

ANALISIS SIMULASI STATIK POROS GENERATOR 500 WATT MENGGUNAKAN MATERIAL AISI 1020 DAN ALUMINIUM ALLOY 6061

Rizki Hapidansyah¹, Haris Abizar²

^{1,2}Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Ciwaru, Serang, 42117, Indonesia

Email: rizkyhafidansyah72@gmail.com dan harisabizar@untirta.ac.id

Abstrak

Poros merupakan komponen yang sangat penting dalam generator karena poros merupakan komponen penerus daya. Poros sendiri sering mengalami kegagalan kerja seperti patah akibat dari beban yang berlebih, untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan material yang aman digunakan pada poros generator 500 watt dengan cara simulasi pembebanan menggunakan *Software CAD*. Material yang akan di uji yaitu *AISI 1020* dan *Aluminium Alloy 6061*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif yang mana data didapatkan dari hasil studi literatur dari buku, artikel, jurnal, internet, dan data dari hasil simulasi menggunakan *Software CAD* yang kemudian akan dianalisis kekuatan material tersebut. Dengan demikian diharapkan dari analisis tersebut dapat diketahui material mana yang aman untuk digunakan. Dari hasil simulasi diketahui bahwa material *AISI 1020* mendapatkan nilai deformasi 876,655, tegangan maksimum $110,5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ dan *Safety Factor* 3,2 pada pembebanan 150N sedangkan material *Aluminium Alloy 6061* mendapatkan nilai deformasi 296,416, tegangan maksimum $111,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, dan *Safety Factor* 0,5 pada pembebanan yang sama, Maka, material *AISI 1020* dapat digunakan pada poros generator 500 watt dikarenakan materialnya sangat ulet dan memenuhi standar nilai keamanan sehingga dapat terhindar dari kegagalan kerja.

Kata kunci : poros, simulasi, deformasi, *safety factor*

Abstract

The shaft is a very important component in the generator because the shaft is a power transmission component. The shaft itself often experiences work failures such as fractures due to excessive loads, for this reason this study aims to obtain materials that are safe to use on the 500 watt generator shaft by simulating loading using CAD software. The materials to be tested are *AISI 1020* and *Aluminum Alloy 6061*. This study uses an experimental method with a quantitative approach where data is obtained from the results of literature studies from books, articles, journals, internet, and data from simulation results using CAD software which will then be analyzed. the strength of the material. Thus, it is hoped that from this analysis it can be seen which materials are safe to use. From the simulation results, it is known that the *AISI 1020* material gets a deformation value of 876,655, a maximum stress of $110.5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ and a *Safety Factor* of 3.2 at a loading of 150N while the *Aluminum Alloy 6061* material gets a deformation value of 296.416, a maximum stress of $111.1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, and *Safety Factor* 0.5 at the same load. Therefore, *AISI 1020* material can be used on a 500 watt generator shaft because the material is very ductile and meets the safety value standard so that it can avoid work failures.

Keywords: shaft, simulation, deformation, *safety factor*

PENDAHULUAN

Poros adalah batang logam yang berbentuk silindris-lurus, bertingkat atau berbentuk konis, poros berfungsi untuk memindahkan putaran, mendukung suatu beban dan memindahkan atau meneruskan daya [1]. Daya dikirim ke poros oleh beberapa gaya tangensial dan torsi yang dihasilkan (momen puntir) yang dipasang didalam poros memungkinkan daya untuk ditransfer ke berbagai mesin yang terhubung ke poros. Poros generator pembangkit listrik sering mendapat beban berupa tegangan, torsi, kompresi, bending, atau kombinasi dari semuanya. Poros juga kadang-kadang mengalami tekanan getaran [2]. Beban pada poros pada umumnya dibagi menjadi dua jenis, yaitu beban statik dan beban lelah. Beban statik antara lain berupa beban torsi yaitu beban dengan nilai yang bergantung pada daya yang ditransmisikan oleh poros dan besarnya nilai frekuensi kerja poros (3000 rpm), beban lentur akibat beban sendiri dari poros dan beban akibat putaran disc yang dipasang pada poros yaitu kombinasi beban radial dan tangensial disc serta beban kontak disc dengan poros yang menjaga keduanya untuk selalu berputar bersamaan [3].

Permasalahan yang sering terjadi pada poros adalah terjadinya retakan atau patah akibat pembebanan yang berlebih dan juga vibrasi. Penyebab umum vibrasi adalah ketidak seimbangan pada bagian yang berputar yang abnormal [4]. Baja karbon mudah sekali mengalami korosi hampir pada semua lingkungan atmosfer bila kelembaban melebihi 60% [5]. Korosi pada poros akibat penempatan poros pada lingkungan yang korosif, untuk itu dalam pemilihan material poros nya sendiri harus memiliki dua kriteria yaitu kuat dan tahan korosi.

