

SIMULASI TEGANGAN PROPELLER Al-Mg YANG DIRANCANG UNTUK PROPELLER RENDAH BISING

Yogi Adiansyah¹, Ikhwansyah Isranuri², Alfian Hamsi³, M. Sabri⁴, Bustami Syam⁵
^{1,2,3,4,5}Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
 E-mail : aldiansyahyogi10@yahoo.co.id

ABSTRAK

Salah satu bagian dari pesawat UAV adalah propeller, dimana fungsi propeller ini adalah sebagai gaya dorong (*trush*) bagi sebuah pesawat. namun dalam sebuah propeller terdapat gaya dorong yang menyebabkan terjadi beberapa macam tegangan yang terjadi propeller Untuk mempermudah mendapatkan tegangan, regangan dan deformasi yang terjadi pada bilah propeller maka dilakukan simulasi aliran maupun *static structural* yang merupakan tujuan dari penelitian ini. Kegunaan dilakukannya simulasi ini adalah untuk mendapatkan nilai tegangan, regangan dan deformasi yang terjadi pada setiap elemen propeller. Dalam hal ini setiap bagian pada propeller akan mendapatkan tegangan yang berbeda pada setiap titik. Dalam melakukan simulasi pada propeller peneliti menggunakan *software ansys 15.0* yaitu *fluent* dan *static structural* dengan variasi kecepatan fluida sebesar 10 – 50 m/s. Propeller dibagi dalam 198827 *meshing* yang dilakukan di *fluent*, setelah hasil aliran didapat maka hasil tersebut menjadi input di uji *static structural*. Dari hasil uji *static structural* deformasi, tegangan dan regangan yang didapat pada kecepatan 10 m/s sebesar 2.9742×10^{-7} m, 1.2676×10^{-6} dan 51.46 Pa. pada kecepatan 20 m/s sebesar 1.0941×10^{-6} m, 4.6729×10^{-6} dan 19134 Pa. pada kecepatan 30 m/s sebesar 2.1874×10^{-6} m, 9.3428×10^{-6} dan 38322 Pa. pada kecepatan 40 m/s sebesar 3.5028×10^{-6} , 3.5028×10^{-6} dan 1.4962×10^{-5} . Pada kecepatan 50 m/s sebesar 5.0521×10^{-6} m, 2.1581×10^{-5} dan 89077 Pa. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa deformasi yang paling besar terjadi pada bilah propeller terletak pada bagian terluar propeller sedangkan regangan dan tegangan yang terjadi pada bilah propeller terletak pada bagian *hub* propeller.

Kata kunci : Propeller, fluent, static structural, meshing, tegangan propeller.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sangat luas dengan luas seluruhnya $5.193.250 \text{ km}^2$, dan hampir dua pertiga wilayah Indonesia merupakan wilayah perairan dengan luas mencapai $3.287.010 \text{ km}^2$. Luas wilayah tersebut memiliki resiko tersendiri dari segi pengamanan wilayah teritorial. Hal tersebut menuntut pemerintah dan jajarannya (baik pemerintah daerah, TNI, POLRI) mengeluarkan sumber daya yang banyak untuk menjaga dan keamanan wilayah kesatuan Negara Republik Indonesia. Berdasarkan kenyataan tersebut, sangat diperlukan untuk mengembangkan sebuah pesawat udara tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle* atau disingkat *UAV*) yang bertujuan sebagai pendukung pertahanan keamanan nasional dan pengintaian. Hal ini diharapkan dapat menekan biaya dan sumber daya terhadap pengawasan pertahanan dan keamanan wilayah-wilayah Indonesia. Pesawat udara tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan sebuah wahana terbang yang dikendalikan dari jarak jauh untuk melakukan misi tertentu. [2]

Salah satu bagian dari pesawat UAV adalah propeller, dimana fungsi propeller ini adalah sebagai gaya dorong (*trush*) bagi sebuah pesawat, namun dalam sebuah propeller terdapat gaya dorong yang menyebabkan terjadi beberapa macam tegangan yang terjadi propeller, untuk mengetahui hal tersebut maka dilakukan simulasi pada propeller untuk mengetahui

tegangan yang terjadi pada bilah propeller dan dapat mendapatkan berapa besar tegangan, regangan dan deformasi yang terjadi pada setiap titik/elemen pada propeller.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pesawat Tanpa Awak (UAV)

