

## Analisis Tegangan pada *Giant Umbrella* Berukuran 6x6 m dan Tinggi 5 m dengan Menggunakan FEA

Sumardi, Gatot Santoso dan Muki Satya Permana

Magister Teknik Mesin, Pasca Sarjana Universitas Pasundan Bandung

Jl Sumatera no 41 Bandung 40117

e-mail : mady\_46@yahoo.com

e-mail : gatot.santoso@unpas.ac.id

e-mail : muki.saya@unpas.ac.id

### Abstrak

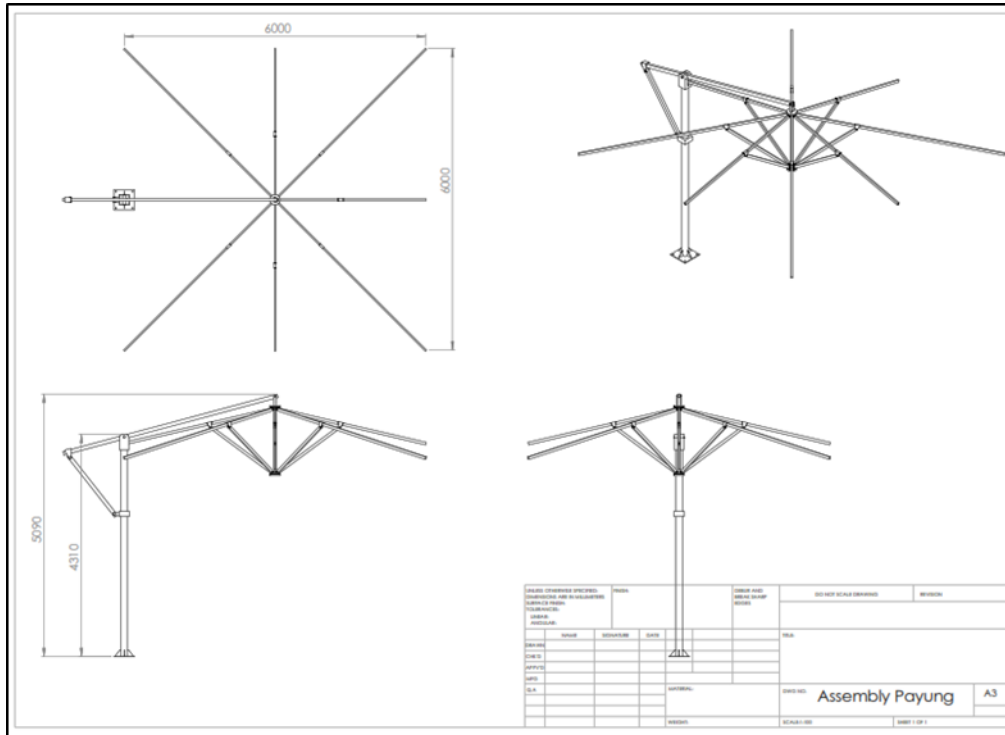
Acara seperti pernikahan, bazar dan gathering membutuhkan area yang luas. Area tersebut dalam penggunaannya perlu terlindungi dari cuaca. Maka dari itu diperlukan desain payung raksasa yang dapat melindungi dari cuaca panas maupun hujan. Berkaitan dengan perancangan payung raksasa ini, dibuatlah desain dengan komponen utama payung meliputi: tiang dan Jari-jari payung. Adapun desain yang dilakukan adalah pengembangan mekanisme bukaan payung dan geometri, dimensi serta material struktur giant-umbrella didesain untuk memenuhi kriteria *lightweight structure*. Kriteria tersebut dilakukan dengan mempertimbangkan *dead load and wind load, stress analysis, selection of proper materials, manufacturing planning, and cost estimation*. Makalah ini memaparkan analisa tegangan pada tiang payung dan jari-jari mekanisme bukaan payung. Hasil pemodelan tiang utama dan jari-jari payung disajikan dalam bentuk *stress contour and displacement*. Material yang digunakan untuk pembuatan tiang utama dan jari-jari payung adalah ASTM 36 yang memiliki kekuatan luluh 250 MPa. Dari pemodelan tegangan von mises pada *stress contour* terbaca 61.6 MPa jauh lebih rendah dari kekuatan luluh material yang digunakan. Harga *displacement* terbesar terdapat pada jari-jari diagonal sebesar 23mm dan masih relevan digunakan.

