaya atau beban statis maupun dinamis (Younis, 2010). Analisis statik menggunakan metode elemen hingga bertujuan menentukan struktur atau komponen, dapat dengan aman menahan kekuatan dan beban yang telah ditentukan (Wibawa, 2019). Kondisi ini dapat tercapai saat tegangan yang ditentukan dari gaya yang diaplikasikan kurang dari kekuatan luluh material dalam menahan

beban. Hubungan tegangan ini sering disebut sebagai faktor keamanan (*safety factor*) dan digunakan dalam banyak analisis sebagai indikator keberhasilan atau kegagalan dalam sebuah analisis (Wibawa, 2018b).

Prosedur menjalankan simulasi tegangan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2017 ada beberapa tahapan:

Pertama, mendesain stasiun pengisian gawai. Dimensi struktur stasiun pengisian gawai secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 1.

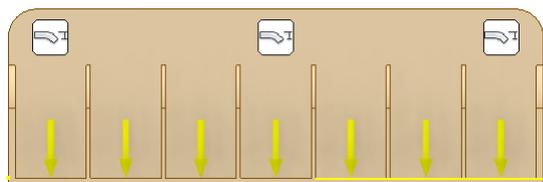


Gambar 1. Dimensi stasiun pengisian gawai (dalam mm)

Kedua, menentukan jenis material yang digunakan. Material yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Polikarbonat dan HDPE.

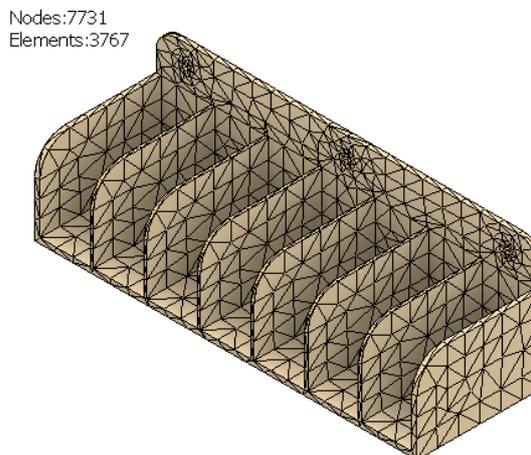
Ketiga, menentukan batasan (*constraint*). Batasan yang digunakan adalah *fixed constraint* pada 3 (tiga) lubang baut.

Keempat, menentukan besarnya beban. Variasi beban yang digunakan yaitu 4 kg, 5 kg, dan 6 kg. Beban dinyatakan dalam satuan *Newton* (N) dengan mengalikannya dengan percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$) menjadi 39,24 N, 49,05 N, dan 58,86 N. Beban diasumsikan merata di semua lokasi penempatan gawai (Gambar 2).



Gambar 2. Lokasi penempatan beban pada stasiun pengisian gawai.

Kelima, menjalankan proses *meshing*. Proses *meshing* pada simulasi ini membagi benda kerja menjadi 7731 node dan 3767 elemen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Proses *meshing* dari stasiun pengisian gawai.

Keenam, menjalankan simulasi program Autodesk Inventor. Simulasi program akan menghasilkan tegangan *Von Mises*, deformasi (*displacement*), massa, dan faktor keamanan. Simulasi program juga akan menampilkan titik-titik kritis dari desain stasiun pengisian gawai yang telah dibuat.

Parameter analisis tegangan menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017 secara lengkap dapat dilihat dari Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Parameter analisis tegangan

Parameter	Keterangan
Tipe simulasi	<i>Single Point</i>
Beban	4 kg, 5 kg, dan 6 kg
Percepatan gravitasi	$9,81 \text{ m/s}^2$
Total muatan	39,24 N, 49,05 N, dan 58,86 N
<i>Average element size</i>	0,1 mm
<i>Minimum element size</i>	0,2 mm
<i>Safety Factor</i>	Berdasarkan <i>yield strength</i>
Jumlah node	7731
Jumlah elemen	3767

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sifat Fisik Material

Tabel 2 menunjukkan sifat fisik dari material Polikarbonat dan HDPE. Data menunjukkan bahwa densitas material HDPE sebesar 0,952 gram/cm³ atau lebih kecil daripada Polikarbonat yang sebesar 1,2 gram/cm³. Hal ini berdampak pada massa material HDPE sebesar 0,69 kg, sedangkan Polikarbonat sebesar 0,87 kg. Hal ini menunjukkan bahwa desain stasiun pengisian gawai menggunakan material HDPE lebih ringan daripada Polikarbonat.