Pesawat tanpa awak (UAV) adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa di gunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya. Penggunaan terbesar dari penggunaan pesawat ini adalah di bidang militer . Pesawat tanpa awak memiliki bentuk, ukuran, konfigurasi dan karakter bervariasi. Sejarah pesawat tanpa awak adalah *drone* , pesawat tanpa awak yang digunakan sebagai sasaran tembak. Perkembangan kontrol otomatis membuat pesawat sasaran tembak yang sederhana mampu merubah menjadi pesawat tanpa awak yang kompleks.[2]

Sistem Propulsi

Setiap kendaraan membutuhkan sesuatu yang menghasilkan gerak,sesuatu yang mendorong kendaraan tersebut dan memberikan percepatan. Sistem propulsi merupakan mekanisme penggerak pada setiap pesawat udara. Gaya yang bekerja pada sistem propulsi merupakan penerapan dari hukum kedua *Newton*. [3]

Gaya Yang Terjadi Pada Propeler

Pada umumnya terdapat tiga jenis gaya yang terjadi pada saat sebuah propeler beroperasi. Berikut adalah gaya – gaya tersebut.

a. Thrust

Sebelum pesawat mulai bergerak, thrust harus digunakan. Pesawat akan tetap bergerak dan bertambah kecepatannya sampai thrust dan drag menjadi sama besar. Untuk menjaga kecepatan yang tetap maka thrust dan drag harus tetap sama, seperti halnya lift dan weight harus sama untuk mempertahankan ketinggian yang tetap dari pesawat. Jika dalam penerbangan yang datar (level), gaya thrust dikurangi, maka pesawat akan melambat. Selama thrust lebih kecil dari drag, maka pesawat akan terus melambat sampai kecepatan pesawat (airspeed) tidak sanggup lagi menahan pesawat di udara. Sebaliknya jika tenaga mesin ditambah, thrust akan menjadi lebih besar dari drag, pesawat terus menambah kecepatannya. Ketika drag sama dengan thrust, pesawat akan terbang dengan kecepatan yang tetap.[4]

b. Gaya Sentrifugal (Centrifugal Force)

Gaya sentrifugal disebabkan oleh gaya rotasi dari propeler dan cenderung untuk melempar baling – baling dari pusat, gaya sentrifugal merupakan gaya gerak melingkar yang berputar menjauhi pusat lingkaran dimana nilainya adalah positif

$$F_s = m v^2 / r$$

Dimana :

m = massa

v = kecepatan semtrifugal

r = Jari – jari

c. Gaya Torsi atau Twist

Analog rotational dari gaya, masa, dan percepatan adalah torsi, momen inersia dan percepatan angular. Gaya yang bekerja pada lever, dikalikan dengan jarak dari titik tengah lever, adalah torsi. Contohnya, gaya dari tiga newton bekerja sepanjang dua meter dari titik tengah mengeluarkan torsi yang sama dengan satu newton bekerja sepanjang enam meter dari titik tengah. Ini menandakan bahwa gaya dalam sebuah sudut pada sudut yang tepat kepada lever lurus. Lebih umumnya, seseorang dapat mendefinisikan torsi sebagai perkalian silang.[1]

$$T = r \times F$$

Dimana :

r = vektor dari axis putaran ke titik di mana gaya bekerja

F = adalah vektor gaya

Metode Elemen Hingga

Metode elemen hingga merupakan salah satu metode numerik yang dapat di gunakan untuk menyelesaikan masalah struktural, thermal dan elektromagnetik. Dalam metode ini seluruh masalah yang kompleks seperti variasi bentuk, kondisi batas dan beban dapat di selesaikan dengan metode pendekatan. Karena keaneka ragaman dan fleksibilitas sebagai perangkat analisis, metode ini. Variabel dasar atau variabel medan yang tidak di ketahui yang di tentukan dalam masalah teknik adalah pergeseran dalam mekanik solid, kecepatan dalam mekanika fluida, potensial listrik dan magnet dalam teknik listrik dan suhu dalam aliran panas . secara kontinu variabel yang tidak diketahui ini tidak terbatas.[5]

