

**ANALISIS KONSTRUKSI RANGKA BAJA TURBIN ANGIN MENGGUNAKAN
SOFTWARE AUTODESK INVENTOR**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan
Teknik Mesin FT. UNP Padang*



Oleh:

**INDRA ARDONI
NIM 1302498/2013**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018**

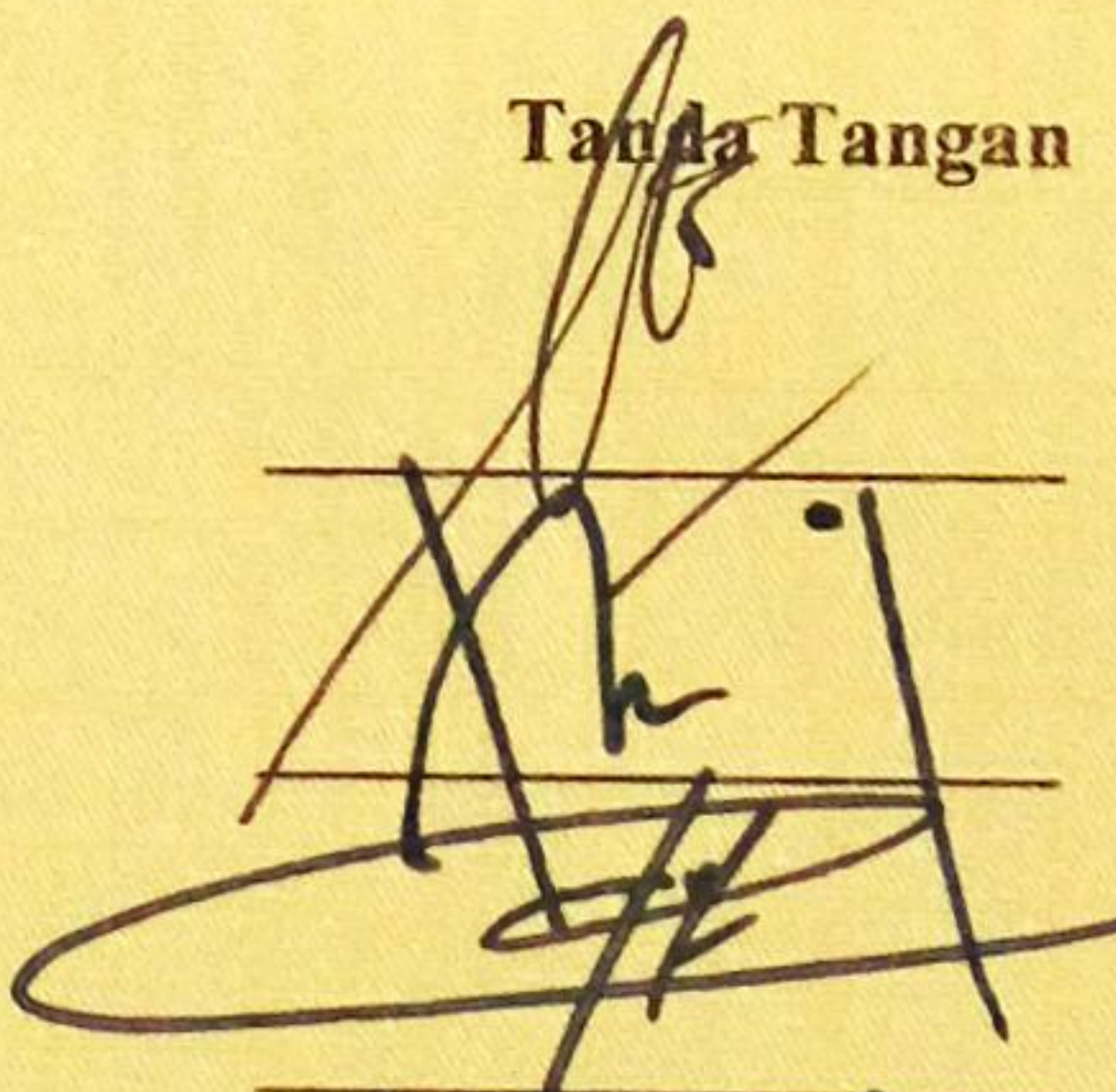
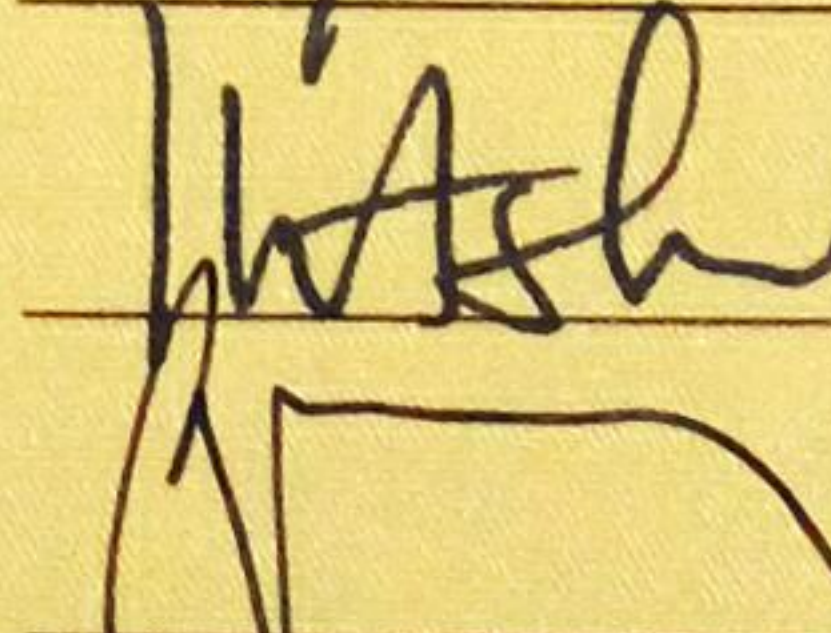
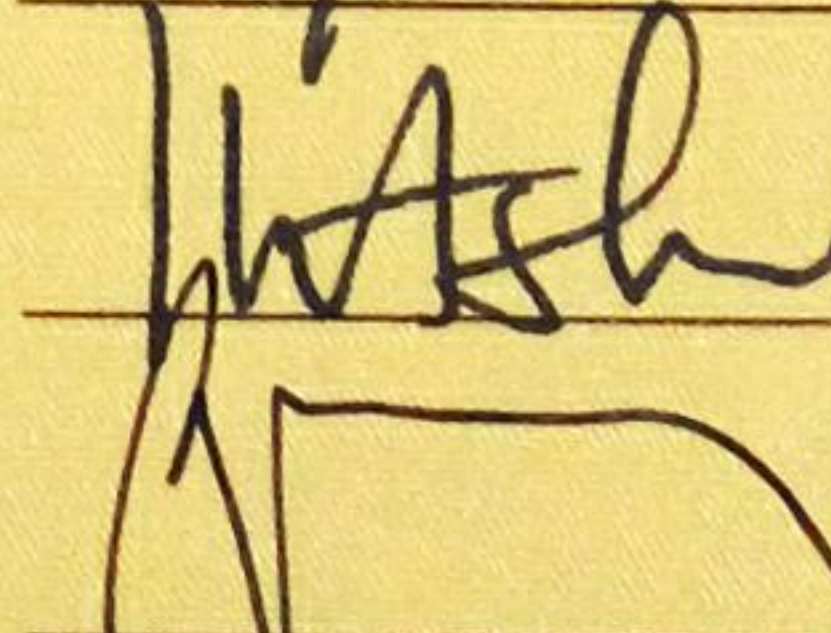
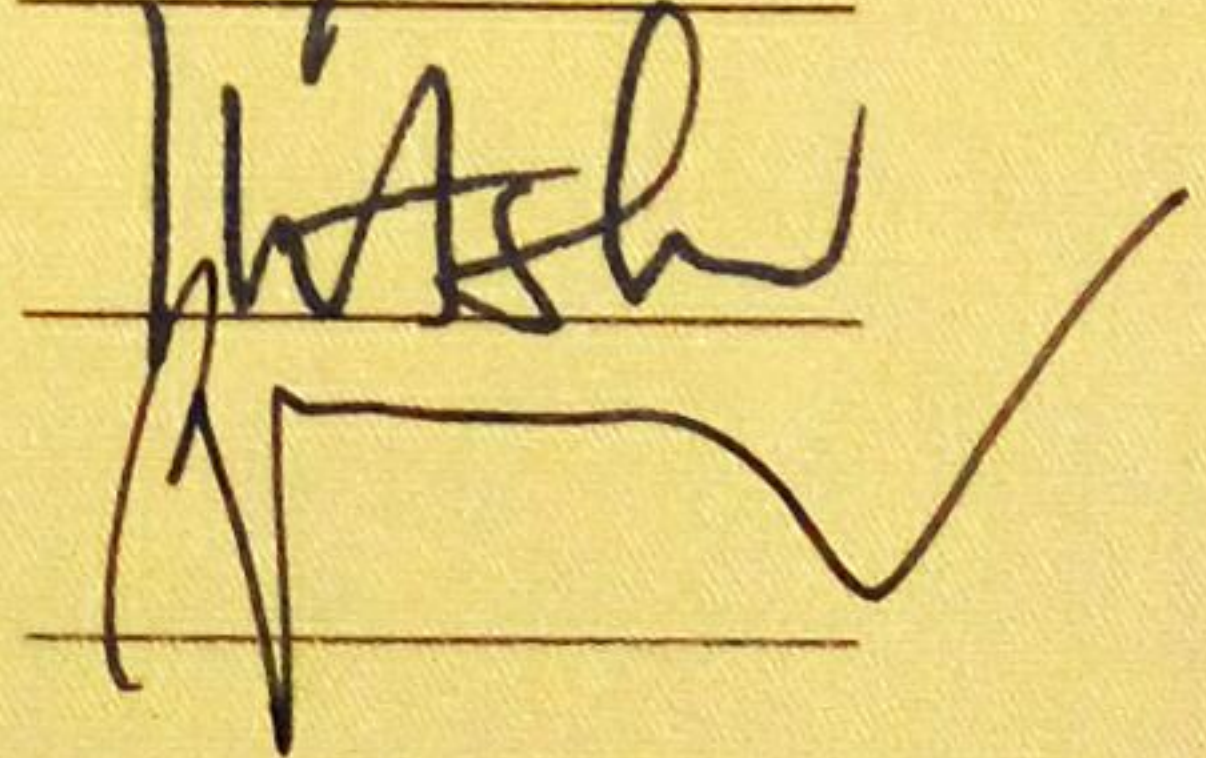
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Judul : Analisis Konstruksi Rangka Baja Turbin Angin
Menggunakan Software Autodesk Inventor
Nama : Indra Ardoni
NIM/BP : 1302498/2013
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, 1 Februari 2018

