

# ANALISIS BEBAN PADA *CABLE LADDER* *SUPPORT ANGLE BAR* DI *MODULE ONSHORE*

Yose Rynald Siregar<sup>\*1</sup>, Danang Cahyagi 1<sup>\*</sup>, Andrew William Patria Mantik 2<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

<sup>1</sup>E-mail: [yose.3422001002@students.polibatam.ac.id](mailto:yose.3422001002@students.polibatam.ac.id)

## Abstrak

Dalam konstruksi module *onshore*, terdapat peralatan pendukung yang digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk mendukung peralatan sistem listrik dan instrumen yaitu *cable ladder*, *support angle bar*. *Cable ladder* (Tangga Kabel) adalah peralatan yang digunakan untuk melindungi kabel listrik dari faktor lingkungan dan juga untuk memudahkan pengelolaan jalur kabel. Tangga kabel ini biasanya terbuat dari baja galvanis atau aluminium. *Support angle bar* adalah jenis peralatan yang digunakan dalam konstruksi dan instalasi sistem kabel listrik. *Support angle bar* biasanya terbuat dari baja *carbon* dan memiliki bentuk sudut L yang khas. Tujuan dari penelitian ini memastikan *support angle bar* dengan dimensi yang telah ditentukan memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan beban yang diterapkan keatasnya, memastikan mendukung penyediaan tenaga listrik yang andal dan kontinu untuk sistem listrik dan instrumen pada fasilitas *module onshore*, dengan meminimalkan risiko kegagalan pada sistem listrik dan instrumen yang disebabkan oleh masalah struktural. Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi beban menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method, FEM*) untuk menentukan distribusi stress, deformasi, *safety factor* pada *angle bar* yang digunakan sebagai penopang kabel dengan nilai beban 131 kg. Berdasarkan hasil simulasi, pengujian stress pada *support angle bar* menggunakan material *carbon steel ASTM A36*, struktur *support angle bar* dan *cable ladder* memperoleh tegangan maksimum 76.527 MPa dan tegangan minimum 0.007 MPa. Nilai tegangan maksimum ini masih dibawah nilai *yield strength* sebesar 250MPa sehingga bisa dikatakan bahwa struktur ini kuat menahan beban. Pada pengujian displacement, didapatkan perubahan maksimum sebesar 1.878 mm dan perubahan minimum sebesar 0 mm. Dan pada pengujian safety factor, didapatkan hasil *safety factor* dengan nilai minimum 3.27 dan nilai maksimum sebesar 35.988. Dengan demikian rangka ini mampu menahan beban sebesar 131 kg karena nilai *safety factor* pada *support cable ladder angle bar* ini melebihi batas nilai minimum. Hal ini berdasarkan nilai minimum safety factor yang ditetapkan oleh rules NEMA VE 1 sebesar 1.5. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa *support cable ladder angle bar* mampu menahan beban yang telah dirancang sebesar 131 kg berdasarkan data dari hasil pengujian analisis.

**Kata kunci:** *Cable ladder*, *support angle bar*, metode elemen hingga, ASTM A36

## Abstract

In onshore module, there is supporting equipment used in the electric power system to support electrical system equipment and instruments, namely cable ladders, support angle bars. A cable ladder is equipment used to protect electrical cables from environmental factors and also to facilitate cable route management. These cable ladders are usually made of galvanized steel or aluminum. Support angle bar is a type of equipment used in the construction and installation of electrical cable systems. Support angle bars are usually made of carbon steel and have a distinctive L-shaped angle. The aim of this research is to ensure that the support angle bar with predetermined dimensions has adequate strength to withstand the load