Tegangan Bending (Bengkok)

Merupakan tegangan Merupakan tegangan yang diakibatkan oleh bekerjanya momen lentur pada benda. Sehingga pelenturan benda disepanjang sumbunya menyebabkan sisi bagian atas tertarik, karena bertambah panjang dan sisi bagian bawah tertekan, karena memendek. Dengan demikian struktur material benda di atas sumbu akan mengalami tegangan tarik, sebaliknya dibagian bawah sumbu akan menderita tegangan tekan. Sedangkan daerah diantara permukaan atas dan bawah, yaitu yang sejajar dengan sumbu benda tetap, tidak mengalami perubahan, ini disebut sebagai bidang netral.

Persamaan umum tegangan lentur, adalah :

$$M_L / I = \sigma_L / y = E / R$$

Dimana :

I = inersia pada sumbu benda (I_{xx} atau I_{yy}).

Y = jarak dari bidang netral ke permukaan luar benda.

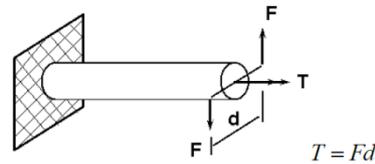
E = modulus elastisitas / Young.

R = radius kelengkungan benda

Tegangan Torsi (Torsion Stress)

Torsi adalah suatu pemuntiran sebuah batang yang diakibatkan oleh kopelkopel (couples) yang menghasilkan perputaran terhadap sumbu longitudinalnya. Kopel-kopel yang

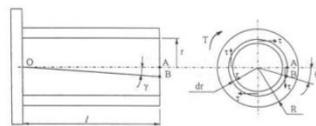
menghasilkan pemuntiran sebuah batang disebut momen putar (torque) atau momen puntir (twisting moment).[4]



Gambar 2.1 Diagram Momen Kopel pada Batang

Tegangan Puntir

Bila sebatang material mendapat beban puntiran, maka serat-serat antara suatu penampang lintang dengan penampang lintang yang lain akan mengalami pergeseran, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Batang Silindris dengan Beban Puntiran.

Deformasi

Dalam ilmu material, deformasi adalah perubahan bentuk atau ukuran dari sebuah objek karena Sebuah diterapkan gaya (energi deformasi dalam hal ini ditransfer melalui kerja) atau Perubahan suhu (energi deformasi dalam hal ini ditransfer melalui panas). Deformasi terdiri dari dua bagian,yaitu deformasi elastis dan deformasi plastis.

Deformasi elastis adalah perubahan bentuk material yang apabila gaya penyebab deformasi itu dihilangkan maka deformasi kembali ke bentuk semula.[6]

Regangan

Suatu batang lurus akan mengalami perubahan panjang apabila dibebani secara aksial, yaitu menjadi panjang jika mengalami tarik dan menjadi pendek jika mengalami tekan. Sebagai contoh diperlihatkan pada Gambar 2.14, perpanjangan dari batang tersebut adalah hasil komulatif dari perpanjangan semua elemen bahan di seluruh volume batang.

$$\epsilon = \Delta L/L$$

Dimana :

- ϵ = Regangan
- ΔL = Pertambahan panjang
- L = Panjang awal

ANSYS Simulation

ANSYS adalah sebuah software analisis elemen hingga dengan kemampuan menganalisa dengan cakupan yang luas untuk berbagai jenis masalah (Tim Langlais, 1999). ANSYS mampu memecahkan persamaan differensial dengan cara memecahnya menjadi elemen-elemen yang lebih kecil. Pada awalnya program ini bernama STASYS (Structural Analysis System), kemudian berganti nama menjadi ANSYS yang ditemukan pertama kali oleh Dr. John Swanson pada tahun 1970.