Kata kunci: mekanisme, analisa tegangan, pemodelan, tegangan von mises, displacement, payung raksasa

### 1. Pendahuluan

*Madinah al Munawaroh Giant Umbrella* adalah sebuah payung raksasa yang digunakan untuk melindungi jemaah haji & umroh yang melaksanakan ibadah di Masjid Nabawi Madinah, Saudi Arabia. Terinspirasi dari hal tersebut dibuatlah perancangan payung raksasa yang dapat digunakan diberbagai acara seperti pernikahan, bazar dan gathering. Dalam makalah ini dilakukan pengembangan bagaimana merancang payung dengan memaksimalkan luas area yang ada, merancang mekanisme bukaan payung dan membuat pemodelan. Pengembangan desain meliputi geometri, material struktur yang memenuhi kriteria *lightweight* struktur. Adapun kriteria tersebut mempertimbangkan *dead load and wind load, stress analysis, selection of proper material, manufacturing planning and cost estimation*.

Pada makalah ini akan membahas mengenai rangka payung yang terdiri dari tiang utama dan jari-jari payung. Melakukan analisa pemodelan rangka payung dengan metode elemen hingga untuk memeriksa kegagalan yang meliputi *assembly errors* dan *design errors*. Desain yang sudah dianalisa kemudian akan dibuat produk *prototype* untuk mengetahui fungsi kerja alat, apakah sesuai dengan rancangan.



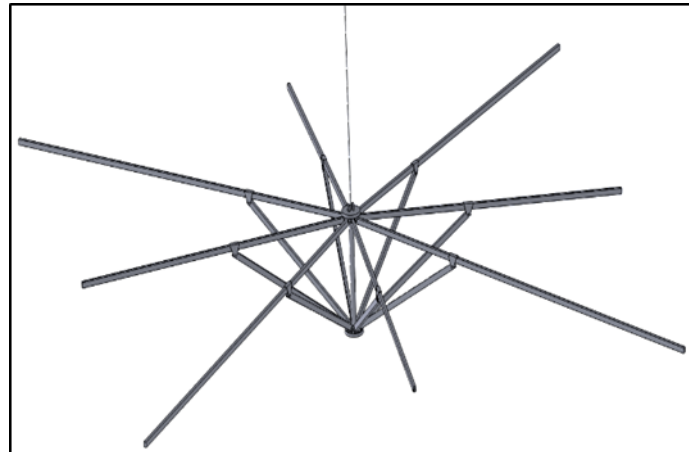
Gambar 1 Desain Payung yang dikembangkan

## 2. Metodologi

Optimasi dimensi payung mencakup tiang penyangga utama, jari-jari payung membutuhkan perhitungan tegangan pada saat mekanisme payung tertutup ataupun terbuka secara penuh. Metodologi yang dipilih adalah metode numerik dengan memakai perangkat lunak Solid Work yang dapat menghitung tegangan dan perpindahan dengan FEA.