applied to it, ensuring that it supports the provision of reliable and continuous electrical power for electrical systems and instruments in onshore module facilities, by minimizing the risk of failure in the electrical system. and instruments caused by structural problems. In this research, a load simulation was carried out using the finite element method (FEM) to determine the stress distribution, deformation, safety factor on the angle bar used as a cable support with a load value of 131 kg. Based on the simulation results, stress testing on the support angle bar using ASTM A36 carbon steel material, the support angle bar and cable ladder structure obtained a maximum stress of 70,268 MPa and a minimum stress of 0.006 MPa. This maximum stress value is still below the yield strength value of 250MPa so it can be said that this structure is strong enough to withstand loads. In the displacement test, a maximum change of 1,868 mm was obtained and a minimum change of 0 mm. And in the safety factor test, safety factor results were obtained with a minimum value of 3.55 and a maximum value of 41.246. Thus, this frame is able to withstand a load of 131 kg because the safety factor value for the cable ladder angle bar support exceeds the minimum value. This is based on the minimum safety factor value set by the NEMA VE 1 rules of 1.5. Therefore, it was concluded that the cable ladder angle bar support was able to withstand the designed load of 131 kg based on data from the analysis test results.

**Keywords :** *cable ladder, cable ladder supports, finite element method, ASTM A36*

## 1. Pendahuluan

Pada industri konstruksi saat ini banyak sekali perusahaan yang berkembang khususnya di bidang konstruksi minyak dan gas. Setiap perusahaan merencanakan, menguji, dan memastikan bahwa kualitas hasil memenuhi permintaan konsumen. Perusahaan konstruksi besar yang terlibat dalam proyek-proyek seperti pembangunan infrastruktur migas atau proyek-proyek industri lainnya biasanya memiliki banyak departemen pendukung. Departemen *electrical & instrumentation* (E&I) merupakan salah satu dari banyak departemen pendukung perusahaan yang berkerjasama untuk menyelesaikan proyek konstruksi dengan sukses. departemen *electrical & instrumentation* memiliki peran penting dalam memastikan bahwa sistem listrik dan instrumentasi yang terkait dengan proyek konstruksi berfungsi dengan baik. Departemen E&I bertanggung jawab untuk merancang sistem listrik dan instrumentasi yang sesuai dengan operasi fasilitas minyak dan gas di darat maupun lepas pantai terutama pada peralatan listrik dan instrumen. peralatan yang dirancang pun harus dirancang untuk dapat menahan beban sesuai dengan peralatan yang dipasang, tahan terhadap situasi ekstrim seperti getaran yang ditimbulkan oleh mesin, suhu tinggi, cuaca, korosi, tekanan. kesalahan pada perancangan sistem listrik dan instrumentasi bisa-bisa mengakibatkan kerugian yang fatal seperti kerusakan peralatan, sistem gagal beroperasi dengan optimal hingga menyebabkan kecelakaan kerja [1]. Dalam konstruksi module *onshore*, terdapat beberapa peralatan pendukung yang digunakan dalam sistem tenaga listrik untuk mendukung peralatan sistem listrik dan instrumen yaitu *cable ladder, support angle bar*. *Cable ladder* (Tangga Kabel) adalah jenis peralatan yang digunakan untuk melindungi kabel listrik dari faktor-faktor lingkungan dan juga untuk memudahkan pengelolaan & jalur kabel. Tangga kabel ini biasanya terbuat dari baja galvanis atau aluminium untuk kekuatan dan ketahanan korosi. *Support angle bar* adalah jenis peralatan yang digunakan dalam konstruksi dan instalasi sistem kabel listrik. Ini biasanya terbuat dari baja galvanis atau stainless steel dan memiliki bentuk sudut L yang khas. *Support angle bar* membantu mendistribusikan beban dari peralatan listrik dan instrumen secara merata, mengurangi tekanan pada dinding atau struktur tempat peralatan tersebut dipasang, menopang beban dari peralatan sistem listrik dan instrumen agar tetap kokoh dan stabil. Studi kasus yang dilakukan pada pembuatan tugas akhir ini beban pada *cable ladder support angle bar*. Dalam situasi di mana data kemampuan menahan beban dari *support angle bar* secara signifikan tidak tersedia di departemen E&I dan harus dicari di departemen

