

ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR RANGKA TURBIN HELIKS TIPE L C500 DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI COSMOSWORKS 2007

¹Aidil Haryanto, ²Novrinaldi, dan ³Satya Andika Putra

^{1,2,3,4}Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna-LIPI, Jl. K.S. Tubun No. 05 Subang 41213
E-mail : ¹aharyant03@gmail.com, ²naldi.novri@gmail.com, ³satya.andika.p@gmail.com

Abstrak. Rancang bangun turbin heliks jenis tipe L C500 yang bertujuan sebagai suatu penelitian pengembangan turbin heliks untuk air aliran datar sehingga mendapatkan efisiensi yang lebih baik dari jenis turbin yang sama. Sedangkan tujuan dilakukannya analisis kekuatan struktur rangka adalah untuk mengetahui keamanan struktur rangka jika diberi beban statis berupa turbin heliks tipe L C500. Analisis kekuatan struktur rangka turbin heliks menggunakan aplikasi Cosmosworks 2007. Cosmosworks 2007 digunakan untuk mengetahui besarnya distribusi tegangan dan kekuatan struktur yang terjadi pada rangka turbin heliks dengan metode elemen hingga (Finite Element Methods) dengan memvisualisasikan von mises stress, displacement dan factor of safety sebagai hasil akhirnya. Pada hasil analisis, dimana berat total turbin heliks sebesar 2590 N dan material rangka yang digunakan steel jenis AISI 1020 (yield strength $3,516 \times 10^8 \text{ N/m}^2$) maka didapatkan von mises stress atau tegangan total pada rangka turbin memiliki nilai maksimum pada saat turbin diam sebesar $1,293 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Untuk displacementnya sebesar $7,163 \times 10^{-3} \text{ m}$ sedangkan factor of safety minimum sebesar 2,7. Karena nilai hasil analisis von mises stress yang dihasilkan masih dibawah dari nilai yield strength (tegangan ijin) maka dapat disimpulkan bahwa konstruksi rangka turbin heliks tersebut aman untuk digunakan.

Kata kunci : turbin heliks, von mises stress, Finite Element Methods, cosmosworks

1. Pendahuluan

Turbin air berfungsi untuk mengubah energi air (potensial, tekanan dan kinetik) menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran poros. Energi mekanis kemudian diubah menjadi energi listrik menggunakan generator. Turbin air yang sedang dikembangkan saat ini adalah turbin heliks untuk air aliran datar dengan mengadopsi dari turbin Gorlov dan diberi nama turbin heliks tipe L C500. Sebagai penopang atau dudukan turbin agar turbin bisa dioperasikan maka diperlukan rangka untuk meletakkan turbin, rangka turbin inipun tidak kalah pentingnya seperti turbin heliks tersebut dimana jika tidak dilakukan perhitungan secara benar maka akan berakibat pada kinerja dan pembiayaan dalam perancangan turbin misal jika rangka turbin dibuat tidak terlalu kokoh maka rangka tidak akan mampu menopang turbin itu sendiri dan jika turbin dibuat dengan bahan yang amat kokoh dan mampu dengan baik menopang turbin tetapi harga pembuatannya mahal maka akan dianggap suatu pemborosan dan tidak efisien.

Oleh karena itu, dilakukan analisis kekuatan struktur rangka turbin heliks tipe L C500 agar dapat mengetahui seberapa aman dan efisien rangka yang akan dibuat jika diberi beban statis dari turbin tersebut. Untuk menganalisis kekuatan struktur rangka terlebih dahulu melakukan rancang bangun rangka dan turbin dengan menggunakan software Solidworks 2007 yang sebelumnya dilakukan perhitungan secara manual. Solidworks adalah perangkat lunak otomasi desain mekanik yang menggunakan *graphical user*

interface Microsoft Windows. Perangkat lunak ini merupakan alat bantu desain yang mudah dipelajari dan memungkinkan seorang desainer mekanik dengan cepat menguraikan dengan ringkas ide-ide atau gagasannya, bereksperimen dengan berbagai fitur serta dimensi, dan membuat model dan gambar yang detail.

Sementara itu aplikasi *cosmosworks 2007* merupakan perangkat lunak yang ada di *Solidworks 2007* yang berguna untuk melakukan analisis desain yang telah dibuat menggunakan *Solidworks 2007*. Aplikasi *cosmosworks 2007* merupakan aplikasi software yang digunakan untuk menganalisis konstruksi suatu benda. Aplikasi ini merupakan simulasi metode elemen hingga (*Finite Element Methods*) yang bertujuan untuk memverifikasi perhitungan gaya murni secara teori.

