



Perancangan Kalkulator Elemen Mesin untuk Perencanaan Poros

Hendri Suryanto¹, Eva Hertncahyani Herraprastanti², Retno Wahyusari³, Helmi Gunawan⁴

^{1,2,4}Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

³Program Studi Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe

¹hendrie_s@yahoo.com ²ev.hertna@gmail.com ³retnowahyusari@gmail.com ⁴helig8512@gmail.com

Abstract

To design a transmission shaft requires quite complicated calculations, the calculation time is also quite long and the calculations must be careful because they are done manually, as has been done so far. The calculation results must also be accurate because the size of the shaft that does not meet the requirements can result in failure. To meet these needs, calculations in shaft design can be done with a tool, namely a software application that is run on a computer. The purpose of this study is to produce a software application or machine element calculator for shaft planning using the Matlab GUI, and to increase the efficiency of shaft planning in terms of time. This machine element calculator is designed by selecting the Matlab GUI menus according to the calculation formulas for the torsional load shaft diameter, namely Edit Text, Static Text, Panel and Push Button. Then arrange and edit the GUI menus through the Property Inspector and create a program (Matlab Code) for calculating the shaft diameter through the Callback menu. With this calculator, calculations in transmission shaft planning can be accelerated, which is an average of 24.8 minutes faster than manual calculations, which is an average of 34.8 minutes.

Keywords: transmission shaft, torque, power, bending, Matlab GUI

Abstrak

Untuk merancang sebuah poros transmisi diperlukan penghitungan yang cukup rumit, waktu penghitungannya juga cukup lama dan penghitungannya pun harus teliti karena dilakukan secara manual, seperti yang banyak dilakukan selama ini. Hasil penghitungannya pun harus tepat karena ukuran poros yang tidak memenuhi syarat bisa mengakibatkan kegagalan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut penghitungan dalam perancangan poros bisa dilakukan dengan suatu alat bantu yaitu suatu aplikasi perangkat lunak yang dijalankan dengan komputer. Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan sebuah aplikasi perangkat lunak atau kalkulator elemen mesin untuk perencanaan poros menggunakan GUI Matlab, dan meningkatkan efisiensi perencanaan poros dari segi waktu. Kalkulator elemen mesin ini dirancang dengan cara memilih menu-menu GUI Matlab sesuai dengan rumus-rumus perhitungan diameter poros beban puntir yaitu *Edit Text*, *Static Text*, *Panel* dan *Push Button*. Kemudian mengatur dan mengedit menu-menu GUI melalui *Property Inspector* dan membuat program (*Matlab Code*) perhitungan diameter poros melalui menu *Callback*. Dengan adanya kalkulator ini dapat mempercepat perhitungan dalam perencanaan poros transmisi, yaitu lebih cepat rata-rata 24,8 menit dibandingkan dengan perhitungan manual yaitu sebesar rata-rata 34,8 menit.

Kata kunci: poros transmisi, torsi, daya, bending, GUI Matlab

1. Pendahuluan

Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari suatu mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran, yang disebut sebagai transmisi, dan fungsi tersebut dilakukan oleh poros. Setiap elemen mesin yang berputar, seperti puli sabuk mesin, piringan kabel, tromol kabel, roda jalan dan roda gigi, dipasang berputar terhadap poros dukung yang tetap atau dipasang tetap pada poros dukung yang berputar. Poros biasanya berpenampang bulat

dan bisa menerima beban lenturan, beban tarikan beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya [1].

Untuk merancang sebuah poros transmisi diperlukan penghitungan yang cukup rumit, waktu penghitungannya juga cukup lama dan penghitungannya pun harus teliti karena dilakukan secara manual, seperti yang banyak dilakukan selama

ini. Hasil penghitungannya pun harus tepat karena ukuran poros yang tidak memenuhi syarat bisa mengakibatkan kegagalan. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut penghitungan dalam perancangan poros bisa dilakukan dengan suatu alat bantu yaitu suatu aplikasi perangkat lunak yang dijalankan dengan komputer.

Penelitian yang pernah dilakukan mengenai perancangan aplikasi perangkat lunak untuk perencanaan poros antara lain dilakukan oleh Allaka [3] dalam penelitian berjudul *Design of Solid Shafts Using Matlab*, diketahui bahwa program Matlab *user friendly*. Ketika dijalankan akan meminta input dan melakukan kalkulasi desain yang diperlukan kemudian memberikan nilai output yang diperlukan. Didalamnya dipertimbangkan teori tegangan geser maksimum dan teori tegangan normal maksimum yang menghasilkan diagram untuk momen lentur horisontal, vertikal dan resultan sepanjang poros. Sehingga dengan Matlab perancangan poros menjadi sederhana, cepat, ramah dan bebas kesalahan.