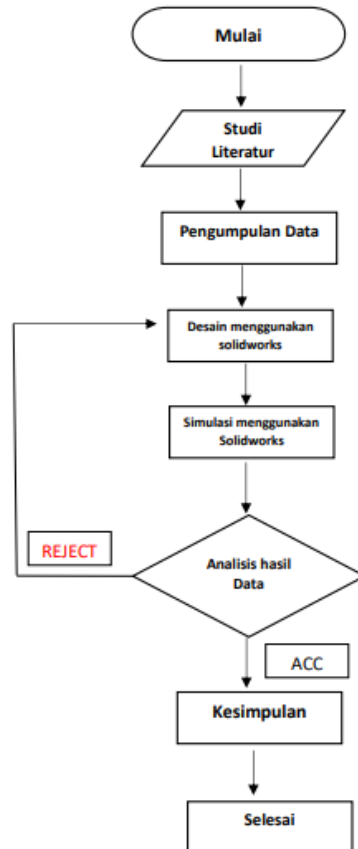
struktur, hal ini juga bisa mempengaruhi keterlambatan jadwal dari perancangan sistem listrik dan instrumen yang telah ditetapkan. oleh karena itu penulis melakukan penelitian dengan tujuan memastikan bahwa support *angle bar* dengan dimensi yang telah ditentukan memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan beban yang diterapkan ke atasnya dan memastikan bahwa struktur *angle bar* mendukung distribusi tenaga listrik yang andal dan kontinu untuk sistem listrik dan instrumen pada fasilitas *module onshore*, dengan meminimalkan risiko gangguan atau kegagalan pada sistem listrik dan instrumen yang disebabkan oleh masalah struktural. Rumusan permasalahan yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini adalah memastikan bahwa struktur support cable ladder dan angle bar tetap kokoh dan tidak mengalami perubahan bentuk yang berlebihan akibat beban yang ditanggung oleh support tersebut. metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan ini adalah metode elemen hingga (MEH), yang merupakan metode numerik untuk menganalisis respons struktural dari sistem yang kompleks. Dalam penelitian ini, batasan masalah yang muncul adalah analisis akan fokus pada respons struktural dari elemen-elemen ini dalam kondisi stabil atau diam. simulasi statis tidak memperhitungkan beban dinamis seperti getaran dari peralatan yang beroperasi, suhu, korosi, dan tekanan. Nilai beban yang akan diberikan sebesar 131 kg didapatkan dari beban *cable* yang dipakai. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah memastikan bahwa support *angle bar* dengan dimensi yang telah ditentukan memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan beban yang diterapkan keatasnya. memastikan mendukung penyediaan tenaga listrik yang andal dan kontinu untuk sistem listrik dan instrumen pada fasilitas *module onshore*, dengan meminimalkan risiko gangguan atau kegagalan pada sistem listrik dan instrumen yang disebabkan oleh masalah struktural.

## 2. Studi Literatur

Analisis elemen hingga (MEH) adalah metode berbasis analisis *software* komputer untuk memprediksi bagaimana sebuah benda/alat akan bereaksi terhadap gaya di dunia nyata yang terkait dengan getaran, panas, aliran fluida, dan efek fisik lainnya[2]. Metode elemen hingga (MEH) telah terbukti andal dalam menyelesaikan permasalahan di bidang mekanika kontinu. dengan menggunakan fitur statis untuk menganalisis tegangan dan regangan. analisis tegangan dari desain itu sendiri dapat dengan mudah dihitung menggunakan perangkat lunak analisis, salah satunya *SolidWorks*. Oleh karena itu, penelitian memilih untuk melakukan simulasi *software* menggunakan metode elemen hingga (MEH), yaitu *software SolidWorks*[3]. Beban pada tangga kabel (*cable ladder*) diposisikan di antara *support cable ladder*. beban yang dicakup adalah beban kabel, berat *cable ladder*[4].

### 3. Metodologi Penelitian

Dalam pengujian ini, ada beberapa tahapan yang harus dilalui yaitu studi literatur, pengumpulan data, desain menggunakan solidworks, simulasi, analisis hasil data dan kesimpulan. Alur tahapan proses pengujian dapat ditampilkan dengan *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pengerjaan tugas akhir (*Flowchart*)

#### Tahapan Penelitian

Penjelasan mengenai diagram alir pengerjaan tugas akhir dapat dilihat pada uraian berikut ini :

##### Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan proses pencarian, pengkajian, dan pengumpulan materi serta informasi yang relevan dan terpercaya yang dapat dijadikan acuan dalam pengerjaan tugas akhir ini. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah dimensi ukuran, spesifikasi material dari *support angle bar* dan *cable ladder*