Perbandingan nilai *yield strength*, *tensile strength*, *young modulus*, dan *shear modulus* menunjukkan bahwa material Polikarbonat lebih tinggi daripada material HDPE. Material HDPE hanya memiliki nilai *poisson ratio* yang sedikit lebih tinggi daripada Polikarbonat.

Tabel 2. Sifat fisik material stasiun pengisian gawai

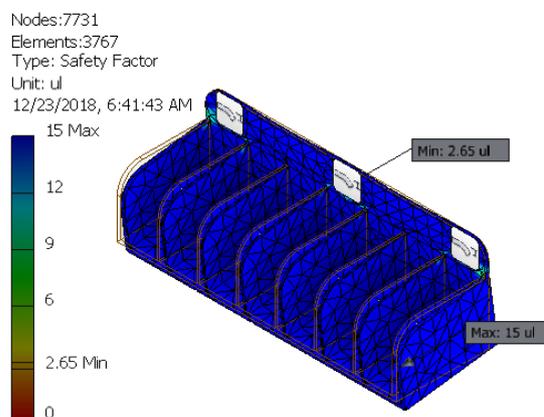
Parameter	Keterangan	
Material	HDPE	Polikarbonat
Density (g/cm ³)	0,952	1,2
Mass (kg)	0,69	0,87
Area (mm ²)	341245	341245
Volume (mm ³)	724830	724830
Yield Strength (MPa)	20,67	62,01
Tensile Strength (MPa)	13,78	68,9
Young's Modulus (GPa)	0,911	2,275
Poisson's Ratio (ul)	0,392	0,38
Shear Modulus (GPa)	0,327	0,824

Analisis Faktor Keamanan

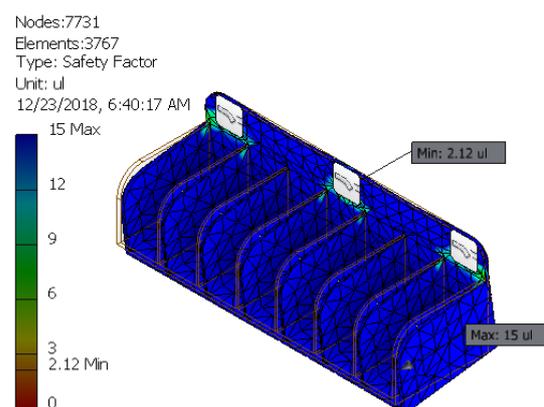
Faktor keamanan (*safety factor*) menggunakan simulasi Autodesk Inventor dihitung sebagai kekuatan luluh (*yield strength*) dari material yang dibagi dengan tegangan *Von Mises* maksimum dari material tersebut. Faktor keamanan yang dihitung ditunjukkan pada balok warna yang diikuti nilai minimum. Faktor keamanan kurang dari 1 menunjukkan kegagalan permanen dari sebuah desain.

Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 menunjukkan hasil simulasi elemen hingga untuk faktor keamanan stasiun pengisian gawai menggunakan material HDPE terhadap variasi beban 4 kg, 5 kg, dan 6 kg. Faktor keamanan material HDPE terhadap beban 4 kg, 5 kg, dan 6 kg berturut-turut yaitu 2,65, 2,12, dan 1,77.