Tim Penguji

Nama	Tanda Tangan
Ketua : Drs. Purwantono, M.Pd.	
Sekretaris : Hendri Nurdin, M.T.	
Anggota : Dr. Refdinal, M.T.	
: Dr. Waskito, M.T.	
: Ir. Zonny Amanda Putra, S.T., M.T	

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISIS KONSTRUKSI RANGKA BAJA TURBIN ANGIN MENGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR

Nama : Indra Ardoni

Nim / BP : 1302498 / 2013

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

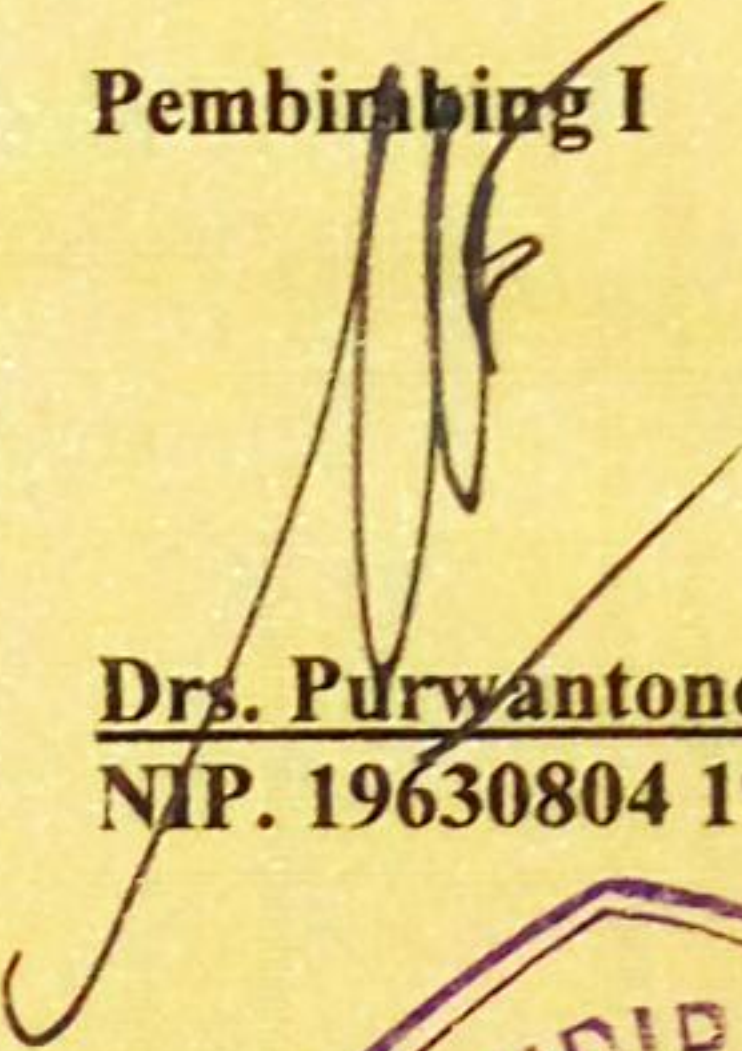
Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Universitas Negeri Padang

Padang, 1 Februari 2018

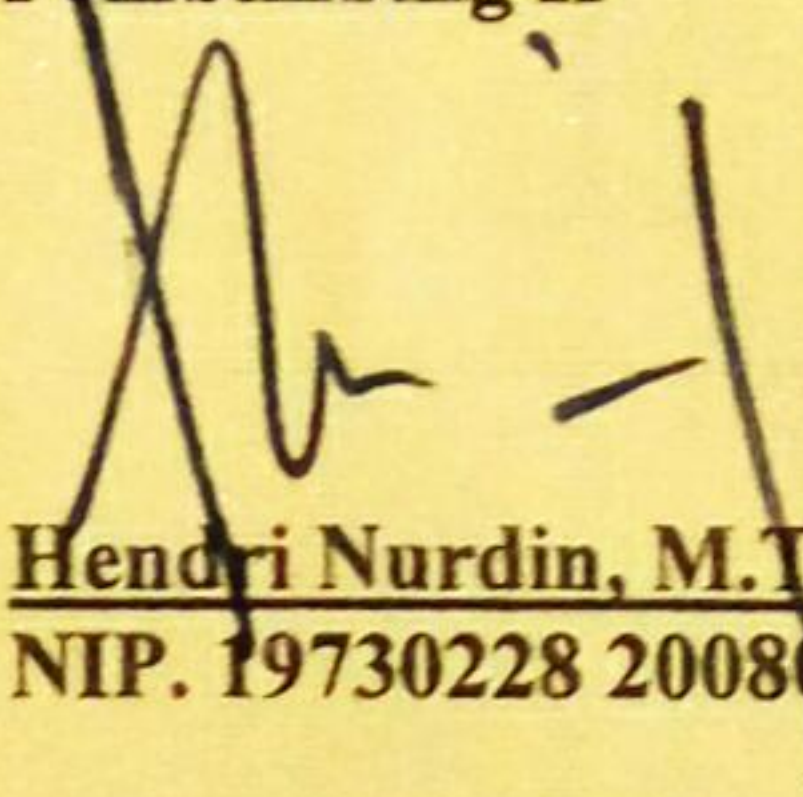
Disetujui oleh:

Pembimbing I


Drs. Purwantono, M.Pd.

NIP. 19630804 198603 1 002

Pembimbing II


Hendri Nurdin, M.T.

NIP. 19730228 200801 1 007



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Dr. Ir. Arwizet K, S.T., M.T.

NIP : 19690920 199802 1 001

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim



Padang, Februari 2018


Indra Ardoni
NIM. 1302498

*“Cara memulai adalah dengan berhenti berbicara dan mulai melakukan”
(The way to get started is to quit talking and begin doing)
(Indra. A)*

*Jangan pernah abaikan orang disamping mu karena mungkin kita
ditakdirkan lebih, untuk membantu orang lain. Dan itu yang akan
membuat kita bahagia.*

Ambil...

Pilih...

Kerjakan...

Selesaikan...

Terimakasih ya Allah...

*Kau beri kesempatan tuk membahagiakan orang-orang yang
menyayangi dan mengasihiku.*

Namun esok dan lusa aku masih mengharap ridho Mu ya Allah....

*Seluruh bahagia, sedih, keluh kesah dan masa jatuhku hanya orangtua ku yang
bisa diajak berdiskusi untuk menyelesaikan permasalahan dan akhirnya aku
sampai pada titik tujuan dalam pendidikanku, dimana sekarang hanya kata-kata
yang bisa kutulis dalam lembarat surat berarti ini untuk kedua orang tua
(ayahanda Zulmaidi dan ibunda Upik) adalah orang tercinta yang telah jadi
tauladanku.*

*Pesan Ayah: Anggap dosen adalah Ayah kedua bagi mu, maka marah dan
omelannya tiada arti bagimu, untuk melanjutkan study mu.*

*Pesan Ibu: Kerana pendidikan mu lebih tinggi dari pada ibu, ibu yakin
kamu tau apa yang tebaik buatmu, , maka hati-hati dalam
memilih sesuatu.*

*Pak Hendri nurdin, M.T. dan Drs. Purwantono, M.T. terimakasih atas
bimbingannya selama ini, dan seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Teknisi Jurusan
Teknik Mesin, semoga Allah memberikan kebaikan dan kemudahan kepada kita
semua di dunia dan akhirat. Amin.....*

To Teknik Mesin 2013

Terimakasih buat temen-temen 2013 terutama untuk Fajar Riyaddi, Yunofri Eka Pratama, Noval R fahdini, Wahyu G Andra, dan semua teman teman 13 yang telah membantu selama ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang selalu memberi semangat, waktu dan doamu sangat berarti untukku. Terimakasih atas kenangan indah selama ini...