Salah satu jenis material yang dapat digunakan pada poros adalah jenis baja paduan rendah dimana baja paduan rendah termasuk jenis baja karbon yang mengandung tambahan unsur seperti *chromium*, *molybdenum* dan *nikel*. Total

unsur paduannya mencapai 2,07%-2,5%. [6], Baja paduan dibuat untuk menutupi kesulitan yang terdapat pada baja karbon seperti terkorosi secara cepat ketika berada di udara, lingkungan berair maupun media asam. Sehingga perlu dilakukan proteksi untuk menurunkan laju korosi baja [7]. dengan menambahkan satu atau beberapa unsur paduan tertentu maka banyak dari kesulitan tertentu dapat teratasi [8] baja paduan rendah mengandung besi (*Fe*) dan unsur kimia lainnya. Komposisi kimia yang terkandung tersebut sangat beragam. Besaran presentase dan jenis komposisi kimia yang terkandung dalam baja tersebut yang membuat baja paduan mempunyai karakteristik yang berbeda dalam peruntukannya. Baja AISI 1020 merupakan jenis baja karbon rendah dengan unsur karbon (1,40-1,70)% *Ni*, (0,90- 1,40)% *Cr*, dan (0,20-0,30)% *Mo*. Baja AISI 1020 setara dengan baja DIN CK22.C22, JIS S20C. Menurut standar AISI (*American Iron and Steel Institute*) dan DIN CK22.C22, baja AISI 1020 mempunyai komposisi kimia (0,20-0,30)% *C*, (0,15-0,35)% *Si*, (0,50-0,70)% *Mn*, 0,035% *P*, 0,035% *S*, (1,40-1,70)% *Ni*, (0,90- 1,40)% *Cr*, dan (0,20-0,30)% *Mo*.

Sebagai pembanding maka dipilihlah material aluminium dimana sifat paling menonjol dari *Aluminium* adalah berat jenis yang rendah dan daya hantar listrik / panas yang cukup baik [8] material tahan korosi sendiri menjadi keunggulan lainya dari material *Aluminium* mengingat penerapan poros nya sendiri berada pada lingkungan yang korosif, dari beberapa jenis aluminium yang dibuat untuk peruntukan nya sendiri maka dipilihlah material *Aluminium Alloy 6061* yang mempunyai komposisi 97% *aluminium*, 0,6% *silicon*, 1,0 % *magnesium*, 0,2% *kromium*, dan 0,28% *tembaga* [9] *Aluminium Alloy 6061* mempunyai keunggulan seperti kekuatan tarik relatif tinggi, sifat mampu bentuk (*formability*)

baik, tahan korosi dan merupakan logam ringan. *Aluminium* paduan juga mempunyai sifat mesin baik yaitu mudah dikerjakan dengan peralatan mesin [10] tetapi memiliki kelemahan dalam hal kekuatan, salah satu metode efektif untuk meningkatkan kekuatan adalah dengan canai dingin dan aging [11].

Material *Aluminium Alloy* 6062 dipilih melalui serangkaian proses dan seleksi oleh peneliti sebelumnya maka didapatkanlah material *Aluminium Alloy* 6061 dengan metode kualitatif *ashby* dengan menggunakan *Software Ces Edupack* [12]. Pada penelitian kali ini material *Aluminium Alloy* 6061, yang akan dibandingkan dengan material *AISI 1020* dengan tujuan untuk mencari material mana yang dapat diterapkan pada generator turbin angin 500 watt dengan cara simulasi pembebanan di titik tertentu menggunakan *Software simulasi CAD* yang kemudian data-data yang didapatkan akan dianalisa nilai perubahan *deformasi plastis* dan *safety factor* 1,25 dari kedua material yang kemudian akan didapatkan sebuah kesimpulan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian kali ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. maka dibutuhkan data-data dari objek yang akan dianalisis. Adapun proses pengambilan data terbagi menjadi beberapa tahap antara lain:

Study Literatur

- Mempelajari mengenai material logam, sifat, struktur jenis material yang digunakan dalam perhitungan Analisis.
- Metode pengumpulan data yang diperoleh dari buku-buku, artikel, jurnal dan melalui internet.
- Dosen yang menguasai permasalahan yang ada dalam penelitian ini

Pengolahan Data

Pengolahan data yang didapat berupa yang data yang terdapat pada poros. Tahapan pengolahan data tersebut meliputi:

- Pemodelan 2d poros generator menggunakan *Software CAD*.
- Running Analisis pembebanan pada poros menggunakan *Software CAD*.