Analisis elemen hingga merupakan suatu proses analisis tegangan pada suatu benda dengan melakukan diskritisasi atau *meshing* sehingga benda tersebut terbagi menjadi elemen-elemen yang dibatasi suatu *boundary*. Perhitungan tegangan kemudian diterapkan pada elemen-elemen tersebut. Dengan proses komputasi dan iterasi, maka dapat dilakukan perhitungan pada ratusan bahkan ribuan elemen. Apabila perhitungan elemen tersebut digabungkan atau diintegrasikan, maka diperoleh simulasi kekuatan material pada benda tersebut secara utuh.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2011 di Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna (BBPTTG) - LIPI Subang Jawa Barat.

2.2 Media Penelitian

Penelitian ini hanya menggunakan komputer yang dilengkapi dengan software *Solidworks 2007* yang memiliki aplikasi *cosmosworks 2007* untuk melakukan analisis kekuatan struktur rangka turbin.

2.3 Metode Penelitian

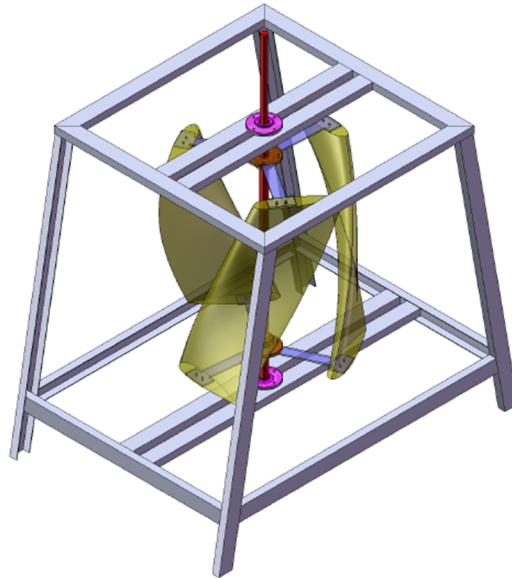
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Kepustakaan : Mencari informasi/studi literatur yang berkaitan dengan analisis kekuatan struktur rangka turbin digunakan sebagai referensi.
2. Metode perencanaan dan perancangan : melakukan perhitungan yang terkait dalam perancangan (perhitungan dimensi, gaya yang bekerja), dan pemilihan bahan yang digunakan serta membuat gambar detail dengan software *solidworks*. Kemudian melakukan analisis terhadap rangka dengan menggunakan *cosmosworks*.

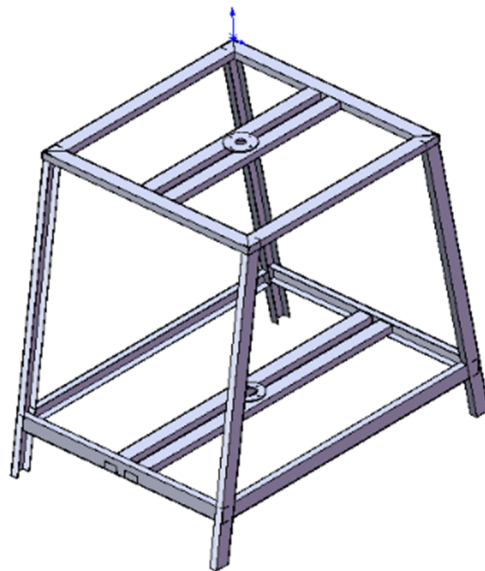
3. Hasil Dan Pembahasan

Pada bagian dari manipulator/model akan menerima gaya yang merupakan reaksi dari pembebanan berat turbin pada saat turbin dalam keadaan statis. Dalam rancang bangun sebuah manipulator sangat penting untuk menganalisis kekuatan dari struktur alat sehingga dapat mengetahui semuanya aman atau tidak. Untuk melakukan analisis

sebaiknya ditentukan terlebih dahulu kondisi batas dari suatu benda dimana ada gaya atau pembebanan yang dapat diabaikan ataupun yang memiliki pengaruh dapat dianalisis. Gambar dibawah ini merupakan hasil desain sebagai model FEM baik gambar turbin secara keseluruhan dan juga model FEM rangka turbin.