To Teknik Mesin 2014

Terbaikan dalam proyek tugas akhir dan menyelesaikan semua tugas yang akan membawa ke sarjana dan amdnya dengan kalian saya tidak berdiri sendiri.. ternyata kita banyak dan mudah dalam menyelesaikan apapun yang dikasih.. team windmill squad.

To Tim Robotik

Ucapan terimakasih kepada senior-senior robotik yang telah berbagi ilmu robotik kepada ku, bg iqbal, bg herson, bg rifki, dan kak nela yang telah membawa ku kekontes regional dan nasional.. walaupun kalian cepat tamatnya tapi bagi ku kalian adalah guru besar bagiku.. dan semua anggota robotik lainnya dan terpenting kepada bg meki yang telah mendirikan robotik ini ☺.

Special to orang yang kusayangi dan memberiku masalah dalam masalah hahahaha tapi aku kuat kok.. kamu tetap wanita terbaik...

Terimakasih saya ucapkan kepada abang, kakak, teman-teman, adik-adik, yang tidak disebutkan dalam skripsi ini semoga cita-cita yang selama ini kita harapkan dikabulkan oleh Allah SWT amin.....!!!

Februari 2018

By Indra Ardoni

ABSTRAK

Indra Ardoni : Analisis Konstruksi Rangka Baja Turbin Angin Menggunakan Software Inventor

Penelitian ini bertujuan untuk melihat model yang kita inginkan seperti membuat gambar detail. Merencanakan sebuah rangka baja turbin angin yang aman dan mampu menahan beban untuk dilanjutkan ketahap pengerjaan. Merencanakan kebutuhan material yang akan terpakai pada proses pengerjaan selanjutnya melihat dititik mana nantinya kita akan mengalami kesulitan dalam tahap berikutnya seperti pembuatan part dari rangka baja turbin angin tersebut. Rancangan penelitian ini dilakukan dengan cara mengambarkan konstruksi atau merekayasa suatu rancangan yang akan dimodelkan. Simulasi pengujian pemodelan dan menentukan tipe profil materialnya dengan *autodesk inventor*. Perancangan penelitian yang akan dianalisis dengan program *stress Analysis* pada *autodesk inventor*. Hasil dari pemodelan rancangan rangka baja turbin angin meliputi dengan gambar kerja detail, hasil dari stress analysis yang dikeluarkan seperti *von mises stress* untuk melihat berapa tegangan paling besar yang terjadi dan *safety factor* untuk melihat perbandingan dari kesanggupan rangka yang dimodelkan.

Kata Kunci : *Stress analysis*, Rangka baja, *Autodesk inventor*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur, penulis ucapkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan segenap kekuatan dan keridhoanNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian ini dengan judul “***Analisis Konstruksi Rangka Baja Turbin Angin Menggunakan Software Inventor***”. Shalawat beserta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah *Shalallahu ‘Alaihi Wasallam* yang telah membawa risalah kebenaran tauhid kepada umat manusia sehingga kita bisa merasakan cahaya keimanan yang kita rasakan saat sekarang ini.

Penulisan Penelitian ini merupakan syarat menyelesaikan program studi S1 pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Dalam penulisan Penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Atas bimbingan dan bantuan tersebut penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus sebagai Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dalam penulisan penelitian ini.
2. Bapak Hendri Nurdin, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dalam penulisan penelitian ini.
3. Bapak Dr. Refdinal, M.T. selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan arahan pada penulisan penelitian ini.
4. Bapak Dr. Waskito, M.T. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan arahan pada penulisan penelitian ini.
5. Bapak Ir. Zonny Amanda Putra, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji III yang telah memberikan arahan pada penulisan penelitian ini.
6. Bapak Dr.Ir. Arwizet K, S.T, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Drs. Syahrul, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

8. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Kepada kedua orang tua tercinta yang selalu mendo'akan, memberikan semangat baik itu dukungan moril dan meteril yang tidak ternilai harganya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan dan penulisan Penelitian ini.
10. Serta rekan-rekan angkatan 2013, 2014 dan semua pihak yang senantiasa memberikan semangat, kritikan serta saran yang sangat membantu untuk menyempurnakan penelitian ini.

Semoga bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan diterima serta dibalas oleh Allah *Subhanahu wa ta'ala*, Aamiin. Penulis menyadari bahwa penulisan Penelitian ini masih banyak memiliki kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis harapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi sempurnanya penulisan penelitian ini.

Padang, Februari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN

HALAMAN PERSEMBAHAN

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	ix

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Pembatasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum	7
1. Desain Teknik	7
2. Konstruksi	7
B. Rangka Batang.....	8

C. Profil Baja	12
1. Pemberian Notasi	12
2. Sifat Fisik Material	14
3. Mekanik Bahan pada Inventor	16
D. Autodesk Inventor.....	18
1. Bantuan Komputer pada Proses Pencilangan	18
2. Program Software Inventor.....	19
3. Software Analysis Finite Element Inventor	21
4. Output Analisis	26
 BAB III METODE PENELITIAN	
A. Rancangan Penelitian	28
B. Pengamatan Visual	28
C. Penetapan Model	29
D. Diagram Alir Penelitian.....	34
E. Pemodelan Inventor.....	35
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Desain Struktur	37
B. Rangka Turbin Angin	38
C. Pemodelan	39
D. Pembebanan.....	44
E. Hasil.....	48
F. Perbandingan Pembebanan Maksimal.....	63
 BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	74
B. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Jenis-jenis Menara	11
Gambar 2.2 Besi Siku 60x60x6	12
Gambar 2.3 Besi Siku 45x45x4	13
Gambar 2.4 Besi Ø5''x2000x4	13
Gambar 2.5 Physical Material	16
Gambar 2.6 Daftar Material Inventor	17
Gambar 2.7 Daftar Material	17
Gambar 2.8 Tegangan-Regangan Pada Baja	20
Gambar 2.9 Elemen 2-Dimensi	25
Gambar 2.10 Beberapa Variasi Elemen 3-Dimensi	25
Gambar 3.1 Desain Kontruksi Baja Turbin Angin	28
Gambar 3.2 Rangka atas	29
Gambar 3.3 Rangka samping	30
Gambar 3.4 Rangka keseluruhan	31
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1 Dimensi Kontruksi Rangka Baja Turbin Angin	35
Gambar 4.2 Model Kontruksi Rangka Baja Turbin Angin	36
Gambar 4.3 Gambar Part	38
Gambar 4.4 Satuan Model	39
Gambar 4.5 Pemilihan Materail	39
Gambar 4.6 Tumpuan	40
Gambar 4.7 Gravitas	41

Gambar 4.8 Gaya	41
Gambar 4.9 Menjalankan Analisis	41
Gambar 4.10 Turbin angin horizontal.....	44
Gambar 4.11 Turbin Angin Vertikal	45
Gambar 4.12 Arah gaya turbin dan angin.....	46
Gambar 4.13 F total dari gabungan kedua gaya	47
Gambar 4.14 Properties material	47
Gambar 4.15 Arah dan Besar pembebanan.	48
Gambar 4.16 <i>Von mises stress</i> rangka atas.....	49
Gambar 4.17 <i>Von mises stress</i> rangka samping	49
Gambar 4.18 <i>Von mises stress</i> rangka keseluruhan.....	50
Gambar 4.19 <i>1st principal stress</i> rangka atas.....	52
Gambar 4.20 <i>1st principal stress</i> rangka samping	52
Gambar 4.21 <i>1st principal stress</i> keseluruhan	53
Gambar 4.22 <i>3rd principal stress</i> rangka atas	55
Gambar 4.23 <i>3rd principal stress</i> rangka samping.....	55
Gambar 4.24 <i>3rd principal stress</i> rangka keseluruhan.....	56
Gambar 4.25 <i>Displacement</i> rangka atas	58
Gambar 4.26 <i>Displacement</i> rangka samping.....	58
Gambar 4.27 <i>Displacement</i> rangka keseluruhan	59
Gambar 4.28 <i>Safety factor</i> rangka atas.....	61
Gambar 4.29 <i>Safety factor</i> rangka samping.....	61
Gambar 4.30 <i>Safety factor</i> rangka keseluruhan.....	62
Gambar 4. 31 Turbin angin pembanding.....	64
Gambar 4. 32 Arah gaya turbin dan angin.....	66

Gambar 4. 33 F total dari gabungan kedua gaya	66
Gambar 4. 34 Arah dan Besar pembebanan.	67
Gambar 4.35 hasil pembebanan maksimal rangka atas	68
Gambar 4.36 hasil pembebanan maksimal rangka samping.....	70
Gambar 4.37 hasil pembebanan maksimal rangka keseluruhan.....	72
Gambar 5.1 Titik kritis pada model.....	76
Gambar 5.1 Jabaran warna	77