##### Pengumpulan data

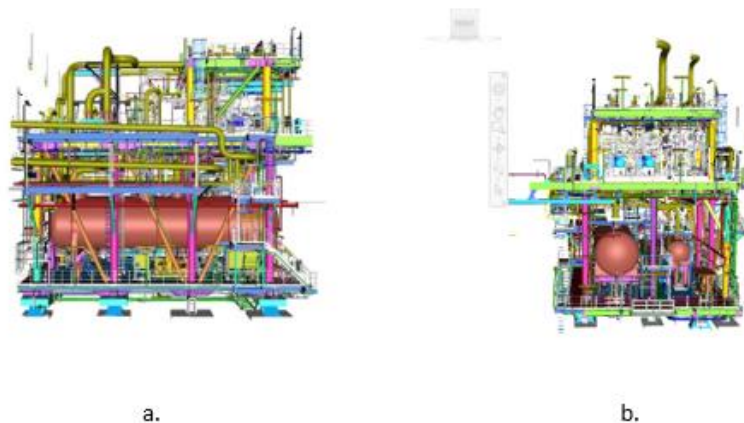
###### Spesifikasi fasilitas *module onshore*

Fasilitas *module onshore* yang digunakan dalam penelitian ini bernama *MEG Terminal Onshore*, *Module MEG (Mono Ethylene Glycol)* merupakan fasilitas yang digunakan dalam industri minyak dan gas untuk memisahkan air dari gas alam yang dihasilkan selama proses produksi. *Module Gas Monoethylene Glycol (MEG)* adalah sebuah sistem atau unit yang digunakan dalam industri minyak dan gas untuk menghilangkan

air dari gas alam yang diekstraksi sebelum gas tersebut diproses lebih lanjut. *Monoethylene glycol (MEG)* adalah senyawa kimia yang sering digunakan dalam proses dehidrasi gas untuk menyerap dan menghilangkan air dari aliran gas alam. Gas alam yang dihasilkan dari sumur-sumur minyak dan gas alam biasanya mengandung kadar air yang tinggi. Kehadiran air dalam gas alam dapat menyebabkan korosi pada infrastruktur pipa dan mesin serta menurunkan nilai kalor gas. Oleh karena itu, gas alam harus dibersihkan dari air sebelum dipasarkan. *Module MEG* membantu dalam proses ini dengan menghilangkan air dari gas alam. Pada penelitian ini, lokasi dari support angle bar dan cable ladder terletak pada *Module MEG* area F01 yang berfungsi sebagai *Sampling Point Area*. Tujuan dari *Sampling point area* ini adalah untuk memungkinkan pengujian dan analisis gas secara berkala untuk memantau kualitas gas, mendeteksi potensi kontaminasi atau kerusakan, dan membuat keputusan yang tepat mengenai pemeliharaan atau perbaikan sistem gas. Pada Tabel 1 menampilkan *principal dimension* dari *module MEG* yang digunakan pada penelitian ini dan Gambar 2 menampilkan *3d model* dari *module MEG* yang digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 1. Principal dimension module**

Principal dimension Module	
Panjang	22 meter
Lebar	15 meter
Tinggi	19 Meter



**Gambar 2. 3D Model dari MODULE MEG F01 : a .tampak kanan b.tampak kanan**

### Spesifikasi material grade cable ladder support angle bar

Penentuan material yang digunakan dalam cable ladder support angle bar perlu memperhatikan seperti kekuatan bahan, kualitas komponen, biaya. pada material *ASTM 36 Steel* memiliki *minimum yield strength* 250 MPa dan *tensile strength* 400 Mpa[5]. Berikut *material grade* dari *ASTM 36* dapat ditampilkan pada tabel 2 dibawah berikut.

**Tabel 2. Material grade**

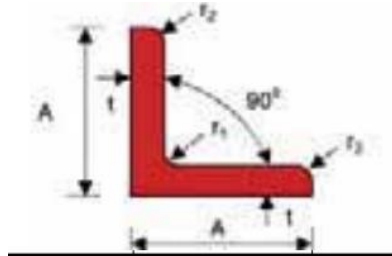
MATERIAL	THICKNESS	YIELD STRENGTH	TENSILE STRENGTH
<i>ASTM 36</i>	<i>3-100mm</i>	<i>250 MPa</i>	<i>400 MPa</i>

### Angle bar size

Berikut merupakan katalog angle bar size yang digunakan pada penelitian ini daitampilkan pada tabel 3.