Penelitian lain yang membahas perencanaan poros dengan menggunakan perangkat lunak dilakukan oleh Pratama [4]. Poros yang direncanakan adalah poros untuk roda traktor tangan. Program penghitungan disain poros dibuat dalam bentuk kode program menggunakan software *Visual Basic (Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate)*. Hasil penghitungan dimensi poros kemudian diwujudkan dalam bentuk model 3D menggunakan Solidworks dan Ansys, yang kemudian dilakukan simulasi untuk mengetahui kekuatan poros yang dirancang tersebut.

Selain itu Muhammad [5] dalam penelitian berjudul *Perancangan Kalkulator Elemen Mesin Berbasis Android Guna Meningkatkan Efisiensi Perencanaan Elemen Mesin*. Elemen mesin yang dibahas dalam penelitian tersebut seperti poros, pasak, bantalan roda mobil dan roda gigi lurus. Perencanaan elemen mesin menggunakan kalkulator berbasis aplikasi android ini jauh lebih cepat dari pengerjaan manual sebab data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan elemen mesin telah tersedia di dalam program kalkulator elemen mesin, selain itu hasil perhitungan menggunakan kalkulator elemen mesin berbasis aplikasi android lebih teliti.

Selain itu aplikasi perangkat lunak komputer juga telah dibuat untuk penghitungan perancangan elemen mesin yang lain. Penelitian Anaku [6] dalam penelitian berjudul *Modelling of the kinematic geometry of spur gears using Matlab*, mengembangkan aplikasi untuk pemodelan kompatibilitas geometris roda gigi lurus menggunakan Matlab®. Aplikasi ini menggunakan model yang ada untuk menguji interferensi dan model yang diusulkan untuk menentukan *backlash* yang efektif dalam roda gigi. Nilai *backlash* yang dihasilkan dari aplikasi lebih terbatas dan model ini berlaku untuk rentang modul

yang lebih luas yang disarankan oleh *American Gear Manufacturers Association*.

Perancangan aplikasi perangkat lunak komputer untuk perencanaan elemen mesin yang lain dikembangkan oleh Sudiar [7]. Aplikasi perencanaan elemen mesin yang dibuat digunakan untuk perencanaan bantalan (*bearing*) yang dibuat berbasis GUI (*Graphical User Interface*) *Compiler Delphi*. Program aplikasi ini dibuat berdasarkan diagram alir atau *flowchart* perhitungan elemen mesin dalam buku Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, yang dilengkapi dengan tampilan tabel dan grafik sehingga dapat meningkatkan efektifitas pemahaman mahasiswa teknik mesin maupun para praktisi mesin yang bergerak dibidang perencanaan elemen mesin. Aplikasi ini juga memiliki keunggulan diantaranya memiliki kemampuan reset terhadap input yang bervariasi, kemampuan menyimpan hasil perhitungan dalam bentuk file output, meminimalkan input parameter yang salah, menampilkan pesan hasil perhitungan yang tidak aman, serta memberikan hasil perhitungan yang cepat dan akurat.

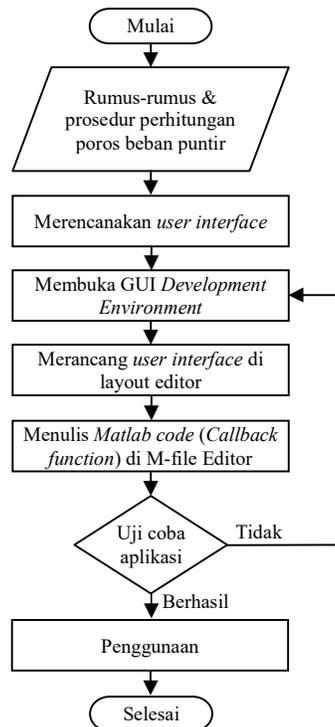
Kemudian *software* yang lain adalah *Google Sketch Up* untuk pembuatan aplikasi komputer untuk perancangan kopling *flens* [8]. *Google Sketch Up* dipilih karena mempunyai banyak kelebihan dalam hal teknik Gambar, begitu cepat, mudah dan efisien, serta jika digabungkan dengan *plugin Vray*, sejenis *software rendering* yang paling populer sekarang, hasilnya bisa jauh lebih bagus. Selain itu *software* yang lain yaitu *Phyton* digunakan untuk membuat aplikasi komputer untuk perancangan roda gigi lurus [9]. Kemudian juga terdapat penggunaan *software* aplikasi *Spreadsheet Excel* yang dimanfaatkan untuk merancang roda gigi lurus [10].