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
Tabel 3.1 Model 1.....	27
Table 3.2 Model 2.....	28
Tabel 4.1 Hasil <i>Von mises stress</i>	46
Tabel 4.2 Hasil <i>1st principal stress</i>	49
Tabel 4.3 Hasil <i>3rd principal stress</i>	52
Tabel 4.4 Hasil <i>Displacement</i>	55
Tabel 4.5 Hasil <i>Safety factor</i>	58
Tabel 4.6 Hasil pembebanan pada rangka atas.....	61
Tabel 4.7 Hasil pembebanan pada rangka samping	63
Tabel 4.8 Hasil pembebanan pada rangka atas.....	64
Tabel 5.1 Hasil dengan $F = 381,528 \text{ N}$	74
Tabel 5.2 Hasil dengan $F = 111,75 \text{ N}$	75

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan zaman yang begitu pesat seperti saat ini mengikuti pula dengan pesatnya perkembangan intelektual manusia. Banyak sekali pengetahuan yang perlu untuk dikembangkan lagi menjadi sebuah ilmu pengetahuan baru yang dapat dimanfaatkan bagi kemaslahatan manusia. Berbagai cara digunakan untuk mengembangkan pengetahuan ataupun mencari ilmu pengetahuan baru. Cara untuk mengembangkan pengetahuan tersebut adalah penelitian. Penelitian sendiri tidak bisa dipisahkan dari tahap-tahap perkembangan kehidupan manusia, khususnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Saat ini teknologi sangatlah dibutuhkan khususnya dalam bidang Industri, kemampuan dan keterampilan yang mumpuni juga menjadi daya tarik tersendiri dalam dunia perindustrian salah satunya dibidang *design* konstruksi dalam mengembangkan untuk sebuah inovasi terbaru. Disain merupakan inovasi yang dapat diandalkan dan mempermudah untuk suatu pekerjaan yang bisa mempersingkat waktu dalam proses penyelesaiannya.

Dunia industri dituntut memiliki sumber daya manusia yang berkualitas tinggi dalam menyeimbangkan kemajuan teknologi, khususnya dalam bidang Industri. Seseorang harus memiliki suatu keahlian dalam bidang tertentu, agar seseorang bisa menempatkan diri dan berguna. Selain itu, kemajuan teknologi

juga sangat berpengaruh terhadap produksi. Semakin majunya teknologi yang digunakan maka semakin cepat laju produksi yang dihasilkan oleh industri itu sendiri. Di samping mempengaruhi lebih cepat dan banyak hasil produksinya, juga produk yang dihasilkan lebih baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Guna tercapainya kemajuan dan perkembangan dalam industri itu sendiri. Semakin ketatnya persaingan dalam dunia industri, semua pekerjaan dituntut semakin cepat dan tepat. Salah satunya adalah proses perakitan konstruksi, pada umumnya proses perakitan konstruksi dilakukan dengan cara manual yaitu dengan membuat sketsa gambar dan menghitung secara manual yang menghabiskan waktu yang lama.

Pada saat ini banyak perkembangan *software* yang dibutuhkan industri untuk menyelesaikan proses dari pengerjaan dalam bidang apapun dengan waktu sesingkat mungkin. Salah satu cara yang saat ini banyak dilakukan peneliti adalah kemampuan skill dalam menggunakan *software*. Penerapan ilmu menggunakan *software* lebih diutamakan dari pada perhitungan manual yang dapat memakan waktu yang lebih lama karena akan memperlambat proses pengerjaan. Banyak *software* yang diketahui oleh industri dalam bidang *design* dan perhitungan sekaligus seperti *catia*, *solidwork*, *tekla* dan masih banyak *software* yang lain dapat digunakan dalam melakukan *design* bahkan sekaligus bisa memprediksi hasil dari apa yang didesign tersebut.

Sebuah perusahaan di amerika serikat bergerak dibidang *software* CAD memfasilitasi proses *design* dengan 3D seperti *autodesk inventor*. *Software*

inventor ini adalah suatu produk dari *autodesk* dan *autodesk inventor* banyak kegunaan di bidang teknik seperti teknik mesin, teknik elektronika dan teknik lainnya yang membutuhkan karena telah dilengkapi dengan *part*, *assembly*, *drawing*, *presentation* dan *calculation (stress analysis dan frame analysis)*. Dengan adanya *software Autodesk Inventor*, industri dapat dengan cepat dalam melakukan proses design dan analisis. Hasil proses *design* dapat langsung dilihat dari *output Autodesk Inventor* yang hampir mendekati kenyataan.

Konstruksi sangat diperlukan pembaharuanya dalam segi perancangannya, dalam perancangan sebuah konstruksi diperlukan perhitungan maksimal karena banyak hal mempengaruhinya, dari banyak konstruksi maka diambil sebuah konstruksi yang akan dijadikan sebuah rangka baja turbin angin. Kontruksi yang dilakukan untuk meletakan sebuah turbin angin yang akan menyangga dengan kuat, layak atau tidak konstruksi baja maka diperlukan pehitungan untuk melihat hasil yang akurat dan menghemat waktu. Pada saat ini software adalah suatu cara dalam mempercepat waktu suatu perhitungan analisis yang akurat digunakan untuk memnghitung sebuah konstruksi, dengan adanya software berguna untuk mengefesienkan suatu proses pengerjaan.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis memiliki ide untuk melihat jbaran hasil data keluaran dari suatu *software*. Untuk memaksimalkan analisa, penulis akan menganalisa dengan *software Autodesk*

Inventor. Dimana analisa dengan *software* ini telah dilengkapi dengan *Stress Analysis* yang akan lebih mempersingkat waktu dalam penganalisisan model. Jadi penulis memiliki ide atau gagasan untuk menelitian tentang konstruksi rangka baja turbin angin yang akan dianalis dengan menggunakan *software autodesk inventor*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas maka dapat diidentifikasi masalah yaitu:

1. Dalam proses perancangan kurangnya data berupa gambar analisis yang disertai warna yang jelas.
2. Dalam proses perancangan kesulitan melakukan analisa dengan berbagai perhitungan.
3. Dalam peroses perancangan masih banyak menganalisa dengan angka-angka yang dibulatkan.

C. Pembatasan Masalah

Dari analisis kontruksi rangka baja turbin angin yang akan dilakukan dalam penelitian ini penulis membatasi masalah berbagai kondisi pembebanan, melihat tegangan maksimum dan minimum yang terjadi pada rangka baja turbin angin menggunakan *Software Autodesk Inventor*.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas maka rumusan masalah yang didapat:

1. Bagaimana mendefinisikan beban kerja dari konstruksi rangka baja turbin angin.
2. Bagaimana hasil analisis model dengan *Software Inventor*, data dan gambar analisis.
3. Bagaimana tegangan maksimal dan minimal batang pada struktur konstruksi rangka baja turbin angin.

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Ini adalah:

1. Merencanakan konstruksi yang aman dan spesifikasi dari konstruksi baja turbin angin.
2. Memudahkan hasil analisa dari konstruksi rangka baja turbin angin dengan *Software Autodesk Inventor*.
3. Mendapatkan hasil tegangan titik kritis yang terjadi pada kontruksi baja turbin angin.

F. Manfaat Penelitian

Setelah membuat penelitian akhir ini maka manfaat yang dapat diperoleh adalah:

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Dapat menerapkan ilmu yang didapat dibangku kuliah (baik teori maupun praktek).

- b. Mampu mengenalkan cara perhitungan dengan menggunakan *software* kepada mahasiswa yang lainnya untuk mempermudah dalam perhitungan analisis yang rumit.
 - c. Melatih kemampuan perhitungan dengan *software* mahasiswa sehingga nantinya telah memiliki kompetensi yang dapat diandalkan di dunia industri.
2. Bagi Jurusan Teknik Mesin
- a. Sebagai bentuk pengabdian terhadap masyarakat sesuai dengan tri dharma perguruan tinggi, sehingga perguruan tinggi mampu memberikan kontribusi pada industri dan bisa sebagai sarana untuk lebih memajukan dunia pendidikan dan mempererat hubungan dengan industri.
 - b. Program penelitian ini mamfaat khususnya yang bersangkutan dengan matakuliah yang memiliki hubungan dengan Gambar Teknik, Konstruksi Mesin, Autocad, dan Mekanika Teknik.
3. Bagi Industri
- a. Dapat membantu industri dalam melakukan analisa di mekanik yang rumit.
 - b. Dapat mempercepat waktu proses perhitungan dari pembuatan suatu proyek.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum

1. Desain Teknik

Dalam mempelajari ilmu pengetahuan perlu adanya pengembangan teori-teori yang dapat menjelaskan fenomena alam dan teori ilmiah. Desain teknik jelas berbeda karena teori dan hipotesis tidak bias dikembangkan atau diuji dengan eksperimen laboratorium. Design teknik melibatkan isu-isu yang lebih luas termasuk mengenai orang-orang dan organisasi. Oleh karena itu, desain teknik harus dianggap sebagai teknologi.