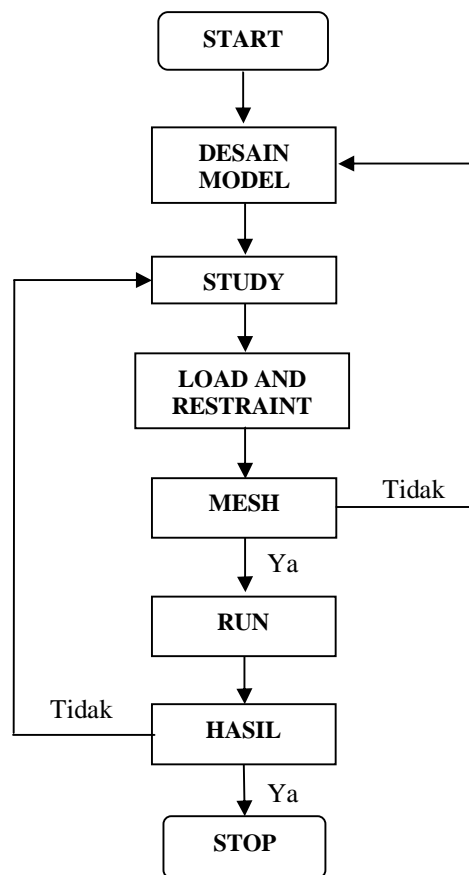
Gambar 1. Model FEM Turbin L C500



Gambar 2. Model FEM Rangka Turbin

Langkah-Langkah Analisis Dengan Cosmosworks 2007

Untuk menganalisis suatu desain benda/model dengan Cosmosworks 2007 diperlukan langkah-langkah analisis aplikasi Cosmosworks 2007 seperti flowchart di bawah ini.



Gambar 3. Flowchart Langkah-Langkah Analisis Dengan Cosmosworks 2007

1. Kondisi Batas (Penentuan Gaya yang Bekerja)

Gaya yang berpengaruh pada kekuatan struktur rangka turbin pada saat turbin dalam keadaan statis adalah berat dari turbin heliks tipe L C500 itu sendiri, berat shaft (poros), dan berat dari bahan pendukung lainnya seperti ditunjukkan pada gambar 4. Dimana berat turbin tersebut dapat dicari dengan persamaan :

$$w = m.g \quad \dots (1)$$

Dimana :

w = Gaya berat (N)

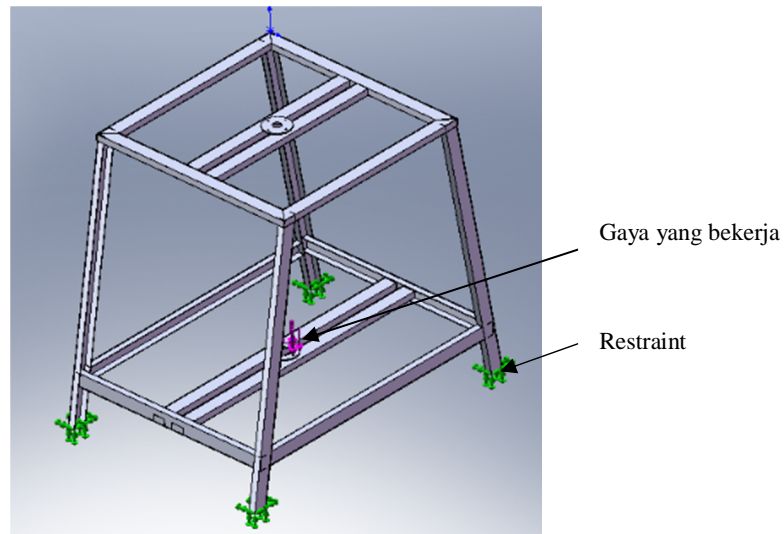
m = Massa (kg)

g = Percepatan gravitasi (9,8 m/s²)

sehingga didapatkan berat total turbin sebesar 221,55 N

2. Penentuan *Restraint* (Tumpuan)

Tipe *restraint* yang digunakan adalah *fixed*.