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan tersebut diketahui bahwa penggunaan aplikasi perangkat lunak dalam perencanaan elemen mesin sangat membantu terutama dalam ketepatan hasil dan kecepatan penghitungannya. Beberapa penelitian telah membahas perancangan poros menggunakan perangkat lunak seperti Matlab dan Visual Basic, tetapi belum ada yang menggunakan GUI (*Graphical User Interface*) meskipun sudah ada yang menggunakan untuk elemen mesin lainnya. Oleh karena itu dalam penelitian ini diusulkan suatu aplikasi perangkat lunak untuk penghitungan poros transmisi dengan memanfaatkan GUI Matlab yang bisa mempercepat waktu penghitungan dan hasil penghitungannya tepat. Aplikasi ini bisa dikatakan semacam kalkulator untuk penghitungan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah 1) menghasilkan sebuah aplikasi perangkat lunak atau kalkulator elemen mesin untuk perencanaan poros menggunakan GUI Matlab, dan 2) meningkatkan efisiensi perencanaan poros dari segi waktu.

Dengan menggunakan GUI Matlab tampilan aplikasi lebih mudah dipahami dan digunakan karena menggunakan kotak-kotak yang perlu diisi data dan tombol-tombol seperti pada kalkulator. Sedangkan untuk menjalankan perhitungan digunakan program-program (*Matlab code*) seperti dicontohkan dalam Buku Ajar Metode Numerik Aplikasi & Optimasi dengan GNU Octave [2].

2. Metode Penelitian

Perancangan kalkulator elemen mesin ini dibuat dengan langkah-langkah sesuai diagram alir Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Aplikasi Kalkulator Elemen Mesin

Perencanaan poros dengan beban puntir mengacu pada perhitungan dan prosedur yang dilakukan pada buku Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin [11], dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan daya yang ditransmisikan, P (kW) dan putaran poros, n_1 (rpm);
2. Menentukan faktor koreksi daya, f_c sesuai dengan kondisi pembebanan yang diterima poros (menggunakan tabel faktor koreksi daya);

3. Menentukan daya yang direncanakan, P_d (kW);

$$P_d = f_c \times P \quad (1)$$

4. Menghitung momen puntir, T (kg.mm);

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \quad (2)$$

5. Menentukan bahan poros dan kekuatan tarik bahan poros, σ_B (kg/mm²) serta faktor keamanan untuk jenis bahan poros dan pengaruh konsentrasi tegangan untuk poros bertangga dan beralur pasak. Untuk jenis bahan poros ditentukan nilai faktor keamanan Sf_1 . Jika poros dibuat bertangga dan beralur pasak maka ditentukan nilai faktor keamanan Sf_2 dengan harga sebesar 1,3 sampai dengan 3,0;

6. Menentukan tegangan geser yang diizinkan, τ_a (kg/mm²);

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf_1 \times Sf_2)} \quad (3)$$

7. Menentukan faktor koreksi momen puntir, K_t dengan nilai 1,0 untuk beban puntir secara halus, 1,0 sampai 1,5 untuk beban puntir dengan sedikit kejutan dan 1,5 sampai 3,0 jika beban puntir dengan kejutan besar. Faktor koreksi beban *bending*, C_b ditentukan jika poros direncanakan akan mengalami beban *bending*, nilainya sebesar 1,2 sampai 2,3. Jika tidak mengalami beban *bending* maka C_b diberikan nilai 1,0;

8. Menentukan diameter poros, d_s (mm);

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{1/3} \quad (4)$$

9. Menentukan diameter poros sesuai dengan diameter poros standar (menggunakan tabel diameter poros). Untuk bagian poros yang akan dipasang bantalan, dibuat ukuran diameter yang lebih besar menyesuaikan dengan diameter dalam dari bantalan, kemudian ditentukan jari-jari *fillet*, r pada tangga poros;