Desain teknik adalah seluruh aktivitas untuk membangun dan mendefinisikan solusi bagi masalah-masalah yang tidak dapat dipecahkan sebelumnya, atau solusi terbaru bagi berbagai masalah yang telah terpecahkan namun dengan cara yang berbeda. Perancang teknik menggunakan kemampuan intelektual untuk mengaplikasikan pengetahuan ilmiah dan memberikan spesifikasi desain yang akan disepakati. Kenneth S. Hurst (2006:4).

2. Konstruksi

Konstruksi rangka turbin adalah sebuah struktur yang penting, tempat dimana turbin angin diletakan dengan kokoh, bergantung pada kerangka tersebut dan melindungi turbin angin supaya tidak jatuh maka diperlukan dari konstruksi rangka yang kuat. Kata konstruksi rangka terdiri dari dua suku kata yaitu konstruksi yang berarti membangun, sedangkan rangka yang berarti suatu benda dengan sistem yang dapat

menyokong dan bertindak sebagai bingkai supaya menjadi kokoh. Jadi konstruksi kerangka adalah suatu cara membangun dari sebuah sistem agar memenuhi standar. Konstruksi rangka turbin digunakan sebagai penyokong untuk kebutuhan pada turbin angin itu sendiri seperti menambah tinggi, perkuat pondasi dan tempat dari turbin angin itu sendiri.

Turbin angin membutuhkan sistem struktur yang perlu diperhatikan. Lebar dari rangka bawah harus lebih lebar untuk kekuatan maksimal dan memungkinkan ketika turbin angin dihadapkan kepada angin yang dengan laju kuat. Semakin besar turbin dibuat maka semakin diperkukan struktur yang kuat pula.

B. Rangka Batang (Truss)

Rangka Batang Rangka batang merupakan konfigurasi batang-batang lurus individual yang satu sama lain dihubungkan melalui sendi disetiap ujungnya sehingga keseluruhannya menyusun kesatuan struktural. Kesemua rangka batang pada hakekatnya merupakan struktur 3 dimensi, tetapi biasanya diuraikan menjadi bagian-bagian berupa rangka bidang dengan seluruh aksi-aksi beban dan reaksi bekerja dalam bidangnya.

Rangka batang bidang, penyusunannya berdasarkan pada anggapan-anggapan:

1. Semua gaya-gaya eksternal hanya bekerja terpusat di titik-titik buhul.
2. Sambungan antar ujung batang dihubungkan konsentris melalui sendi-sendi tanpa terjadi perlawanan terhadap geser.

3. Masing-masing batang hanya menopang aksi tegangan-tegangan aksial yang nilainya dianggap konstan sepanjang batangnya. Anggapan-anggapan tersebut merupakan idealisasi dari perkiraan kondisikondisi yang seharusnya tersusun berdasarkan mekanika statis tertentu.

Ferdinand P. Beer dan E. Russell Johnston,Jr (1996).

Sedangkan untuk rangka batang sendiri dalam praktek pada umumnya banyak yang harus diketahui sebagai berikut:

1. Sambungan titik buhul menggunakan baut, atau las.
2. Batang – batang biasanya tidak terlalu dapat disambung konsentris.
3. Berat sendiri setiap batang bekerja sebagai beban terbagi rata disepanjang bentangnya.

Penyimpangan praktek terhadap model anggapan seperti tersebut di atas mengakibatkan munculnya tegangan-tegangan sekunder. Meski dikerjakan dengan mengabaikan dampak sekunder, analisis struktur rangka batang yang termasuk sebagai analisis primer biasanya dinilai cukup aman dan memadai.

Menara dikelompokkan menjadi beberapa jenis menara berdasarkan beban yang bekerja, yaitu:

1. Menara dengan beban vertikal dari masa turbin angin.
2. Menara dengan beban angin horizontal dari perhitungan luas penampang dari terpaan angin kesudu turbin angin.

Menara dengan beban angin horizontal pada umumnya dikelompokkan menjadi 3 yaitu:

1. *Monopole*

Merupakan tiang tunggal yang biasanya dibuat berlubang dan ukurannya mengecil ke atas. Monopole banyak dipakai pada lingkungan perkotaan dengan ruang terbatas untuk perletakan menara. Ukuran tapak maksimum untuk monopole setinggi 20m. Menara jenis ini biasanya sering disamakan dengan bentuk pohon karena bentuknya yang tunggal dan lurus.

2. *Guyed Towers (GT)*

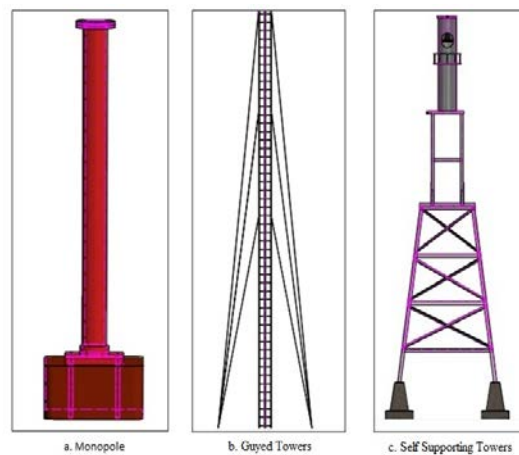
Guyed Towers (GT) adalah menara yang dirancang dengan kabel yang dijangkarkan pada pondasi beton. Menara ini terdiri dari bagian-bagian dengan ukuran sama kira-kira sepanjang 3m, yang dipasang satu di atas yang lainnya sebanyak 3 buah dengan 9 kabel yang dijangkarkan ke beton. Tapak menara jenis ini menjadi besar karena sudut menara utama dengan kabel cancang (*guy wires*) harus dibuat dengan sudut yang cukup besar dan biasanya diletakkan di atas gedung.

3. *Self Supporting Towers (SST)*

Self Supporting Towers (SST) adalah menara yang berdiri sendiri tanpa bantuan kabel-kabel cancang (*guy wires*). Tapak yang dibutuhkan menara *self supporting* lebih besar daripada *monopole*, tetapi jauh lebih kecil dari yang diperlukan untuk *guyed*. Jenis ini banyak dipergunakan

pada wilayah yang tidak mudah mencari ruang bebas dan biasanya tidak disamarkan sehingga kurang indah bagi estetika kota.

Guyed towers dan *self supporting towers* memiliki rangka batang vertikal pada kedua sisinya. Menara jenis ini disebut sebagai menara rangka batang. Adapun menara *monopole* biasa disebut sebagai tubular tower. Dalam pembahasan ini jenis menara yang digunakan sebagai kerangka turbin angin adalah menara jenis *self supporting*. Berikut merupakan Gambar 2.1 yang menunjukkan jenis-jenis menara turbin angin:



Gambar 2.1 Jenis-jenis Menara

Menara tipe *monopole* memiliki nilai estetika yang tinggi dibandingkan dengan menara tipe lain, namun membutuhkan biaya yang lebih besar dalam pembuatannya. Selain itu menara tipe monopole membutuhkan pondasi yang lebih kuat daripada menara *self supporting* untuk menyebarkan gaya guling di atas area yang lebih luas. Untuk menara ukuran kecil.

Menara bertipe *guyed* memiliki ketahanan mekanik yang lebih baik serta biaya instalasi yang lebih murah, dibandingkan dengan menara tipe lain. Namun kekurangan tipe menara *guyed* adalah menara ini membutuhkan area yang lebih luas untuk daerah pengangkuran serta mudah hancur dalam kondisi badai dan angin turbulen.

Menara tipe *self supported* merupakan menara yang paling kaku dibandingkan tipe menara lain, serta biaya instalasinya terbilang relatif murah. Meskipun begitu menara ini dianggap memiliki tampilan yang tidak indah, serta pengerjaan konstruksinya yang cukup sulit.

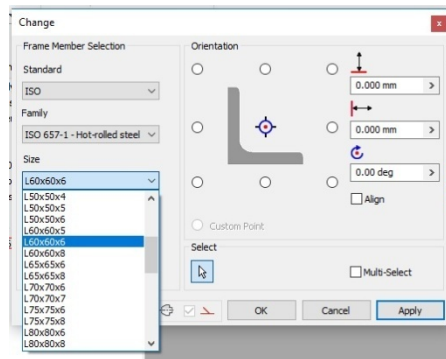
Dan maka dari itu mencoba menggabungkan dari *type* Menara *type self supported* dengan bentuk persegi dan tidak berbentuk mengerucut keatas (*loft*).

C. Profil Baja

1. Pemberian Notasi (Tanda Gambar) Profil Baja

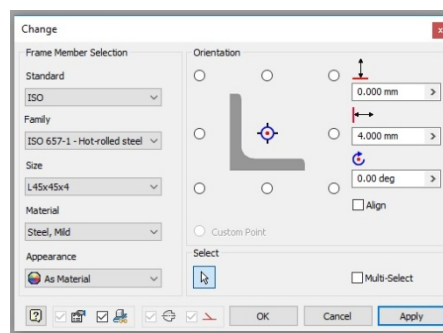
Nama baja profil ditulis dengan kode profil diikuti dengan ukuran pokoknya. Berikut ini contoh-contoh penulisan nama baja profil menurut nomor profil yang bersangkutan :

- a. Baja L 60.60.6 Yaitu baja profil siku sama kaki dengan ukuran lebar kaki 60 mm dan tebal baja 6 mm.