Pembuatan Desain Model

Dari data yang sudah ada kemudian dilakukan pembuatan model 3D dengan menggunakan *Software CAD*. Pembuatan model dilakukan dengan prosedur pemodelan yaitu:

- Membuat geometri dari objek yang akan dianalisa menggunakan *software cad*
- Pengecekan model dengan check model yang dimaksudkan untuk memeriksa apakah elemen sudah terkoneksi secara benar. Hal ini dilakukan sebagai tahap awal agar kita dapat melakukan running simulasi menggunakan *software CAD*. Analisa elemen yang sudah terkoneksi antara lain
 - Penerapan material
 - Pemberian tumpuan atau beban (*Boundary Conditions*)

Variasi Pembebanan

Pada Analisis ini beban dinamis yang diterima poros berdasarkan penjumlahan beban bilah, torsi dan rotor

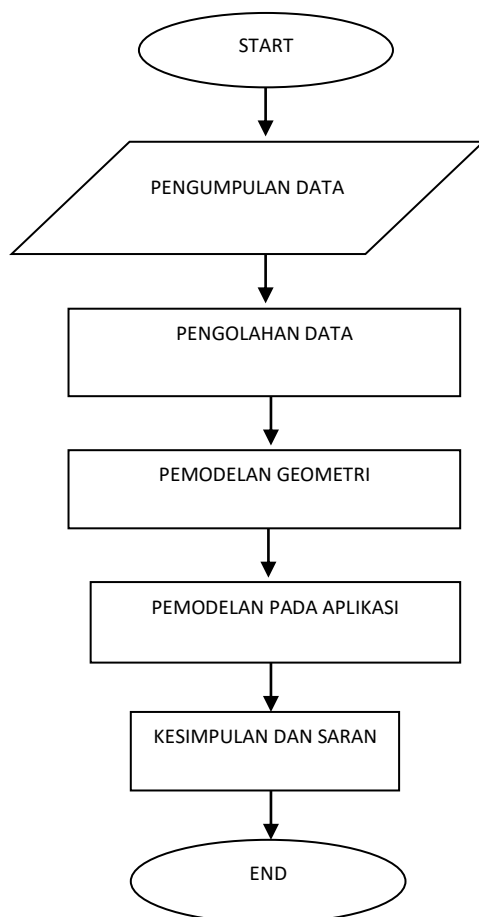
- Beban bilah satuan 1 kg di kali 3 sesuai jumlah bilah yaitu menjadi 3 kg atau 29.4199 N
- Beban dari torsi 15,93 N/mn
- Beban rotor yaitu 100 N atau 10.1972 kilogram-force

Maka beban dari bilah, torsi dan rotor dibulatkan menjadi 150 Newton atau 15.2957 Kilogram-force. Dikarenakan beban itu bergerak secara dinamis oleh bilah yang berputar maka pengujian akan menggunakan tiga variasi pembebanan dimulai dari 150 N sebagai asumsi awal kemudian 250 N dan 400 N dikarenakan

beban bergerak secara dinamis maka pembebanan pada tegangan maksimum. Kedua material akan diujikan pada tiga variasi pembebanan, yang kemudian akan menghasilkan data pada masing masing variasi yaitu; nilai deformasi, nilai tegangan maksimum dan safety factor kemudian data tersebut akan dianalisis untuk mendapatkan sebuah kesimpulan.

Penyajian Data Hasil Simulasi

Semua hasil pengolahan data berupa gambar, display hasil analisis, serta parameter-parameter yang diperlukan seperti tegangan maksimum, deformasi dan *safety factor* dapat diperoleh dari proses tersebut, kemudian dilakukan pengelompokan agar mudah dalam penyusunan laporan.



Gambar 1 ; Bagan Alir

HASIL SIMULASI

Simulasi dinamis terdapat 3 hasil yaitu tegangan maksimum, deformasi dan *safety factor*. Simulasi ini bertujuan untuk melihat apa yang akan terjadi jika poros dengan material Aisi 1020 dan Aluminium Alloy 6061 diberi beban yang beragam dengan asumsi awal pembebanan 150 N diambil dari pembebanan rotor, bilah dan torsi saat poros berputar.

Tabel 1 : Nilai Deformasi

Beban (N)	Material	
	AISI 1020	Aluminium Alloy 6061
150 N	876,655	296,416
250 N	525,993	177,849
400 N	328,745	111,156

Deformasi atau perubahan bentuk terjadi apabila bahan dikenai gaya. Selama proses deformasi berlangsung, material menyerap energi sebagai akibat adanya gaya yang bekerja.