Gambar 4. Restraint Dan Gaya Yang Bekerja

3. Material yang Digunakan

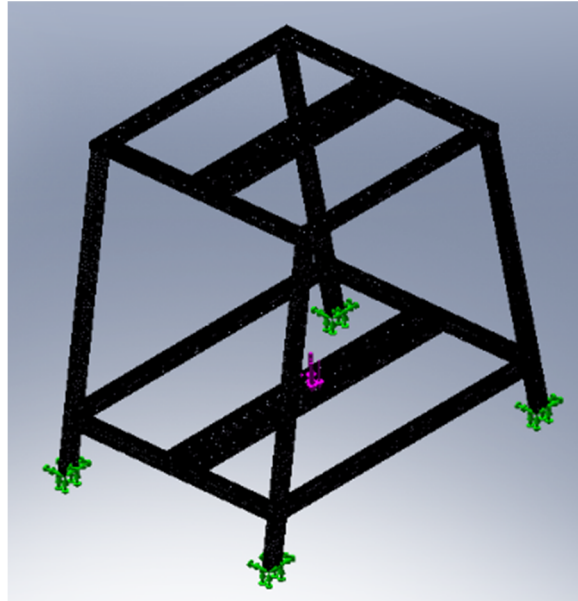
Bahan yang digunakan untuk membuat rangka adalah besi U. Jenis material ini memiliki properties yang sama dengan ST 42 atau AISI 1020. Tabel di bawah ini merupakan properties dari AISI 1020

Tabel 1. Properties AISI 1020

Description	Value	Units
Elastic modulus	2e+011	N/m ²
Poisson's ratio	0.29	NA
Shear modulus	7.7e+010	N/m ²
Mass density	7900	kg/m ³
Tensile strength	420507000	N/m ²
Compressive strength		N/m ²
Yield strength	351571000	N/m ²
Thermal expansion α	1.5e-005	/Kelvin
Thermal conductivity	47	W/(m.K)
Specific heat	420	J/(kg.K)

4. Mesh

Meshing merupakan proses membagi-bagi model/benda menjadi beberapa elemen yang dibatasi oleh suatu *boundary*. Tipe mesh yang digunakan adalah Solid Mesh.

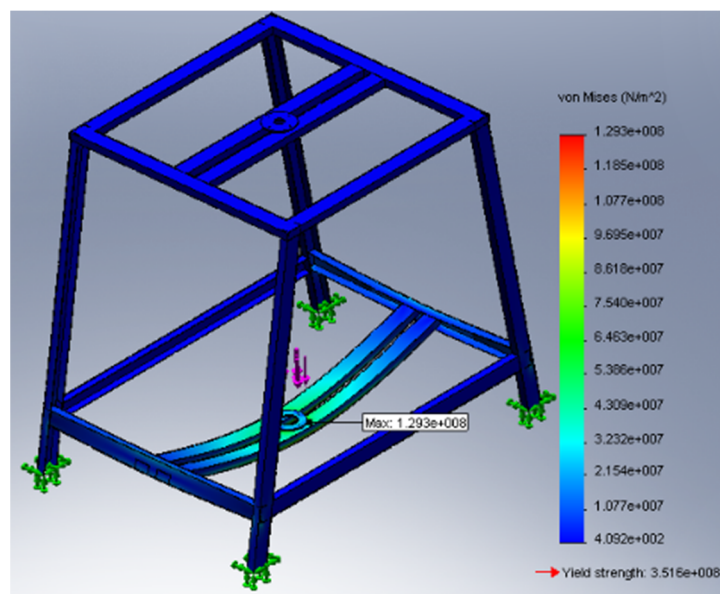


Gambar 5. Hasil Meshing

5. Hasil Analisis

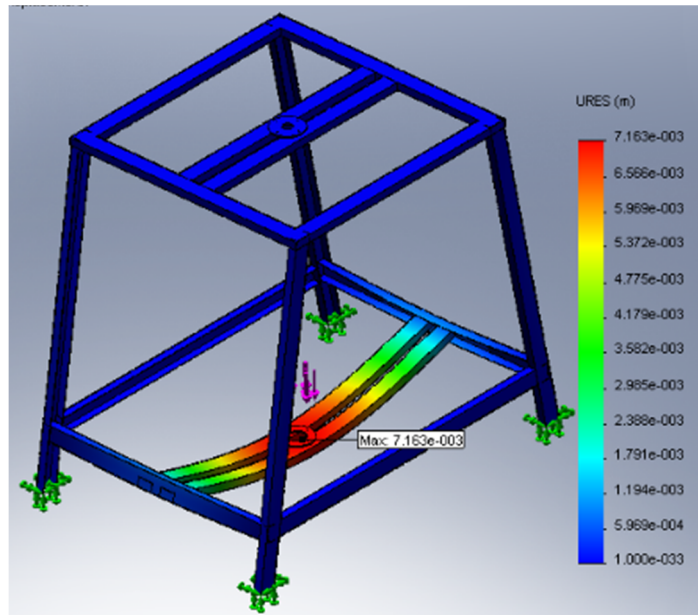
a. Tegangan *Von Mises*

Metode *Von Mises* memiliki keakuratan prediksi lebih besar dibanding metode lain, karena melibatkan tegangan tiga dimensi. Tegangan *Von Mises* itu sendiri merupakan kriteria kegagalan untuk jenis material ulet. Untuk menentukan konstruksi dari material tersebut dinyatakan aman atau tidak dapat menggunakan hasil analisis ini dimana jika tegangan *Von Mises* lebih kecil dari *yield strength* material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut aman.