**Tabel 3. Material size angle bar yang akan dipakai pada penelitian ini**

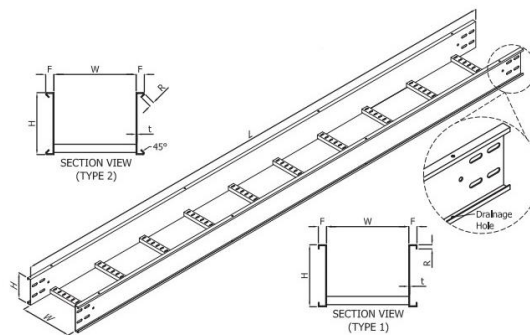
Angle Size (mm)	Thickness (mm)	Mass per meter (Kg/m)	Radius (radius root)	Radius (radius toe)	Material
100 x 100	15	21.90	12	4.8	ASTM 36



**Gambar 3. Angle bar size**

### Spesifikasi material dan tipe cable ladder

Berdasarkan dari pengumpulan data yang dilakukan ,tipe *cable ladder* yang digunakan adalah *return flange cable ladder*. Fungsi dari *return flange cable ladder* ini adalah memastikan kabel tetap berada pada *tray ladder* dan mengurangi risiko kabel terjepit atau tergelincir keluar dari *tray* saat melewati belokan atau tikungan dari jalur kabel. Material yang umum digunakan untuk *Return Flange Cable ladder* adalah baja galvanis atau bahan logam lainnya yang tahan korosi. Hal ini penting untuk memastikan ketahanan terhadap lingkungan eksternal dan faktor-faktor seperti kelembaban dan korosi. Spesifikasi dari tipe *cable ladder* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4. Cable ladder tipe return flange**

**Tabel 4. Material size cable ladder**

Tipe cable ladder	Length (mm)	Height (h)	Rung Spacing (w)	Thicknes (t)	material	Weight (Kg)
Flat Bar	3000 mm	150 mm	300 mm	3 mm	AISI 316 SS	23.2

### Spesifikasi *cable*

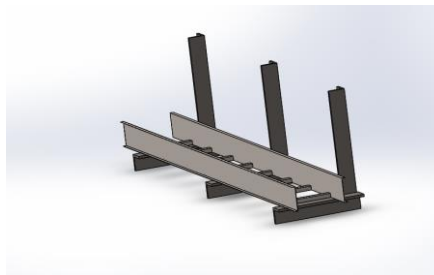
Kabel *armored* dirancang dengan lapisan pelindung berupa selubung logam (biasanya baja) yang melindungi kabel dari kerusakan fisik seperti tekanan, suhu, dan gesekan[6]. Data ini akan menjadi nilai beban yang akan digunakan dalam simulasi beban utama *cable ladder* pada *software solidworks*.

**Tabel 5. Material size cable**

Type cable	Thickness of inner covering	Diameter overall (mm)	Weight (Kg/m)	Jumlah cable routing yang dipakai
<i>Armored power cable 6/10KV FX-RFOU 3core</i>	1.8 mm	85.6 mm	14.59 Kg	3 Cable

### Desain support angle bar dan cable menggunakan *solidworks*

Pada tahap ini, dimensi ukuran *cable ladder* dan *support angle bar*, jenis material dimasukkan pada model 3d *cable ladder* dan *support angle bar*. Berikut rancang desain *support cable ladder* dan *cable ladder* yang dibuat pada *software solidworks* yang dapat dilihat pada gambar 5&6.