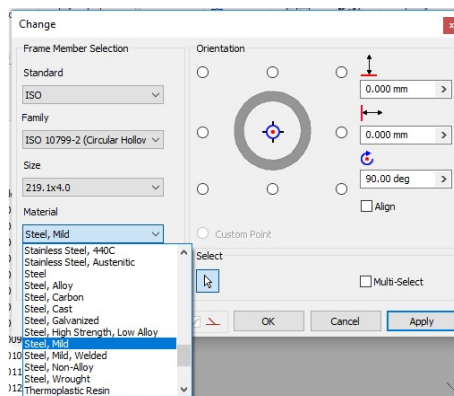
Gambar 2.2 Besi Siku 60x60x5

- b. Baja L 45.45.4 Yaitu baja profil siku tidak sama kaki dengan ukuran lebar kaki 45 mm dan 45 mm, tebal baja 4 mm.



Gambar 2.3 Besi Siku 40x40x4

- c. Baja Tabung Bundar Ø 219,1x4,0 Yaitu baja profil tabung bundar (pipa) dengan ukuran diameter luar 2 mm dan tebal baja 4,0 mm.



Gambar 2.4 Besi Ø 5''x2000x4

2. Sifat fisik Material

Sifat fisik material meliputi: berat dan berat jenis, Sifat mekanis suatu bahan adalah kemampuan bahan tersebut memberikan perlawanan apabila diberikan beban pada bahan tersebut. Atau dapat dikatakan sifat mekanis adalah kekuatan bahan didalam memikul beban yang berasal dari luar sifat mekanis pada baja meliputi:

a. Kekuatan Baja.

Sifat penting pada baja adalah kuat tarik. Pada saat baja diberi beban, maka baja akan cenderung mengalami deformasi/perubahan bentuk. Perubahan bentuk ini akan menimbulkan regangan/strain, yaitu sebesar terjadinya deformasi tiap satuan panjangnya. Akibat regangan tersebut, didalam baja terjadi tegangan/stress sebesar, dimana:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana :

F = beban yang membebani baja,

A = luas penampang baja.

Pada waktu baja diberi beban, maka terjadi regangan. Pada waktu terjadi regangan awal, dimana baja belum sampai berubah bentuknya dan bila beban yang menyebabkan regangan tadi dilepas, maka baja akan kembali ke bentuk semula. Regangan ini disebut dengan regangan elastis karena sifat bahan masih elastis. Perbandingan antara tegangan dengan regangan dalam keadaan elastis disebut dengan

Modulus Elastisitas/Modulus Young. Ada 3 jenis tegangan yang terjadi pada baja, yaitu :

- 1) tegangan , dimana baja masih dalam keadaan elastis
- 2) tegangan leleh, dimana baja mulai rusak/leleh
- 3) tegangan plastis, tegangan maksimum baja, dimana baja mencapai kekuatan maksimum.

b. Keuletan Baja (*ductility*)

Kemampuan baja untuk berdeformasi sebelum baja putus. Keuletan ini berhubungan dengan besarnya regangan/strain yang permanen sebelum baja putus. Keuletan ini juga berhubungan dengan sifat dapat dikerjakan pada baja. Cara ujinya berupa uji tarik.

c. Kekerasan Baja

adalah ketahanan baja terhadap besarnya gaya yang dapat menembus permukaan baja. Cara ujinya dengan kekerasan Brinell, Rockwell, ultrasonic, dll

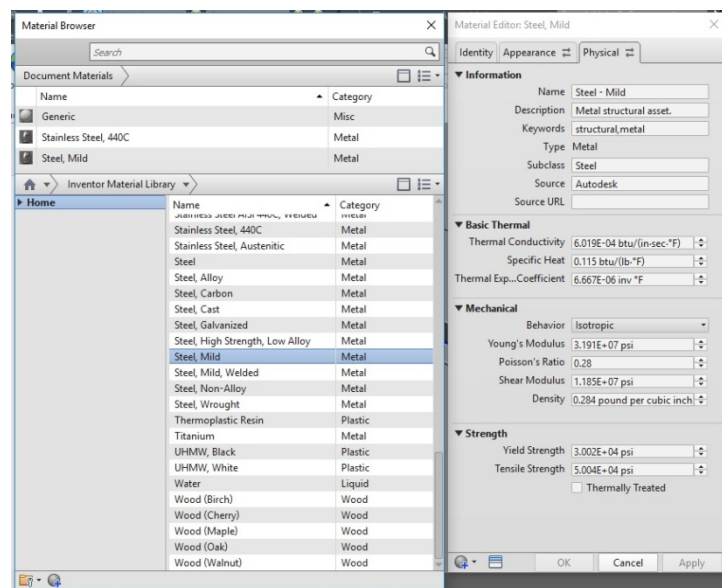
d. Ketangguhan Baja (*toughness*)

Ketangguhan baja adalah hubungan antara jumlah energi yang dapat diserap oleh baja sampai baja tersebut putus. Semakin kecil energi yang diserap oleh baja, maka baja tersebut makin rapuh dan makin kecil ketangguhannya. Cara ujinya dengan cara memberi pukulan mendadak (*impact/pukul takik*).

3. Mekanik Bahan pada Inventor

a. Physical properties inventor

Inventor telah dilengkapi dengan data - data yang ada pada material baja dengan spesifikasi lengkap dari banyak material dan dengan adanya Physical material pada inventor maka memudahkan dalam mencari material apa yang dibutuhkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.5 Physical Material

b. Standar material

Inventor telah dilengkapi dengan standar internasional yang lengkap dari banyak material, untuk metrial yang dibutuhkan maka hanya dengan memilih dari metrial tersebut telah lengkap data data yang di perlukan berupa ukuran dan syarat-syarat lainnya.

Metal	Cost (UK£ (US\$) tonne ⁻¹)	Density (Mg m ⁻³)	Young's modulus (GPa)	Yield strength (MPa)	Tensile strength (MPa)
Iron	100 (140)	7.9	211	50	200
Mild steel	200–230 (260–300)	7.9	210	220	430
High-carbon steel	150 (200)	7.8	210	350–1600	650–2000
Low-alloy steels	180–250 (230–330)	7.8	203	290–1600	420–2000
High-alloy steels	1100–1400 (1400–1800)	7.8	215	170–1600	460–1700
Cast irons	120 (160)	7.4	152	50–400	10–800
Copper	1020 (1330)	8.9	130	75	220
Brasses	750–1060 (980–1380)	8.4	105	200	350
Bronzes	1500 (2000)	8.4	120	200	350
Nickel	3200 (4200)	8.9	214	60	300
Monels	3000 (3900)	8.9	185	340	680
Superalloys	5000 (6500)	7.9	214	800	1300
Aluminium	910 (1180)	2.7	71	25–125	70–135
1000 Series	910 (1180)	2.7	71	28–165	70–180
2000 Series	1100 (1430)	2.8	71	200–500	300–600
5000 Series	1000 (1300)	2.7	71	40–300	120–430
7000 Series	1100 (1430)	2.8	71	350–600	500–670
Casting alloys	1100 (1430)	2.7	71	65–350	130–400
Titanium	4630 (6020)	4.5	120	170	240
Ti–6 Al 4 V	5780 (7510)	4.4	115	800–900	900–1000
Zinc	330 (430)	7.1	105		120
Lead-tin solder	2000 (2600)	9.4	40		
Diecasting alloy	800 (1040)	6.7	105		280–330

Michael F Ashby. David R H Jones. (2002:12 v.2).

D. Autodesk Inventor

1. Bantuan Komputer pada Proses Perancangan

Komputer sangat membantu dalam proses perancangan, tetapi tidak dapat mengganti perancangan. Sampai saat ini belum ada paket komputer yang sudah dikembangkan sedemikian rupa sehingga mampu menerima masukan berupa sarat-sarat teknis dalam spesifikasi produk dan secara otomatis mengolahnya sehingga akhirnya memberikan keluaran yang berupa produk hasil. Tetapi komputer melakukan pengolahan data dengan bantuan designer yang membutuhkan dan mengetahui output dari keluaran sebuah software tersebut. Darmawan harsokoesoemo (2000).