Tabel 2 : Tegangan Maksimum

Beban (N)	Material	
	AISI 1020 (N/m ²)	Aluminium Alloy 6061 (N/m ²)
150 N	110,5x10 ⁶	111,1x10 ⁶
250 N	184,2x10 ⁶	185,1x10 ⁶
400 N	294,6x10 ⁶	296,2x10 ⁶

Tegangan *von mises* merupakan tegangan yang digunakan untuk menghitung kriteria kegagalan dari kekuatan material pada suatu system kontruksi [13] Secara sederhana dapat dikatakan bahwa energi distorsi adalah bagian dari energi regangan total per unit volume yang terlibat di dalam perubahan bentuk.

Kriteria luluh *von Mises* dapat juga diformulasikan dalam *von Mises stress* atau *equivalent tensile stress*, σ_v , nilai tegangan scalar dapat dihitung dari sensor tegangan. Dalam kasus ini, material dikatakan mulai luluh ketika tegangan von Mises mencapai nilai kritis yang diketahui

sebagai *yield strength*. Tegangan *von Mises* digunakan untuk memprediksi tingkat luluh material terhadap kondisi pembebanan dari hasil pengujian tarik simple uniaksial. Serta dapat diketahui bahwa titik *stress* terbesarnya terjadi di bearing.

Tabel 3 : Nilai *Safety Factor*

Beban (N)	Material	
	AISI 1020	Aluminium Alloy 6061
150 N	3,2	0,5
250 N	1,9	0,3
400 N	1,2	0,19

Nilai *Safety Factor* yang ada di atas berbeda beda sesuai beban diberikan, ini mengacu pada kekuatan material dari model menanggung tegangan yang dialami setelah beban diberikan. Dengan membandingkan *Allowable Stress* dan *Von Mises Stress* yang ada, maka didapat distribusi *Safety Factor* pada seluruh bagian model.

Pembahasan Simulasi Poros Generator Deformasi

Deformasi adalah perubahan bentuk atau ukuran dari sebuah objek [14] ketika terjadi perlawanan antara molekul internal dengan gaya yang diberikan maka akan terjadi deformasi akibat dari tekanan yang diberikan sehingga dapat merubah bentuk objek atau bisa juga disebut regangan. Nilai deformasi sering digambarkan menggunakan angka, dimana semakin besar nilai deformasi maka material tersebut semakin ulet, begitu pun sebaliknya semakin kecil nilai deformasi maka material tersebut semakin getas artinya material rentan patah.

Pada pengujian ini material *AISI 1020* mendapatkan nilai deformasi 876,655 dan *Aluminium Alloy* nilai deformasinya 296,416 pada variasi pembebanan 150 N, Nilai deformasi ini akan semakin mengecil seiring

bertambahnya beban. dalam hal ini material *AISI 1020* memiliki sifat ulet sehingga tahan akan tekanan tarik yang membuah material tahan patah. Sebaliknya material *Aluminium Alloy 6061* memiliki nilai deformasi lebih kecil yang membuat material memiliki sifat getas yang membuatnya rentan patah.

Tegangan

Tegangan adalah besaran pengukuran intensitas gaya atau reaksi yang timbul persatuan luas. Tegangan menurut [13] Tegangan adalah perbandingan antara beban proporsional yang diberikan terhadap luas penampang. Pada pengujian ini nilai tegangan pada kedua material sama pada pembebanan 150 N, nilai tegangan tertinggi *AISI 1020* yaitu $110,5 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, dan *Aluminium Alloy 6061* yaitu $111,1 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, sehingga pada pengujian kali ini kedua material memiliki ketahanan terhadap tegangan maksimum yang relatif sama.

Safety Factor

Safety Factor (SF) juga dikenal sebagai *Factor of Safety* adalah istilah yang menggambarkan kapasitas struktural suatu part [15] adapun menurut pendapat lain *Safety Factor (SF)* adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi agar perencanaan elemen mesin terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum. Dalam membuat sesuatu sering kali dibuat lebih kuat dari yang seharusnya untuk penggunaan normal sehingga memungkinkan untuk tidak gagal pada situasi darurat, beban muatan tidak tertuga, penyalahgunaan, atau degradasi.