Dimensi Ukuran <i>support angle bar</i>	
Panjang sumbu Z	736 mm
Panjang sumbu X	550 mm

**Gambar 5&6. Rancang desain dan dimensi ukuran dari *support angle bar* & *cable ladder***

### Simulasi beban menggunakan *solidworks*.

Untuk metode yang digunakan adalah metode simulasi menggunakan *finite element method* (FEM) Dibawah ini akan dijabarkan bagaimana untuk melakukan pengujian statis menggunakan *Solidwoks simulation* :

Langkah-langkah simulasi beban statis dapat dilakukan seperti berikut ini:

- Pembuatan model Menggunakan *Feature Weldment* di *Solidworks*.
- Pemilihan material, memilih material yang akan digunakan dengan cara : klik kanan kemudian pilih “edit material” lalu pilih “*ASTM A36*” lalu klik “*apply*” dan “*close*”
- Kemudian, memulai *study static solidworks simulation*
- Kemudian klik kanan “*mesh*” dan pilih “*Create mesh*”
- Lalu Penempatan titik tumpuan (*Fixed Geometry*) pada *cable ladder* dan *support angle bar* yang akan di analisis dengan menginput data beban yang didapatkan pada *material size cable* dan *cable ladder*.

f. Kemudian penempatan beban pengujian.. Disini beban yang di berikan pada *Support cable ladder* sebesar 131 kg. Beban 131 kg didapatkan dari *cable ladder* yang dipakai dan diberikan kearah direction X.

g. Menjalankan “*Run This Study*”.

h. Memperoleh hasil Pengujian Beban Statis

pada pengujian ini, acuan yang dipakai pada pengujian stress pada solidworks,batasan maksimum yang dipakai sebesar 250 *Mpa*[7].

#### 4. Analisis hasil data

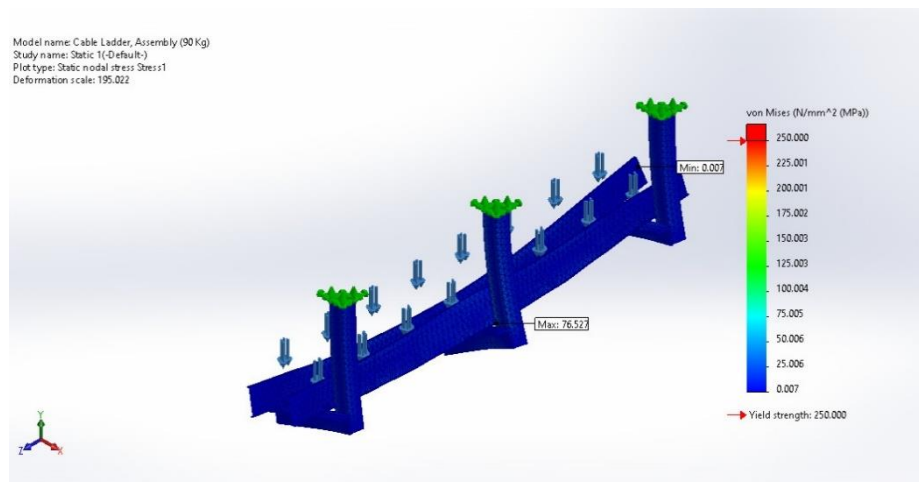
Data diperoleh dari hasil simulasi pengujian pada *support cable ladder angle bar* yang dikenai pembebanan sebesar 131 Kg dengan menggunakan *software* Solidworks.

##### Pengujian Stress

Pada gambar 7 & 8 dibawah berikut, menampilkan hasil pengujian tegangan / *stress* pada *support cable ladder* dilakukan dengan tipe *Von Mises*. Dengan nilai maksimal 76.527N/mm<sup>2</sup> (MPa) dan nilai minimal 0.007N/mm<sup>2</sup> (MPa). Nilai maksimal tegangan dari material ASTM A36 adalah 250 MPa. Karena nilai maksimal pengujian tegangan / *stress* dari *cable ladder support angle bar* yang menggunakan material ASTM A36 lebih rendah dari nilai tegangan maksimal material ASTM A36, maka *support cable ladder angle bar* di kategorikan aman.