10. Menentukan ukuran pasak dan alur pasak pada poros yang ditentukan berdasarkan tabel;

11. Menentukan faktor konsentrasi tegangan karena poros bertangga (α) dan adanya alur pasak pada poros (β), berdasarkan diagram RE Peterson untuk poros bulat dengan beban puntir statis;

12. Menghitung tegangan geser, τ (kg/mm²) yang terjadi untuk diameter poros yang dipilih/ditentukan berdasarkan diameter poros standar;

$$\tau = \frac{5,1 \times T}{d_s^3} \quad (5)$$

13. Membandingkan nilai α dan β , kemudian pilih yang lebih besar;

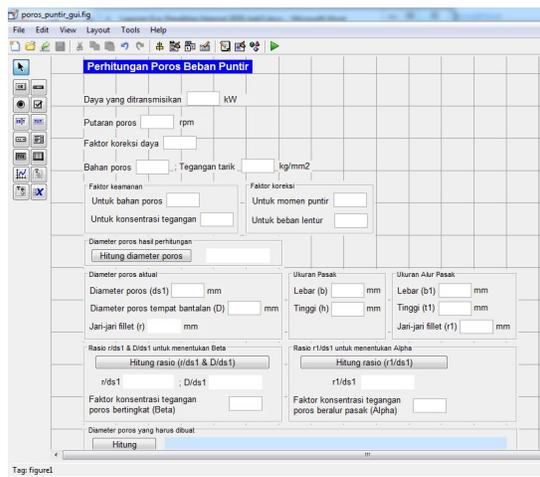
14. Memeriksa Sf_2 yang ditaksir sebelumnya untuk konsentrasi tegangan, dengan cara menghitung $\tau_a \times Sf_2$ dibagi α atau β (gunakan nilai yang lebih besar), sebagai tegangan yang diizinkan yang dikoreksi;

15. Menghitung harga $\tau \times C_b \times K_t$;

16. Membandingkan harga $\tau_a \times Sf_2 / (\alpha \text{ atau } \beta)$ dengan harga $\tau \times C_b \times K_t$. Jika harga $\tau \times C_b \times K_t$ lebih besar maka ulangi perhitungan dengan cara memilih diameter poros yang lebih besar dan mengulangi langkah 9 sampai dengan 16. Jika harga $\tau_a \times Sf_2 / (\alpha \text{ atau } \beta)$ lebih besar maka diameter poros yang dipilih telah sesuai.

Selanjutnya berdasarkan rumus-rumus dan langkah-langkah di atas dibuat program untuk menghitung diameter poros dengan pembebanan puntir menggunakan GUI Matlab. Pembuatan program dengan GUI Matlab secara garis besar dijelaskan sebagai berikut :

1. Merencanakan dan memilih menu-menu GUI Matlab sesuai dengan perhitungan diameter poros dengan beban puntir. Dalam perancangan kalkulator ini menu-menu GUI yang digunakan antara lain : *Edit Text, Static Text, Panel dan Push Button*;

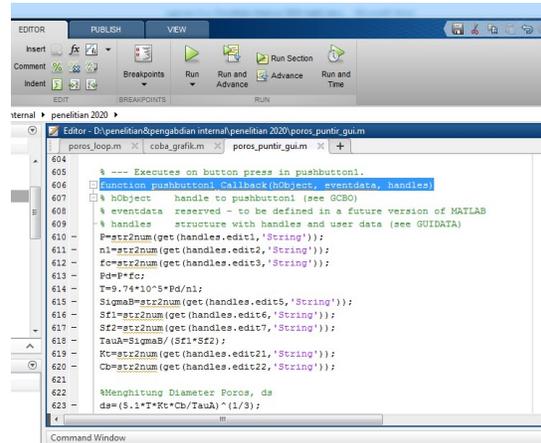


Gambar 2. Pengaturan menu-menu GUI Matlab untuk perhitungan diameter poros dengan beban puntir

2. Mengatur dan mengedit menu-menu GUI melalui *Property Inspector* disesuaikan dengan program perhitungan diameter poros, seperti ditampilkan pada Gambar 2;
3. Membuat program (*Matlab Code*) perhitungan diameter poros dengan beban puntir melalui menu *Callback*, seperti ditampilkan pada Gambar 3;
4. Melakukan uji coba terhadap program Matlab untuk aplikasi perhitungan poros beban puntir.