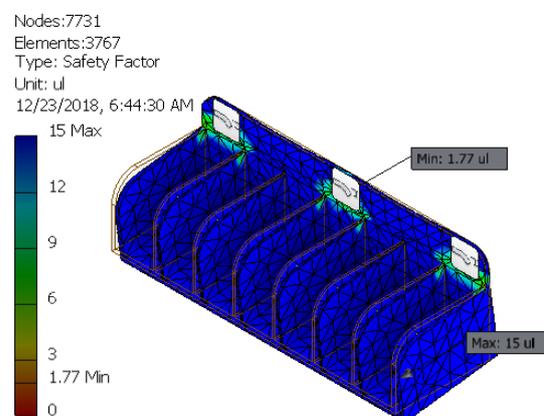
Hasil ini menunjukkan bahwa material HDPE saat dikenakan beban 6 kg tidak cukup kuat untuk menahan beban dinamis karena memiliki nilai faktor keamanan kurang dari 2. Nilai faktor keamanan 1,77 hanya mampu menahan beban statis (V. Dobrovolsky, 1978).



Gambar 4. Faktor keamanan material HDPE terhadap beban 4 kg.

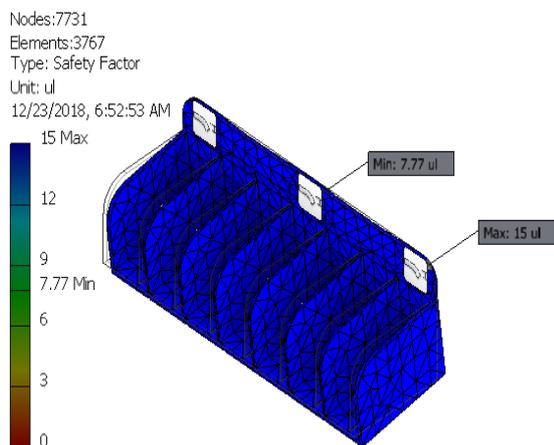


Gambar 5. Faktor keamanan material HDPE terhadap beban 5 kg.

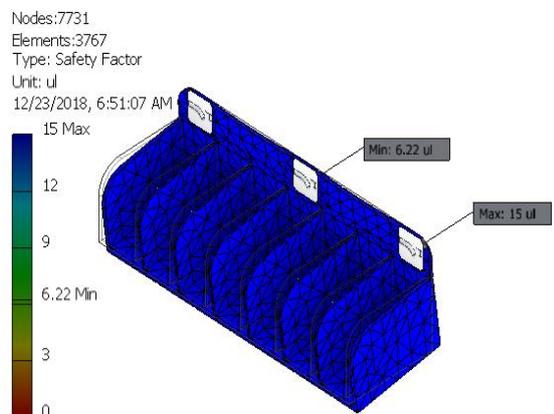


Gambar 6. Faktor keamanan material HDPE terhadap beban 6 kg.

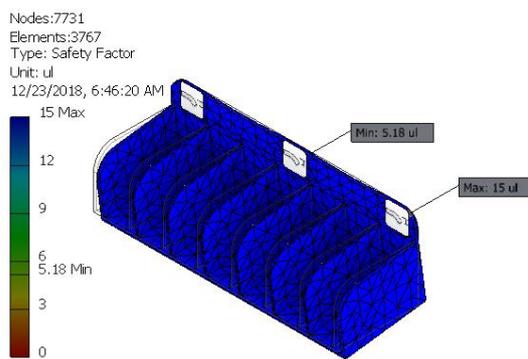
Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9 menunjukkan hasil simulasi elemen hingga untuk faktor keamanan stasiun pengisian gawai menggunakan material Polikarbonat terhadap variasi beban 4 kg, 5 kg, dan 6 kg. Faktor keamanan material Polikarbonat terhadap beban 4 kg, 5 kg, dan 6 kg berturut-turut yaitu 7,77, 6,22, dan 5,18. Hasil ini menunjukkan bahwa material Polikarbonat saat dikenakan beban 6 kg cukup kuat untuk menahan beban dinamis (*dynamic load*) karena memiliki nilai faktor keamanan 5,18. Nilai faktor keamanan ini bahkan sangat aman saat menahan beban kejut (*impact load*). Hal ini karena nilai faktor keamanan yang dipersyaratkan untuk suatu material mampu menahan beban kejut yaitu pada kisaran nilai 3-5 (V. Dobrovolsky, 1978) (Vidosic, 1957).



Gambar 7. Faktor keamanan material Polikarbonat terhadap beban 4 kg.



Gambar 8. Faktor keamanan material Polikarbonat terhadap beban 5 kg.