Name	Type	Min	Max
Stress	VON: von Mises Stress	0.007N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 3716	76.527N/mm <sup>2</sup> (MPa) Node: 23854

Gambar 7. Hasil Analisis *Von mises stress*



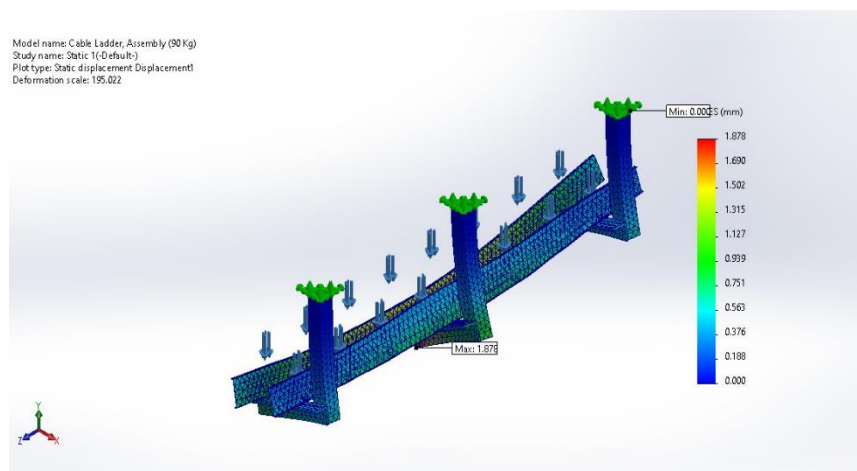
Gambar 8. Grafik hasil analisis *Von mises stress*

### Pengujian *Displacement*

Pada gambar 9 & 10 dibawah berikut , menampilkan hasil pengujian *displacement* pada *support cable ladder angle bar* merupakan langkah penting dalam memastikan bahwa sistem pendukung mampu menahan beban operasional dan tetap stabil tanpa mengalami pergeseran signifikan. Perubahan maksimum yang ditunjukkan pada diagram berwarna merah sebesar 1.878 mm dan perubahan minimum sebesar 0 mm.

Name	Type	Min	Max
Displacement	URES: Resultant Displacement	0.000mm Node: 18879	1.878mm Node: 21671

Gambar 9. Hasil Analisis *Displacement*



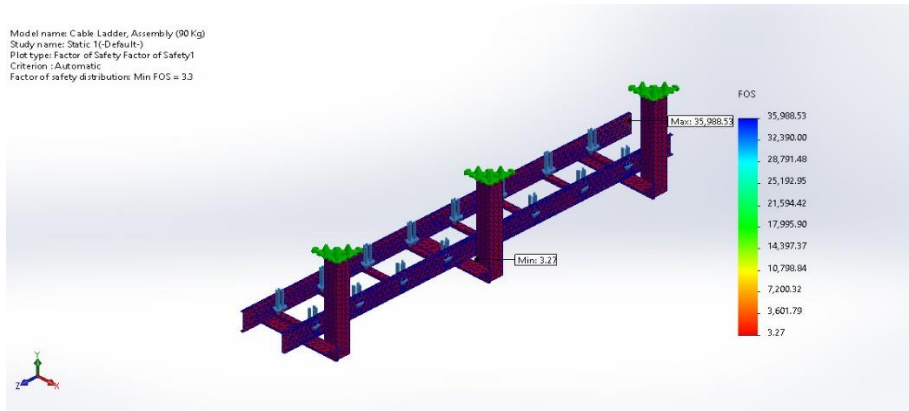
Gambar 10. Grafik hasil analisis *Displacement*

### Pengujian *Factor of safety*

Pada gambar 9 dibawah berikut ini, menampilkan hasil dari pengujian *factor of safety* atau faktor keamanan pada *support angle bar dan cable ladder* digunakan untuk menunjukkan apakah *cable ladder dan support angle bar* tersebut aman digunakan. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari pengujian tersebut menunjukkan angka minimum FOS 3.27 dan FOS maksimum 35.988. Faktor keamanan yang ideal yaitu sebesar 2,5 – 4 dengan nilai minimal 1,5. Dengan demikian rangka ini mampu menahan beban sebesar 131 kg dan dari segi faktor keamanan, karena nilai FOS pada *support cable ladder angle bar* ini melebihi batas nilai minimum. Hal ini berdasarkan nilai minimum safety factor yang ditetapkan oleh rules NEMA VE 1[4].