Pada pengujian ini data *Safety Factor* yang didapatkan material *AISI 1020* yaitu 3,2 dan *Aluminium Alloy 6061* yaitu 0,5 pada pembebanan 150 N. dimana dari *range safety factor* 1,5 – 2,0 adalah untuk bahan yang sudah diketahui, kondisi lingkungan beban dan tegangan tetap dan dapat ditentukan dengan mudah [16] untuk beban dinamis sendiri dibutuhkan

nilai *safety factor* lebih tinggi yaitu : 2 - 3, nilai *safety factor* paling rendah yang diizinkan adalah 1,25 tidak diperbolehkan menggunakan material yang nilai *safety factor* nya di bawah 1,25 karena dapat terjadi kegagalan kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan data-data yang didapatkan dari hasil simulasi pembebanan poros menggunakan *software CAD*, material *AISI 1020* mendapatkan nilai deformasi 876,655 dengan nilai *Safety Factor* 3,2 pada pembebanan 150 N sedangkan material *Aluminium Alloy 6061* mendapatkan nilai deformasi 296,416 dengan nilai *Safety Factor* 0,5 pada pembebanan 150 N.

Maka diambil kesimpulan bahwa material *AISI 1020* dapat diaplikasikan pada poros generator 500 watt karena nilai deformasi yang tinggi sehingga material lebih ulet dengan *Safety Factor* 3,2 poros akan menjadi lebih aman digunakan dan terhindar dari kegagalan kerja.

REFERENSI

- [1] *Mekanika Teknik dan Elemen Mesin 2*. Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2015.
- [2] S. A. Soedardjo and B. Purnomo, "Analisis Kerusakan Poros Generator Pembangkit Listrik= Damage Analysis Of A Power Generator Shaft," *J. Mater. Kompon. dan Konstr.*, vol. 14, no. 2, 2014.
- [3] A. Widodo, R. A. Kriscahya, and D. Satrijo, "Perancangan Poros Turbin 5 Mw untuk Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi," *ROTASI*, vol. 19, no. 4, pp. 185–192.
- [4] I. Isranuri, M. Sabri, S. Abda, and A. H. Siregar, "Analisa Data Vibrasi Untuk Mengidentifikasi Kondisi dan Symtom Pada Generator Turbin Gas Siemens V 94.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap," *J. Din.*, vol. 7, no. 3, p. 10, 2019.
- [5] W. E. Triastuti and A. Subekti, "Karakter Fisik dan Korosi Mangan Hasil Pelapisan pada Baja AISI 1020," *Kapal J. Ilmu Pengetah. dan Teknol. Kelaut.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–7, 2013.
- [6] N. H. Sari, *Material teknik*. Deepublish, 2018.
- [7] M. A. Anhar, "Pengaruh Variasi Media Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan Paduan Gear Sprocket AISI 1020 Dengan Timah Melalui Heat Treatment," *J. SIMETRIK*, vol. 10, no. 1, pp. 279–284, 2020.
- [8] Suarsana, "Ilmu Material Teknik," 2017.
- [9] I. Said, "Aluminium 6061 yang sering kita jumpai disekitar kita," <https://www.google.com/amp/s/cantenan.com/artikel/aluminium-6061/amp/>. 2021. Diakses pada tanggal 24 Februari 2022
- [10] A. Abdussalam and D. Priyantoro, "Analisis Permukaan Material Aluminium Paduan (AlSiCu) Hasil Nitridasi Ion Surface Analysis Of Ion Nitrided Aluminium Alloy (AlSiCu)," *Batan*, pp. 65–74, 2016.
- [11] M. Dewi, "Studi mikrostruktur dan sifat mekanik Aluminium 6061 melalui proses canai dingin dan aging," *J. Furn.*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [12] K. Nugraha, S. Wiyono, and F. Ferdiansyah, "Pemilihan Material Dan Desain Poros Pada Turbin Angin Double Pillar Savonius-Darrieus," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [13] D. S. P. Pangabea, A. F. Zakki, and B. Arswendo, "Perbandingan Penggunaan Material Isotropi Dan Kekuatan Kapal Fiberglass," vol. 3, no. 2, pp. 263–272, 2015.
- [14] Wikipedia, "Deformasi (teknik)," <https://id.m.wikipedia.org/wiki/Def>

- ormasi_(teknik). 2018 Diakses pada tanggal 24 Februari 2022
- [15] T. Rokhman, "Safety Factor," <https://www.google.com/amp/s/taufiqurrokhman.wordpress.com/2020/06/22/safety-factor/amp/>. 2019. Diakses pada tanggal 24 Februari 2022
- [16] Yefrichan, "Faktor Keamanan (safety factor) dalam perancangan elemen mesin," <https://laskarteknik.co.id/faktor-keamanansafety-factor-dalam-perancangan-elemen-mesin/>. Diakses pada tanggal 24 Februari 2022