ANSYS merupakan tujuan utama dari paket permodelan elemen hingga untuk secara numerik memecahkan masalah mekanis yang berbagai macam. Masalah yang ada termasuk analisa struktur statis dan dinamis (baik linear dan non-linear), distribusi panas

dan masalah cairan, begitu juga dengan ilmu bunyi dan masalah elektromagnetik. Teknologi ANSYS mekanis mempersatukan struktur dan material yang bersifat non-linear. ANSYS *multiphysic* juga mengatasi masalah panas, struktur, elektromagnetik, dan ilmu bunyi. Program ANSYS dapat digunakan dalam teknik sipil, teknik listrik, fisika dan kimia.

a. ANSYS Fluent

FLUENT ialah salah satu software CFD dari ANSYS. Ansys merupakan sebuah software analisis elemen hingga (finite element), bisa dipakai untuk melakukan analisis mekanika benda tegar, analisis fluida, dan analisis perpindahan panas. Sebuah sumber mengatakan bahwa versi 12 keatas sudah kompatibel dengan Windows 7

b. Static Structural

Struktural analisis merupakan analisa yang paling banyak digunakan dengan menggunakan prinsip finite element. Struktural tidak hanya digunakan untuk struktur dalam teknik sipil seperti jembatan, gedung, tetapi meliputi unsur lain seperti kapal, pesawat, piston, dll.

Ada beberapa macam jenis simulasi static struktural, dimana pada program ansys akan terdapat perhitungan tegangan dan regangan. Static analisis digunakan untuk menentukan dan menganalisa tegangan dan menentukan displacements benda pada beban static. Static analisis dapat digunakan pada linier maupun nonlinier static analisis.

3. METODOLOGIPENELITIAN

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama \pm 6 bulan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Noise and Vibration Control* program Magister dan Doktoral Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Bahan dan Alat Penelitian

Adapun bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah

1. Propeller

Propeller yang di gunakan dalam penelitian ini adalah propeler Al-Mg yang memiliki dua bilah.



Gambar 3.1 Propeler clark y

Peralatan Yang Digunakan

Jenis peralatan yang dibutuhkan untuk analisis distribusi tegangan pada propeller UAV ini adalah sebuah laptop dengan spesifikasi sebagai berikut

Processor : Intel Core i3
 RAM : 6 GB
 CPU : 2,4 GHz
 System : Windows 7 64 – bit
 VGA : ATI Mobility Radeon
 Software : Ansys 15.0

Spesifikasi Data Propeller

Pengerjaan penelitian ini memiliki spesifikasi data – data yang penting untuk proses analisa. Beberapa bentuk data yang paling dibutuhkan seperti diameter propeler, jumlah blade, tipe blade dan data lainnya telah disesuaikan dengan kajian anggota tim UAV

DIMENSI

Rentang sayap: 400 mm
 Total panjang : 800 mm
 Tinggi : 80 mm

PROPELLER

Material Aluminium Alloys (Al-Mg)
 Number of blade : 2

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini ditentukan dua buah variable penelitian, yakni variable terikat dan variable bebas.

Variabel Terikat

Untuk menyederhanakan permasalahan dalam kajian kebisingan pada propeler, maka dalam penelitian ini ditetapkan variable terikat yakni:

1. Sudut airfoil
2. Sifat udara
3. Sifat mekanik bahan

Variabel Bebas

Variable bebas pada penelitian ini merupakan pengaruh yang diakibatkan oleh adanya variabel terikat dan ditetapkan yaitu kecepatan fluida.

Spesifikasi Fluida

Spesifikasi fluida pada saat melakukan pengujian adalah udara bebas dan juga diperlukan untuk analisi simulasi dalam penelitian ini, berikut adalah properties udara :

1. Jenis Fluida : Udara atmosfer
2. Tekanan Fluida: 101325 Pa

4. ANALISA DATA

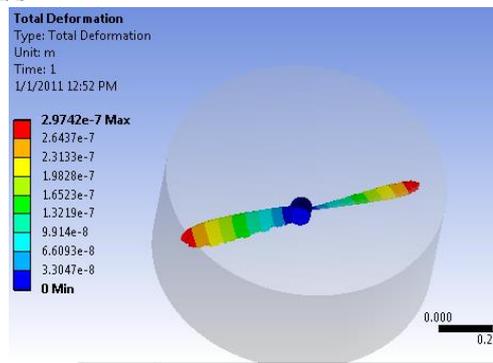
Pada pengujian simulasi dilakukan pengujian Fluent (aliran) guna mendapatkan aliran udara yang terjadi pada propeller.