Name	Type	Min	Max
Factor of Safety	Automatic	3.27 Node: 23854	35,988.53 Node: 3716

Gambar 9. Hasil Analisis *Safety Factor*



Gambar 10. Grafik hasil *Safety Factor*

## 5 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian adalah memastikan mendukung penyediaan tenaga listrik yang andal dan kontinu untuk sistem listrik dan instrumen pada fasilitas *module onshore*, dengan meminimalkan risiko gangguan atau kegagalan pada sistem listrik dan instrumen yang disebabkan oleh masalah struktural. metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode elemen hingga/ *finite element method (FEM)*. Dalam penelitian ini, dilakukan simulasi dan analisis beban menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method, FEM*) untuk menentukan distribusi stress, deformasi, *safety factor* pada *angle bar* yang digunakan sebagai penopang kabel dengan nilai beban 131 kg. Berdasarkan hasil simulasi, pengujian stress pada *support angle bar* dengan menggunakan material *carbon steel ASTM A36*, struktur *support angle bar* dan *cable ladder* memperoleh tegangan maksimum 76.527 MPa dan tegangan minimum 0.007 MPa. Nilai tegangan maksimum ini masih di bawah nilai *yield strength* sebesar 250MPa sehingga bisa dikatakan bahwa struktur ini kuat menahan benturan. Dan pada pengujian displacement ,didapatkan perubahan maksimum sebesar 1.878 mm dan perubahan minimum sebesar 0 mm. Dan pada pengujian *safety factor*, didapatkan hasil *safety factor* dengan nilai minimum 3.27 dan nilai maksimum sebesar 35.988. Dengan demikian rangka ini mampu menahan beban sebesar 131 kg dan dari segi faktor keamanan, karena nilai *safety factor* pada *support cable ladder angle bar* ini melebihi batas nilai minimum. Hal ini berdasarkan nilai minimum *safety factor* yang ditetapkan oleh rules NEMA VE 1 yaitu sebesar 1.5. oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa *support cable ladder angle bar* mampu menahan beban yang telah dirancang sebesar 131 kg berdasarkan data dari hasil pengujian analisis.

## 6 Daftar Pustaka

- [1] F. Septiansyah, "Rekonstruksi Panel Distribusi Daya Listrik Pp-Ib Laboraturium Instalasi Listrik Polban Menurut Standar Sni Puil 2000," *Rekonstruksi Panel Distribusi Daya Listrik Pp-Ib Laboraturium Instalasi Listrik Polban Menurut Standar Sni Puil 2000*, 2013.
- [2] M. A. Ficki, K. Kardiman, and N. Fauji, "SIMULASI BEBAN RANGKA PADA MESIN PENGGILING SEKAM PADI MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK," *ROTOR*, vol. 15, no. 2, 2022, doi: 10.19184/rotor.v15i2.32447.
- [3] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. N. I. Ridho, I. I. Hajar, H. Hariri, and E. A. Pane, "Analisis Kekuatan

- Rangka Pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solidworks,” *Rekayasa*, vol. 13, no. 3, 2020, doi: 10.21107/rekayasa.v13i3.8872.
- [4] National Electrical Manufacturers Association, *Standar For Metal Cable Tray Systems*, NEMA VE 1., vol. 1. 1300 North 17th Street, Suite 900 Rosslyn, Virginia 22209: National Electrical Manufacturers Association, 2017.
- [5] N. T. U. K. 21 F. Str. , K. 61002, U. Prof. Dr. Dmitry Breslavsky, “European Steel and Alloy Grades / Numbers Searchable Database.”
- [6] M. Á. González-Cagigal, J. C. Del-Pino-lópez, A. Bachiller-Soler, P. Cruz-Romero, and J. A. Rosendo-Macías, “Article a thermal model for three-core armored submarine cables based on distributed temperature sensing,” *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 13, 2021, doi: 10.3390/en14133897.
- [7] F. Restu, R. Hakim, and F. S. Anwar, “Analisa Kekuatan Material ASTM A36 pada Konstruksi Ragum terhadap Variasi Gaya Cekam dengan Menggunakan Software SolidWorks 2013,” *JURNAL INTEGRASI*, vol. 9, no. 2, 2017, doi: 10.30871/ji.v9i2.444.