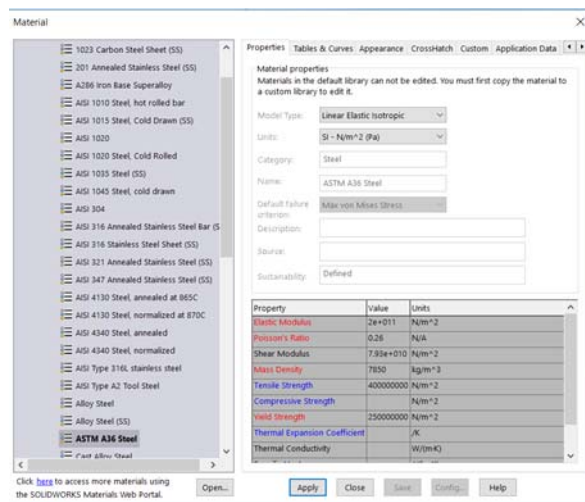


Gambar 2 Tiang Utama Payung



Gambar 3 Jari-jari Payung

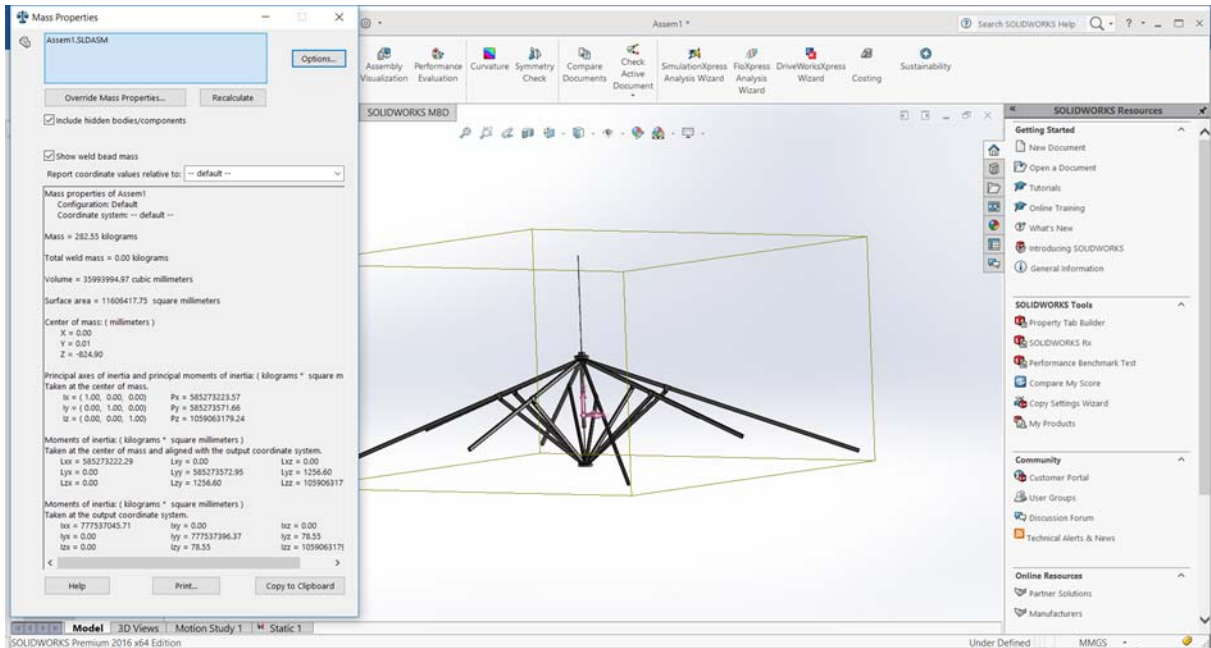
Material yang digunakan untuk perancangan giant umbrella 6x6m ini menggunakan ASTM A36. Properties material ASTM A36 sebagai berikut:



Gambar 4 Properti ASTM A36

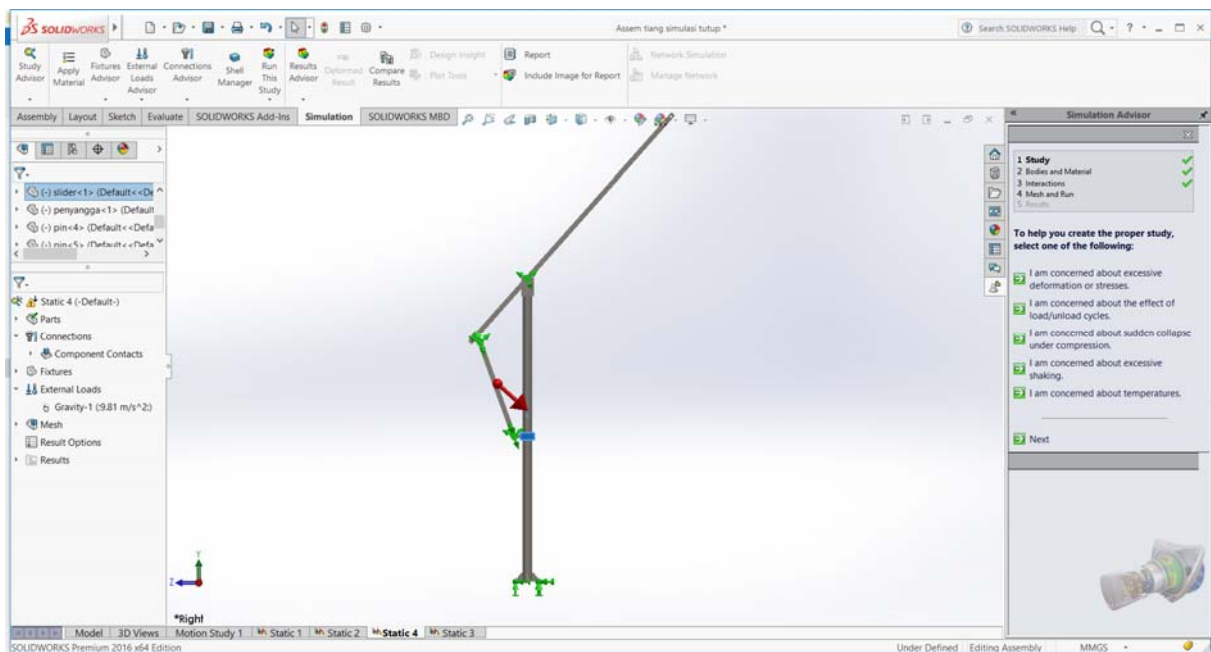
Massa jari-jari payung dengan material ASTM A36 yang digunakan sebagai pembebanan untuk tiang utama dihitung dengan solid work adalah sebesar 282.5 Kg.

Perhitungan massa properties jari-jari payung dengan solid work sebagai berikut:



Gambar 5 Properti massa jari-jari payung

Langkah simulasi FEA dengan menggunakan solid work adalah dengan menentukan material part yang akan digunakan, kemudian interaksi antar part, meshing dan run hasil simulasi.