Hasil Pengujian Fluent

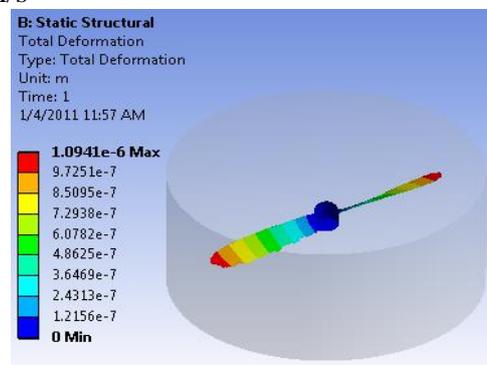
Pada pengujian simulasi dilakukan pengujian Fluent (aliran) guna mendapatkan aliran udara yang terjadi pada propeller.

1. Deformasi

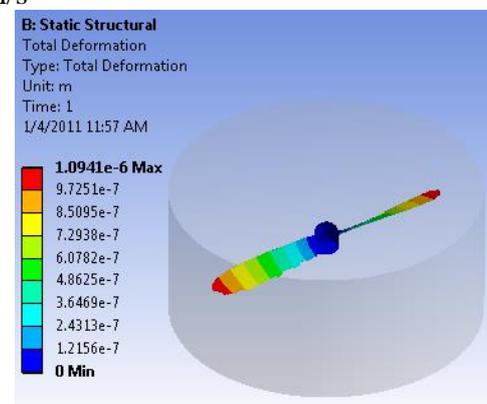
a. Kecepatan 10 m/s



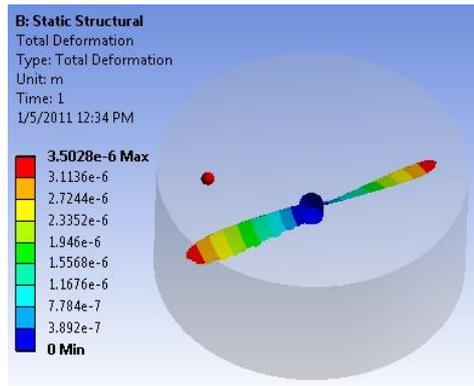
b. Kecepatan 20 m/s



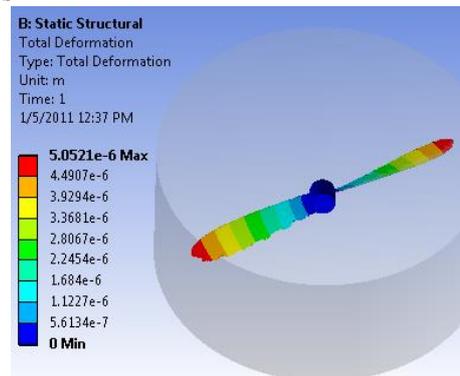
c. Kecepatan 30 m/s



d. Kecepatan 40 m/s



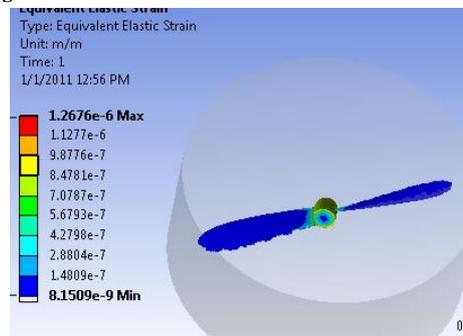
e. Kecepatan 50 m/s



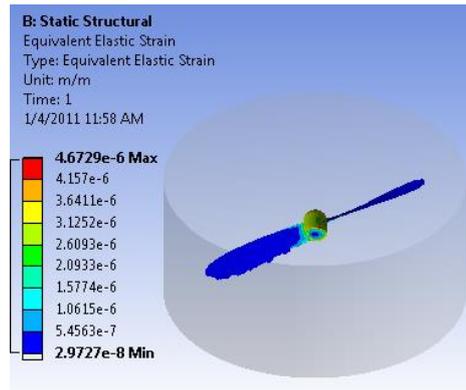
Dari deformasi yang terjadi dapat dilihat bahwa total deformasi maksimum pada propeller terjadi pada ujung blade propeller. Pada gambar diatas, terlihat perbedaan warna pada bilah propeller. Ujung propeller memiliki kontur warna merah. Ini berarti yang mengalami perubahan bentuk terakhir ialah ujung propeller tersebut. Perubahan bentuk yang pertama terjadi adalah pangkal propeller yang melekat pada hub. kecepatan fluida 10 m/s adalah sebesar 2.9742×10^{-7} m, kecepatan fluida 20 m/s adalah sebesar 1.0941×10^{-6} m, kecepatan fluida 30 m/s adalah sebesar 1.0941×10^{-6} m, kecepatan 40 sebesar 3.2028×10^{-6} , kecepatan 50 sebesar 5.0521×10^{-6} .