Gambar 6. Tegangan *Von Mises*

b. *Displacement*

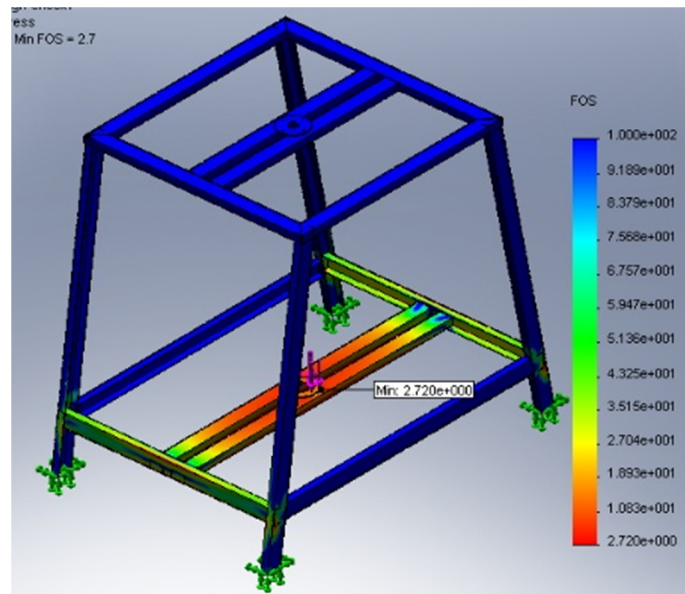
Hasil analisis dari aplikasi cosmosworks 2007 yang dilakukan menyebabkan *displacement* seperti gambar di bawah.



Gambar 7. *Displacement*

c. *FOS (Factor Of Safety)*

Factor Of Safety merupakan sesuatu yang sangat penting karena dengan diketahuinya keamanan suatu struktur maka tingkat kegagalannya akan jauh berkurang. *Factor Of Safety* merupakan faktor keamanan dari suatu material/bahan.



Gambar 8. *Factor Of Safety*

4. Kesimpulan

Dari analisis yang dilakukan dengan aplikasi cosmosworks 2007 dapat disimpulkan bahwa :

1. Tegangan *Von Mises* yang didapatkan sebesar $1,293 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Apabila tegangan *Von Mises* lebih kecil dari *yield strength* ($3,516 \times 10^8 \text{ N/m}^2$) material yang digunakan maka kekuatan struktur tersebut dinyatakan aman.
2. *Displacement* yang didapatkan untuk konstruksi rangka turbin sebesar $7,163 \times 10^{-3}$ m sedangkan *Factor of Safety* minimum sebesar 2,7.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh anggota team peneliti dan para teknisi B2PTTG LIPI atas bantuannya dalam kegiatan dan kerjasama Litbang ini. Penelitian ini merupakan bagian dari program tematik DIPA B2PTTG-LIPI Subang Jawa Barat pada tahun 2011 dengan Judul ” PENGEMBANGAN PIKOHIDRO UNTUK SUMBER ENERGI USAHA PRODUKTIF : PENGEMBANGAN TURBIN ALIRAN DATAR/SALURAN IRIGASI”.

6. Daftar Pustaka

<http://id.wikipedia.org>, 2011.

Khurmi, R.S., and J.K. Gupta (1982). *Machine Design*. Third Edition. New Delhi : Eurasia Publishing House (Pvt) LTD.

L. Singer, Ferdinand, dkk. (1995). “*Ilmu Kekuatan Bahan*”. Erlangga. Jakarta.

Maitra, Gitin M., and L.V. Prasad (1995). *Handbook Of Mechanical Design*. Second Edition. New delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.

Manual *Solidworks*.

Susatio, Yerri, Ir. (2004). “*Dasar-Dasar Metode Elemen Hingga*”. Yogyakarta.