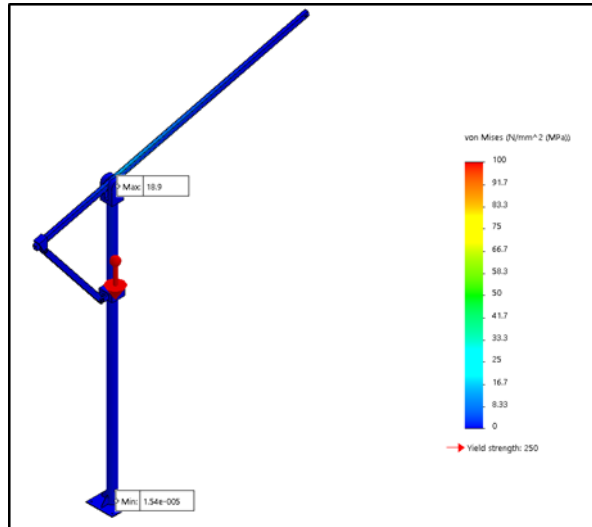


Gambar 6 Langkah Simulasi FEA dengan Solid Work

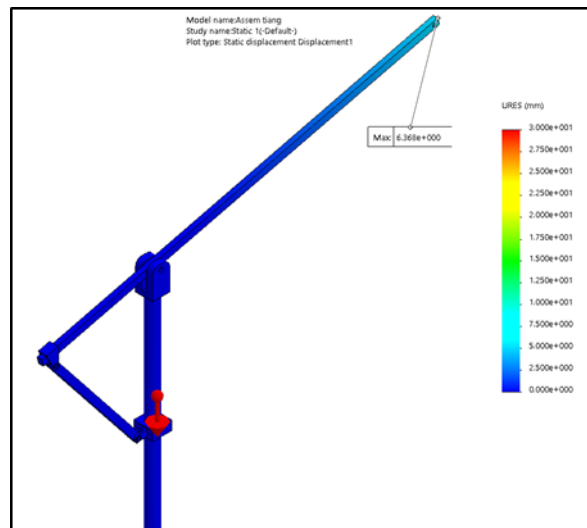
### 3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan model menggunakan simulasi static solid work dengan beban gravity pada tiang payangga Utama dan jari-jari payung

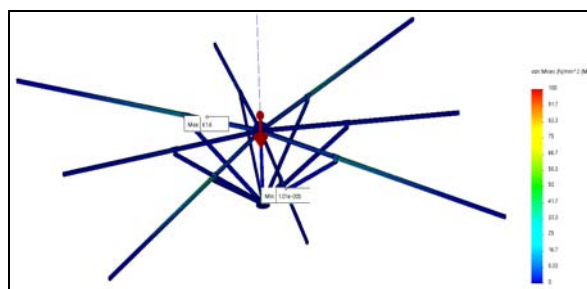
Tegangan von Mises untuk posisi bukaan payung dan perpindahan untuk posisi bukaan payung ditampilkan pada gambar berikut ini.



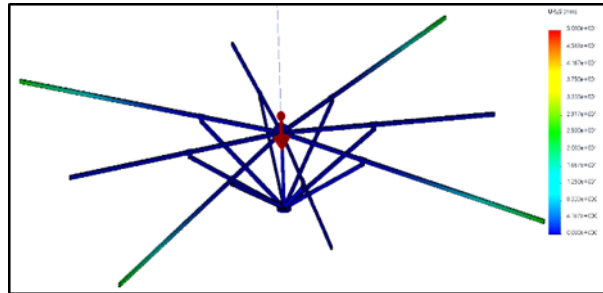
Gambar 7 Tegangan Von Mises Tiang Utama



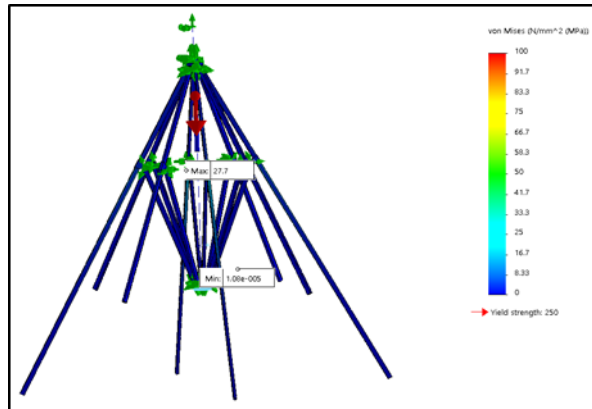
Gambar 8 Displacement Tiang Utama



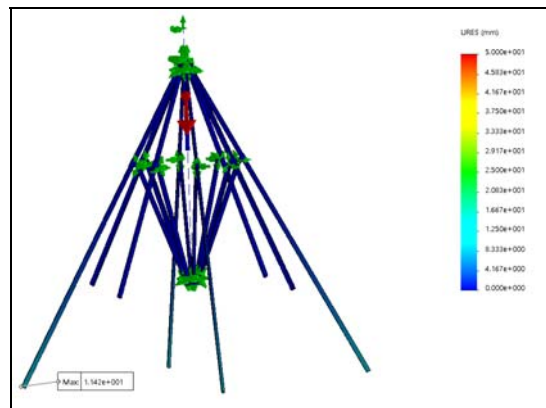
Gambar 9 Tegangan Von Mises Jari-jari Payung