2. Regangan

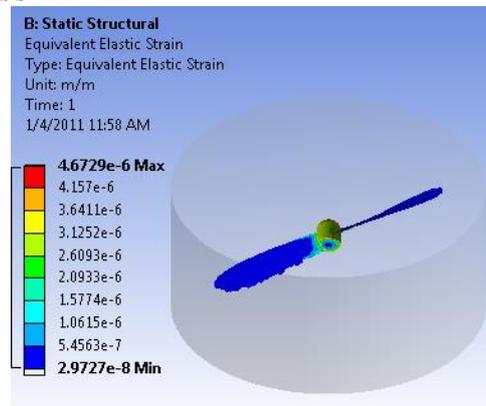
a. Kecepatan 10 m/s



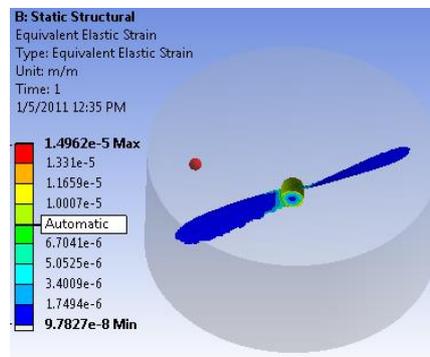
b. Kecepatan 20 m/s



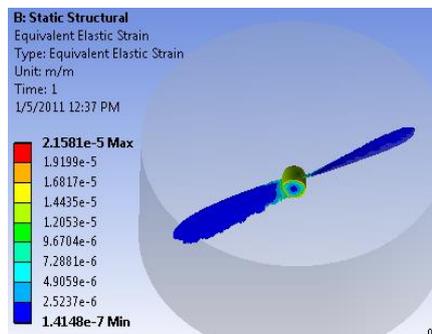
c. Kecepatan 30 m/s



d. Kecepatan 40 m/s



e. Kecepatan 50 m/s

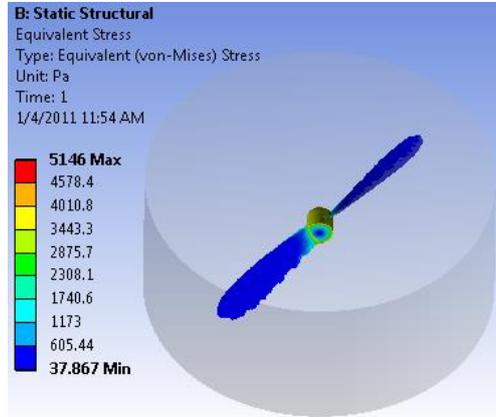


Dari hasil deformasi yang terjadi dapat dilihat bahwa regangan maksimum pada kecepatan fluida 10 m/s adalah sebesar 1.2676×10^{-6} m/m ,kecepatan 20 m/s sebesar 3.157×10^{-6} ,

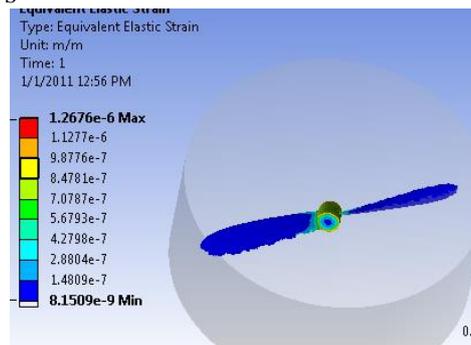
kecepatan 30 m/s sebesar 4.6729×10^{-6} , kecepatan 40 m/s sebesar 1.4967×10^{-5} , kecepatan 50 m/s sebesar 2.1581×10^{-5} ,