Saat ini banyak program paket komputer (software) yang digunakan untuk membantu kegiatan analisis dan kegiatan lain yang dilakukan langkah-langkah dalam proses perancangan dan membantu meng-automasi teknik-teknik yang digunakan dalam proses perancangan. Beberapa contoh program paket yang digujnakan dalam menganalisis pada proses perancangan adalah:

- a. Program Finite Element Analysis yang sangat terkenal, yaitu program yang dapat menghitung tegangan dan deformasi yang terjadi dalam komponen produk program ini juga dapat menghitung frekuensi pribadi dan membuat model komponen produk dan model produk.
- b. Program yang dapat menghitung sifat-sifat komponen seperti volume, berat, letak titik berat, luas setiap potongan, luas permukaan produk, momen inersia dan lain-lainya. Program untuk menghitung sifat-sifat

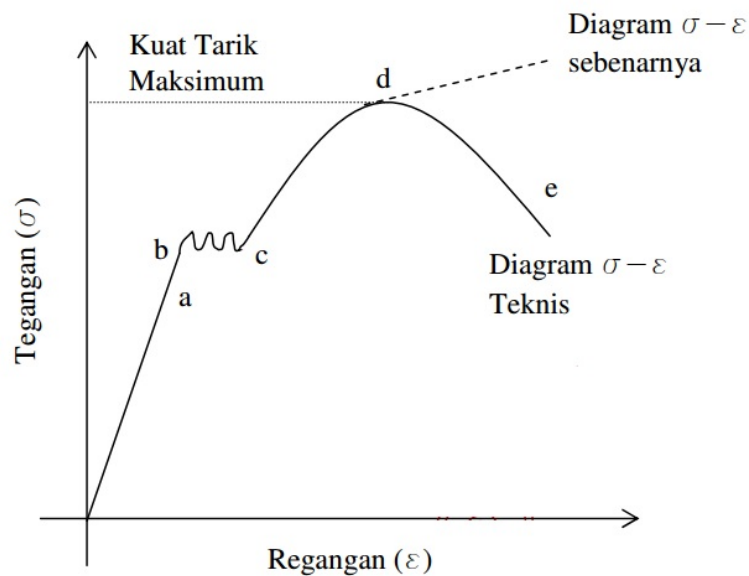
komponen produk tersebut biasanya termasuk dalam program pemodelan geometrik.

- c. Program paket dinamik untuk mempelajari gerak komponen produk-produk. Sebagai respon akibat gaya-gaya yang bekerja pada produk/komponen produk.
- d. Program paket komputer tidak dalam bidang analisis saja tetapi bisa juga dalam bentuk lain seperti:
 - 1) Paket menggambar CAD.
 - 2) Paket pemodelan geometrik dan pemodelan solid.

2. Program Software Inventor

Software Inventor merupakan salah satu program yang berbasis elemen hingga. Penyajian model adalah dalam bentuk grafis yang terdiri dari berbagai macam geometri seperti titik, garis, bidang, volume dan pendefinisian atribut yang berupa material, beban, tumpuan dan mesh.

Program inventor secara umum menggunakan Sistem Keseimbangan Statis tiga dimensi yaitu: *surface forces*, *body forces* dan *concentrated load*. Benda (elemen 3-dimensi) dapat berdeformasi dari konfigurasi semula sebesar u dengan memberikan kenaikan regangan ϵ yang berhubungan dengan tegangan σ berdasarkan diagram.



Gambar 2.8 Tegangan-Regangan pada Baja

Didalam analisis elemen hingga pada autodesk inventor benda dianggap sebagai kumpulan elemen kecil yang terhubung pada titik nodal. Perpindahan setiap elemen merupakan interpolasi dari perpindahan titik nodal yang menghubungkan setiap elemen.

Penyajian model adalah dalam bentuk grafis yang terdiri dari berbagai macam geometri seperti titik, garis, bidang, volume dan pendefinisian atribut yang berupa material, beban, tumpuan dan mesh. Adapun atribut tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. *Mesh Meshing* adalah proses untuk menentukan model Inventor dalam hal fitur geometris yang harus dibagi menjadi elemen hingga dalam penyelesaiannya. Meshing dilakukan berbeda untuk garis, permukaan atau volume. Pada *autodesk inventor stress analysis* mengunaka

analisis garis dan bentuk pemodelan yang kita buat telah melakukan persiapan dengan lengkap seperti meshing, node (hubungan antara titik) dan rigid link (menghubungkan antara garis menjadi titik tertentu)

- b. Material Setiap bagian dari model harus diberi bahan material. Dalam *autodesk Inventor* material *properties* dengan menggunakan material browser yang ada pada *autodesk inventor*
- c. Pembebanan (*Loading*) *Inventor* menyediakan berbagai macam jenis beban mulai dari beban titik, beban merata, dan momen.

3. Software Analisis *Finite Element Methode Inventor*

Finite Element Method (FEM) atau yang dikenal dengan Metode Elemen Hingga adalah metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan teknik dan problem matematis dari suatu gejala fisis. Dalam persoalan-persoalan yang menyangkut geometri yang rumit, seperti persoalan pembebanan terhadap struktur yang kompleks, pada umumnya sulit dipecahkan melalui teknik analisis. Hal ini disebabkan karena teknik analisis memerlukan besaran atau harga yang harus diketahui pada setiap titik pada struktur yang dikaji.

Penyelesaian analisis dari suatu persamaan diferensial suatu geometri yang kompleks, pembebanan yang rumit, tidak mudah diperoleh. Formulasi dari metode hingga dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini. Metode ini akan mengadakan pendekatan terhadap harga-harga yang tidak diketahui pada setiap titik secara

diskrit. Dimulai dengan pemodelan dari suatu benda dengan membagi-bagi dalam bagian yang kecil yang secara keseluruhan masih mempunyai sifat yang sama dengan benda yang utuh sebelum terbagi dalam bagian yang kecil (diskritisasi).

Analisis Elemen Hingga secara lengkap terdiri dari 3 (tiga) langkah, yaitu: *Pre-Processing*, *Finite Element Solver*, dan *Result Processing*. Sistem pada Program Elemen Hingga *inventor*, mengandung dua bagian pelaksanaan analisis elemen hingga secara lengkap yaitu:

- a) *Inventor Modeller*, sangat interaktif bagi pengguna dalam pemodelan teknik sebelum dan sesudah proses.
- b) *Stress analisis Inventor*, untuk melaksanakan Analisis Elemen Hingga yang ditandai adanya meshing model.

Memodelkan struktur dilaksanakan pada tahap *pra-proses*. Model disajikan dalam bentuk grafis dengan dua bagian besar yaitu fitur geometri dan *sign* atribut. Terdapat empat fitur geometri pada *Autodesk Inventor* yaitu titik, garis, permukaan dan volume. Dasar penggambaran geometri adalah beberapa titik yang dihubungkan menjadi garis-garis dengan garis yang berhubungan menjadi permukaan dan kombinasi beberapa permukaan menjadi volume. Seluruh geometri harus dipastikan menurut sistem sumbu cartesian demikian juga untuk sistem sumbu lokal dan sistem sumbu global.

Pada penggunaannya, secara umum perangkat lunak metode elemen hingga memiliki tiga tahapan utama, yakni:

a) Preprocessing

Pada tahap ini pengguna membuat model yang menjadi bagian untuk dianalisis yang mana geometri tersebut dibagi-bagi menjadi subbagian-sub-bagian yang terdiskritisasi atau disebut “elemen”, dihubungkan pada titik diskritisasi yang disebut “*node*”. Node tertentu akan ditetapkan sebagai bagian melekat yang kaku (*fix displacement*) dan bagian lain ditentukan sebagai bagian kena beban (*load*).

b) Analysis

Pada tahap ini data-data yang dimasukkan pada tahap preprocessing data tersebut akan diolah oleh software autodesk inventor dengan cara memberikan meshing pada seluruh batang yang dimodelkan dan setelah itu software autodesk inventor menjalankan analisisnya dan memperlihatkan betul atau adanya kesalahan yang dilakukan pada saat pemodelan. Jika terdapat kesalahan maka akan diberitahu dalam aplikasi stress analysis yang ditandai dengan errornya analisis saat dijalankan. Jika tidak data yang dibutuhkan betul maka proses penganalisisan akan berjalan lancar sebagaimana mestinya.

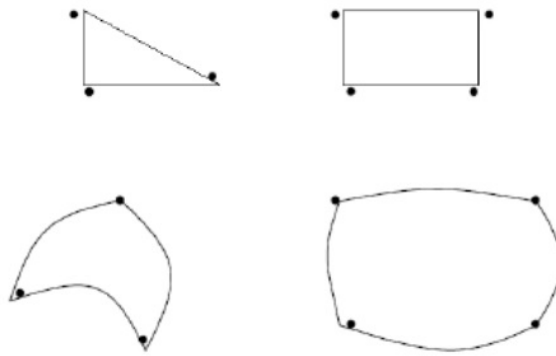
c) *Post-processing*

Menampilkan hasil akhir setelah penganalisisan oleh modul penganalisis dengan menampilkan data *von mises stress*, *1st principal stress*, *3rd principal stress*, *displacements* dan *safety factor*. tegangan pada posisi bagian yang terdiskritisasi pada model geometri. *Post-processor* biasanya menampilkan grafis dengan kontur warna yang menggambarkan tingkatan tegangan yang terjadi pada model geometri dan disertai data-data berupa angka yang kompleks.