Gambar 10 Displacement Jari-jari Payung



Gambar 11 Tegangan Von Mises Payung Tertutup

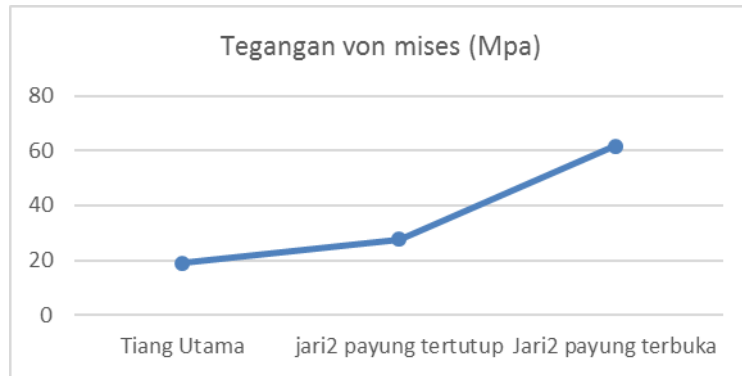


Gambar 12 Displacement Payung Tertutup

Data Tegangan Von Mises pada Payung dirangkum sebagai berikut:

Tabel 1 Tegangan Von Mises pada Payung

No	Deskripsi	Tegangan Von mises (MPa)	Keterangan
1	Tiang Utama	18.9	Nilai maksimum
2	Jari-jari Payung Terbuka	61.6	Nilai maksimum
3	Jari-jari Payung Tertutup	27.7	Nilai maksimum

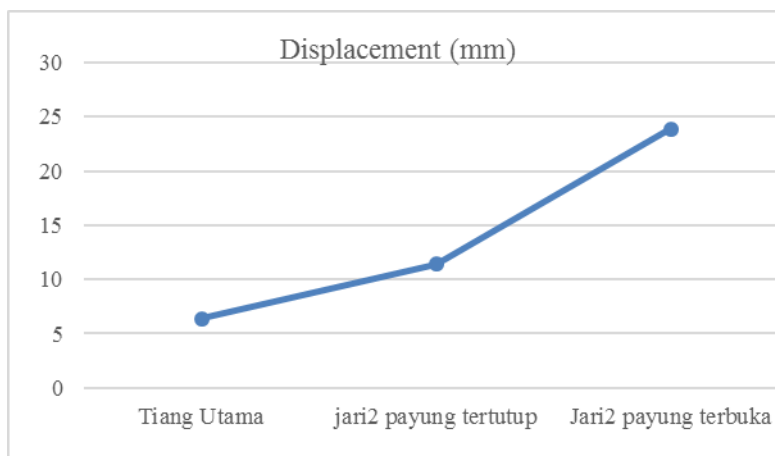


**Gambar 13** Distribusi tegangan von mises terhadap bukaan payung

Data *displacement* pada payung dirangkum sebagai berikut:

**Tabel 2** *displacement* pada payung

No	Deskripsi	Displacement (mm)	Keterangan
1	Tiang Utama	6.36	Nilai maksimum
2	Jari-jari Payung Terbuka	23.9	Nilai maksimum
3	Jari-jari Payung Tertutup	11.4	Nilai maksimum



**Gambar 14** Distribusi *displacement* terhadap bukaan payung

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil perhitungan secara numerik memakai perangkat lunak solid work dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Tegangan yang terjadi pada tiang utama penyangga giant umbrella masih dibawah yield strength material yang dipilih.
- Perpindahan (*displacement*) yang terjadi semakin naik apabila payung dibuka.

#### Daftar Pustaka

[1] D.L. Logan, 2010, A First Course in the Finite Element Method, Cengage Learning  
 [2] George E. Dieter & Linda C. Schmidt, 2009, Engineering design, McGraw hill, New York USA  
 [3] Harsokoesoemo D., 2004, Pengantar Perancangan Teknik, Penerbit ITB.  
 [4] Santoso, G., 2017, Analisis Tegangan Jari-Jari Mekanisme Bukaan Payung Raksasa, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri, Bandung Indonesia  
 [5] Solid work. 2014. User manual: Procedure, command, elements, analysis system.