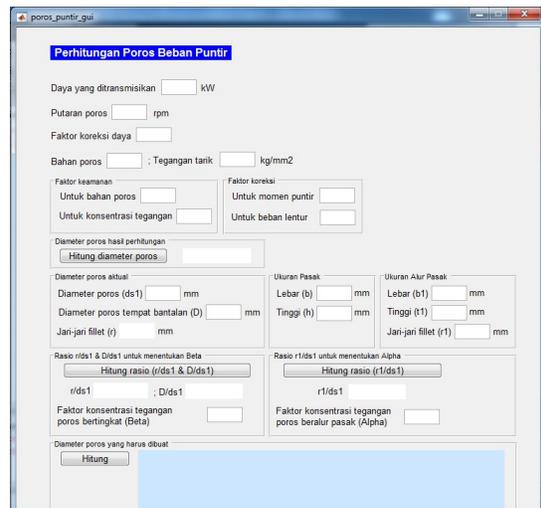
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan kalkulator elemen mesin seperti ditampilkan pada Gambar 4. Berikut ini diberikan contoh perhitungan dengan menggunakan kalkulator yang telah dibuat. Suatu poros digunakan untuk meneruskan daya 10 kW pada putaran 1450 rpm.



Gambar 3. Matlab code untuk program perhitungan diameter poros dengan beban puntir

Beban yang diterima poros adalah beban puntir dan juga diperkirakan akan terjadi beban lentur. Pada poros dibuat alur pasak. Poros bekerja selama 8 jam sehari dan terjadi tumbukan ringan pada poros. Poros dibuat dari bahan S35C-D, batang baja yang difinishing dingin.



Gambar 4. Hasil perancangan kalkulator elemen mesin

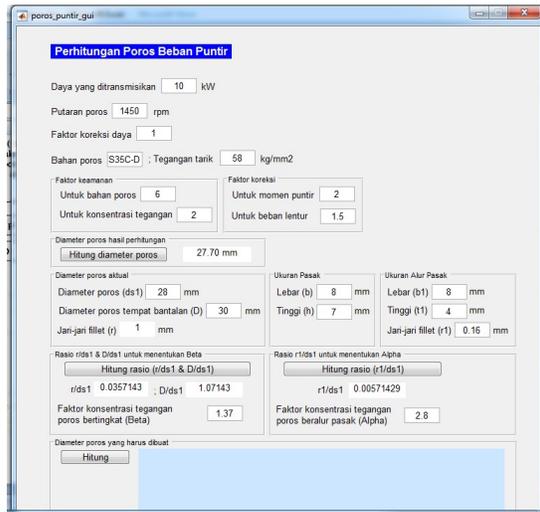
Data-data yang telah diketahui diisi dalam kotak yang sesuai, seperti pada Gambar 5.

Kemudian ditekan tombol “Hitung diameter poros”. Diperoleh hasil 27,70 mm. Setelah itu dipilih diameter poros standar yang tersedia yang mendekati diameter hasil perhitungan, maka dipilih 28 mm yang tersedia. Menyesuaikan dengan diameter dalam bantalan standar yang tersedia dipilih diameter poros tempat bantalan 30 mm.

Kemudian ditekan tombol “Hitung rasio (r/ds1 & D/ds1)” sehingga diperoleh nilai-nilai Jari-jari fillet (r), rasio r/ds1 dan rasio D/ds1 seperti pada Gambar 5. Selanjutnya menentukan ukuran pasak dan alur pasak berdasarkan tabel yang tersedia kemudian tekan

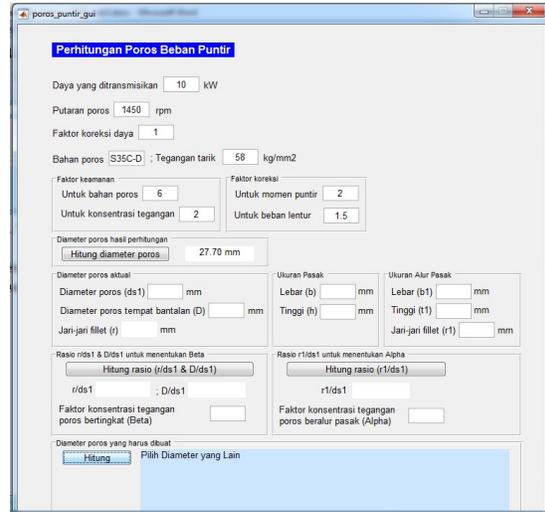
tombol “Hitung rasio ($r1/ds1$)” sehingga diperoleh nilai rasio $r1/ds1$ seperti pada Gambar 4. Berdasarkan rasio $r/ds1$ dan $D/ds1$ kemudian digunakan untuk menentukan faktor konsentrasi tegangan poros bertingkat (β).