Berikutnya adalah tahap solusi yang dikenal sebagai *Finite Element*. Metode kekakuan akan diproses pada tahap ini dan menghasilkan file data yang diperlukan. Tahap akhir adalah proses hasil dengan melibatkan penggunaan perangkat untuk melihat dan menganalisis jawaban yang dihasilkan oleh *Autodesk Inventor*.

a) Elemen 2-dimensi

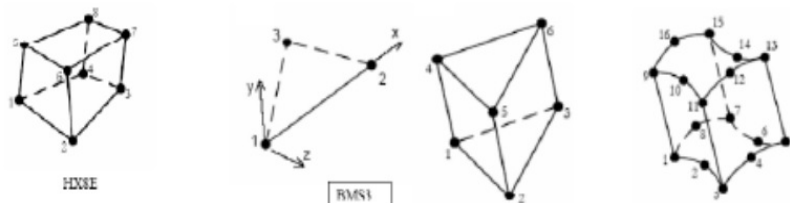
Elemen 2-dimensi digunakan jika perpindahan atau temperatur mempunyai fungsi untuk dua koordinat x dan y . Jenis elemen ini merupakan layer yang mempunyai tiga titik penghubung atau lebih. Contoh untuk elemen 2-dimensi adalah elemen linear triangular, yang paling mudah untuk dimodel, elemen linear rektangular, elemen kurva triangular dan elemen kurva rektangular. Lihat Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Elemen 2-Dimensi

b) Elemen 3-dimensi

Elemen 3-dimensi digunakan jika perpindahan atau temperatur mempunyai fungsi untuk tiga koordinat x , y dan z . Masing-masing panjang tepi sangat menentukan sebab tidak terdapat dimensi elemen yang lebih besar dari 2-dimensi lainnya. Elemen 3- dimensi paling banyak diterapkan sampai saat ini sehubungan dengan tingkat akurasi. Gambar 2.10 menunjukkan beberapa variasi elemen 3dimensi.



Gambar 2.10 Beberapa Variasi Elemen 3-Dimensi

4. Output Analysis

Hasil akhir dari analisis sangat menentukan suatu model struktur rancangan layak atau tidaknya dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya, pada analisis ini maka dapat melihat 5 kategori yang mewakili dari suatu hasil akhir dari analisis suatu pemodelan, dan dapat dilihat sebagai berikut:

a) *Von mises stress*

Von mises stress adalah dimana jika nilai maximum dari von mises stress material kurang dari kekuatan bahan (*strength of material*), jika nilai dari *von mises stress* tersebut lebih dari kekuatan bahan maka artinya von mises dinyatakan gagal.

b) *1st Principal stress*

1st principal stress adalah dimana akan membantu kita dapat memahami maximum dari tegangan tarik (*tensile*) akibat dari adanya perlakuan pembebanan.

c) *3rd Principal Stress*

3rd principal stress adalah dimana akan membantu kita dapat memahami maximum dari gaya tekan (*compressive stress*) akibat dari adanya perlakuan pembebanan.

d) *Displacement*

Displacement adalah dimana membantu kita dalam memahami tentang pergeseran dari benda kerja yang berubah dari satu tempat kearah yang berubah dapat dilihat dari berapa besar lendutan bahan tersebut.

e) *Safety factor*

Safety factor adalah suatu hal yang sangat penting dalam analisis untuk melihat keamanan dari struktur yang dimodelkan dan perencanaan struktur secara keseluruhan. Sebagai bagian penting dari perhitungan desain, dengan memastikan semua komponen dapat menanggung beban dan terhungan satu sama yang lainnya. Secara sederhana kegagalan structural dapat terjadi karena patah dan deformasi. Pada analisis ini memakai suatu faktor keamanan untuk memungkinkan melihat batas-batas dari kekuatan material dalam keadaan tertentu.

Persamaan umum dalam faktor keamanan adalah

$$\text{Faktor keaman (N)} = \frac{\text{kemampuan menanggung beban}}{\text{beban yang diaplikasikan}}$$

$$N = \frac{\sigma_Y}{\sigma_L} \text{ atau } N = \frac{\sigma_U}{\sigma_L}$$

Dimana σ_Y = tegangan akibat beban yang diaplikasikan

$$\sigma_U = \text{yield strength material}$$

$$\sigma_L = \text{batas kekuatan material.}$$

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pemodelan Autodesk Inventor dari struktur rangka baja turbin angin dari berbagai model yang dianalisis maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemodelan terlebih dahulu dan diiringi dengan analisis berfungsi untuk mendefenisikan/gambaran seberapa aman konstruksi yang akan dibuat.
2. Sebuah pemodelan kontruksi rangka baja turbin angin yang dianalisis berupa output data sebagai berikut:

- a. Kontruksi rangka baja trubin angin dengan $F : 381,528 \text{ N}$ memberikan hasil yang telah disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 5.1 Hasil dengan $F = 381,528 \text{ N}$

Nama	Minimal	Maksimal
<i>Von mises stress</i>	0 Mpa	19.06Mpa
<i>1st principal stress</i>	-1,47 Mpa	16,11 Mpa
<i>3rd principal stress</i>	-19,37Mpa	2,17 Mpa
<i>Displacement</i>	0 mm	1,764 mm
<i>Safety factor</i>	10,86 ul	15 ul

Dari data diatas maka sebuah kontruksi pemodelan tersebut dinyatakan **aman** dikarenakan $Von \text{ mises stress} < 207 \text{ Mpa}$, dan $Safety \text{ factor} > 4$.

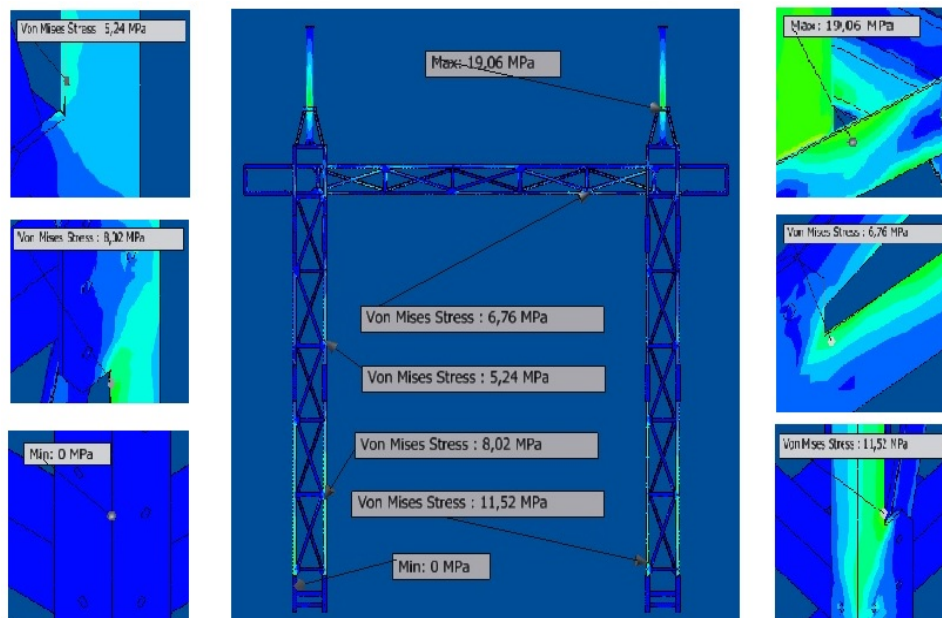
- b. Kontruksi rangka baja trubin angin dengan $F : 111,75 \text{ N}$ memberikan hasil yang telah disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 5.2 Hasil dengan $F = 111,75 \text{ N}$

Nama	Minimal	Maksimal
Von mises stress	0 Mpa	51,48 Mpa
3 rd principal stress	-50,30 Mpa	7,15 Mpa
Displacement	0 mm	1.681 mm
Safety factor	3,99 ul	15 ul

Dari data diatas maka sebuah kontruksi pemodelan tersebut dinyatakan **gagal** dikarenakan *Von mises stress* $< 207 \text{ Mpa}$, dan *Safety factor* < 4 .

3. Pada pemodelan turbin angin ini titik kritis yang terjadi pada kerangka masih dibawah batas kekuatan baja, jadi didapatkan hasil dari tegangan tertinggi dari sebuah pemodelan yang dianalisis seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 5.1 Titik kritis pada model

Dari gambar diatas maka didapat tegangan tertinggi pada bagian kerangka atas dengan besar 19,06 Mpa, maka dari data tersebut titik kritis pada yang terjadi masih dibawah kekuatan material, dan dapat disimpulkan bahwa titik kritis yang terjadi masih dalam batas aman pada pemodelan tersebut.

B. Saran

Saran-saran yang dapat diambil dari pengujian, pembahasan, dan kesimpulan yakni:

1. Untuk pengujian berikutnya disarankan untuk melakukan desain mendetail terhadap pemasangan baut, bahkan pondasi beserta kemampuan tanah.
2. Untuk pengujian berikutnya disarankan untuk sering meninjau langsung ke lapangan untuk melihat material yang dipakai.
3. Pemodelan berikutnya disarankan mengikut sertakan semua beban tambahan yang mungkin akan dialami oleh struktur saat telah dirancang seperti beban gempa maupun beban baut.
4. Diharapkan penggunaan aplikasi pemodelan lebih sering dimanfaatkan jika struktur yang akan diuji cukup besar karena dapat mengefisiensikan waktu.
5. Untuk pembuatan rangka sebaiknya dimodelkan terlebih dahulu supaya mengetahui dimana kesalahan yang akan terjadi terjadi.