3. Tegangan

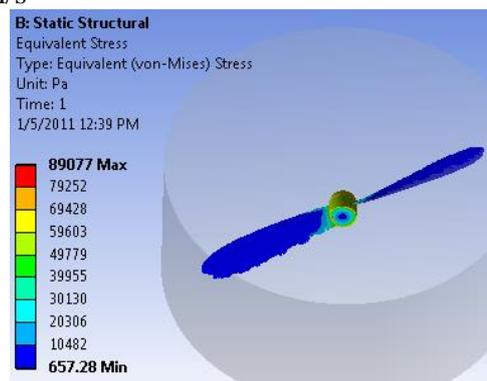
a. Kecepatan 10 m/s



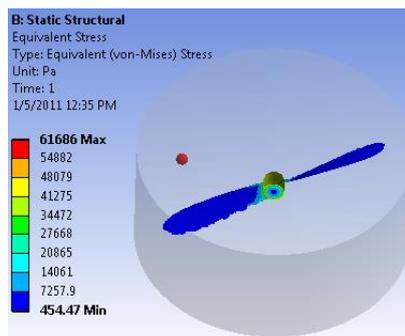
b. Kecepatan 20 m/s



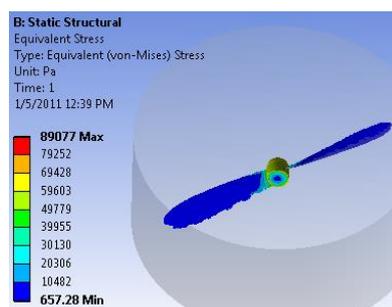
c. Kecepatan 30 m/s



d. Kecepatan 40 m/s



e. Kecepatan 50 m/s



Dasi hasil pengujian dapat dilihat bahwa tegangan maksimum bagian sambungan propeller pada kecepatan fluida 10 m/s adalah sebesar 51.46 Pa, kecepatan 20 m/s sebesar 1.2676×10^{-6} Pa, kecepatan 30 m/s sebesar 89077 Pa, kecepatan 40 m/s sebesar 61606 Pa, kecepatan 50 m/s sebesar 89077 Pa

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa data simulasi maka didapatkan tiga hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin tinggi laju aliran fluida pada propeller maka tegangan yang terjadi pada bilah propeller semakin besar. Dimana tegangan terendah berada pada kecepatan 10 m/s dengan nilai 51.46 Pa, dan tegangan tertinggi pada kecepatan 50 m/s dengan nilai 89077 Pa
2. Total deformasi yang paling besar pada kecepatan 10 m/s – 50 m/s adalah pada bagian ujung bilah propeller dengan nilai minimum sebesar 2.97×10^{-7} m dan nilai deformasi maksimum pada kecepatan 50 m/s sebesar 5.0521×10^{-6} .
3. Regangan yang paling besar pada propeller terdapat pada bagian hub propeller dengan nilai regangan minimum sebesar 1.2676×10^{-6} dan 2.1581×10^{-5} nilai regangan maksimum pada 50 m/s sebesar 2.1581×10^{-5} .

Saran

Adapun saran yang diberikan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan uji simulasi yang sama dengan menggunakan propeller 4 blade
2. Lebih teliti dalam memasukkan nilai spesifikasi fluida pada software ansys 15.0
3. Menggunakan paduan material yang lebih kuat dan elastis

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anderson Jr, Jhon D. 1999 . *Fundamental of Aerodyamics*. Boston : Mc.Graw-Hill.
- [2] Ardhianto , Kurniawan. 2011. *Desain dan Analisis Propeller pada Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. AAU Journal of Defense Science and Technology Volume 2, Number 1, 1 July 2011, 125 – 133.
- [3] Barron,Randall F. 2001. *Industrial Noise Control and Acoustics*. New-York. :Marcel Dekker, Inc
- [4] Clancy,L.J 1975. *Aerodynamics*. London : Pittman Publishing Limited
- [5] JR, William Weaver and Paul R. Johnston. 1993. *Elemen Hingga Untuk Analisis Struktur*. Bandung : Eresco
- [6] Omotoyinbo,J.,A dan Oladele,I.,O, 2010, “*The Effect of Plastic Deformation and Magnesium Content on the Mechanical Properties of 6063 Aluminium Alloys*”, Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering, Vol.9, No.6, pp.539.546, USA.