Gambar 9. Faktor keamanan material Polikarbonat terhadap beban 6 kg.

Beban dinamis adalah beban yang dapat terjadi atau bekerja secara tiba-tiba pada sebuah struktur. Beban dinamis umumnya kecil tetapi berubah-ubah terhadap waktu (Wibawa & Himawanto, 2018). Beban dinamis dapat berupa beban angin, beban seismik, beban *fatigue*, dan frekuensi natural. Beban dinamis perlu diantisipasi karena stasiun pengisian gawai kerap mengalami beban fluktuatif yang dihasilkan dari jumlah gawai yang diletakkan di atasnya. Nilai faktor keamanan yang dipersyaratkan untuk suatu komponen mampu menahan beban dinamis yaitu pada kisaran nilai 2-3 (V. Dobrovolsky, 1978).

Faktor keamanan minimum dari kedua material, baik menggunakan material HDPE maupun Polikarbonat terletak pada lubang baut yang berada di tengah. Hal ini menunjukkan lokasi paling kritis dari sebuah desain stasiun pengisian gawai.

KESIMPULAN

Desain stasiun pengisian gawai menggunakan material HDPE memiliki massa yang lebih ringan daripada menggunakan material Polikarbonat, yaitu sebesar 0,69 kg, sedangkan menggunakan material Polikarbonat massanya sebesar 0,87 kg.

Material HDPE saat dikenakan beban 6 kg tidak mampu menahan beban dinamis karena faktor keamanannya hanya sebesar 1,77. Sedangkan material Polikarbonat cukup kuat menahan beban dinamis hingga beban kejut karena memiliki faktor keamanan sebesar 5,18.

DAFTAR PUSTAKA

- Diniardi, E., Ramadhan, A. I., & Basri, H. (2014). Analisis Kekuatan Mekanik dan Struktur Mikro Pada Material Polimer Penyusun Kipas Radiator. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 55–67. <https://doi.org/10.24853/jurtek.6.1.55-67>
- Fu, S., Wang, Y., & Wang, Y. (2009). Tension testing of polycarbonate at high strain rates. *Polymer Testing*, 28(7), 724–729. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2009.06.002>
- Ginting, E. M., Bukit, N., Siregar, M. A., & Frida, E. (2017). Struktur dan morfologi nano komposit campuran zeolit abu sekam padi. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 07(01), 18–23.
- Komunikasi, K. (2015). Indonesia Raksasa Teknologi Digital Asia. Online. Retrieved from https://kominfo.go.id/content/detail/6095/indonesia-raksasa-teknologi-digital-asia/0/sorotan_media
- Kumar, B. R. B., Doddamani, M., Zeltmann, S. E., Gupta, N., Ramesh, M. R., & Ramakrishna, S. (2015). Processing of cenosphere/HDPE syntactic foams using an industrial scale polymer injection molding machine. *JMADE*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.12.052>
- V. Dobrovolsky, K. Z. (1978). *Machine elements : a textbook*. Moscow: Peace Publisher.
- Vidosic, J. P. (1957). *Machine Design Projects*. Ronald Press Co.
- Wibawa, L. A. N. (2018a). *Merancang Komponen Roket 3D dengan Autodesk Inventor Professional 2017*. Buku Katta. Retrieved from <https://play.google.com/books/reader?id=qHpKDwAAQBAJ&lr=&printsec=frontcover>
- Wibawa, L. A. N. (2018b). *Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017*. Buku Katta. Retrieved from <https://play.google.com/books/reader?id=BD1LDwAAQBAJ&hl=id&lr=&printsec=frontcover>
- Wibawa, L. A. N. (2019). Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tempat Sampah di Balai LAPAN Garut Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Turbulen: Jurnal Teknik Mesin*, 1(2), 64–68.
- Wibawa, L. A. N., & Himawanto, D. A. (2018). Analisis Ketahanan Beban Dinamis Material Turbin Angin Terhadap Kecepatan Putar Rotor (Rpm) Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Simetris*, 9(2), 803–808. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i2.2343>
- Younis, W. (2010). *Up and running with Autodesk Inventor Simulation 2011: a step-by-step guide to engineering design solutions*. Elsevier.