Berdasarkan rasio $r1/ds1$ digunakan untuk menentukan faktor konsentrasi tegangan poros beralur pasak (α). Faktor konsentrasi tegangan α dan β ditentukan berdasarkan diagram R.E. Peterson. Dari diagram R.E. Peterson diperoleh nilai $\alpha = 2,8$ dan $\beta = 1,37$. Kemudian diisikan dalam kotak seperti ditampilkan pada Gambar 5.

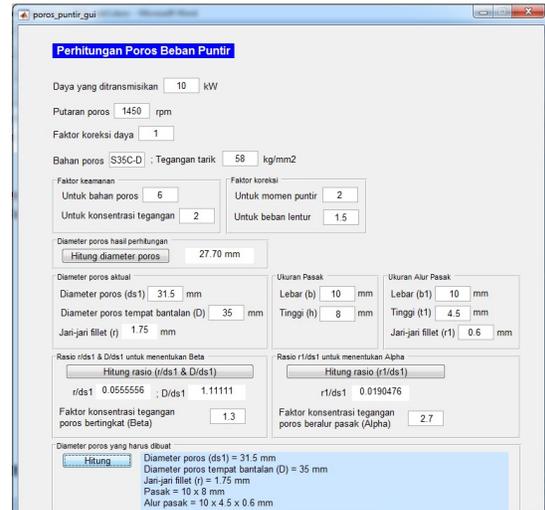


Gambar 5. Hasil perhitungan “Hitung diameter poros”, “Hitung rasio ($r/ds1$ & $D/ds1$) dan “Hitung rasio ($r1/ds1$)”

Setelah semua data diisikan pada kotak-kotak yang tersedia seperti pada Gambar 5, kemudian ditekan tombol “Hitung”. Hasil perhitungannya seperti ditampilkan pada Gambar 6 berikut ini. Dari perhitungan tersebut diperoleh hasil “Pilih Diameter yang lain”. Hasil ini menunjukkan bahwa diameter poros standar yang dipilih yaitu 28 mm tidak memenuhi syarat untuk menerima pembebanan puntir. Hal ini berdasarkan perhitungan nilai tegangan geser yang terjadi (τ) lebih besar daripada nilai tegangan geser yang diijinkan (τ_a). Jika diperoleh hasil perhitungan “Pilih Diameter yang Lain” maka harus dilakukan pemilihan diameter poros standar kembali dan juga ukuran pasak, ukuran alur pasak dan faktor konsentrasi α dan β . Nilai-nilai tersebut yang dipilih dan ditentukan seperti ditampilkan pada Gambar 6. Dan diperoleh hasil perhitungan seperti ditampilkan pada kotak paling bawah pada Gambar 7 berikut ini. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa diameter standar yang dipilih 31,5 mm telah memenuhi syarat pembebanan puntir yang direncanakan.



Gambar 6. Hasil perhitungan tombol “Hitung” menunjukkan diameter yang dipilih tidak sesuai



Gambar 7. Hasil perhitungan untuk diameter poros 31,5 mm

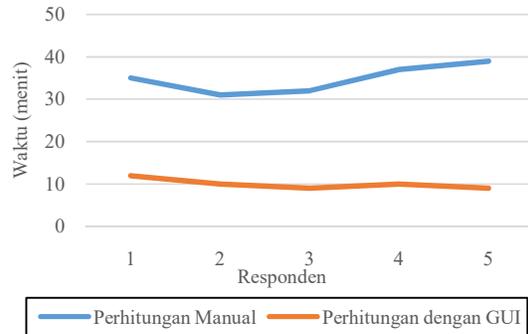
Adapun waktu yang dibutuhkan dalam menghitung perencanaan poros secara manual dan dengan menggunakan kalkulator (dengan GUI Matlab) seperti ditampilkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan waktu perhitungan secara manual dan dengan GUI Matlab pada perencanaan

No Responden	Waktu Perhitungan secara manual (menit)	Waktu Perhitungan dengan GUI Matlab (menit)	Selisih waktu (menit)
1	35	12	23
2	31	10	21
3	32	9	23
4	37	10	27
5	39	9	30
Rerata	34,8	10	24,8

Berdasarkan data tabel 1 tersebut waktu perhitungan menggunakan GUI Matlab pada perencanaan poros lebih cepat dengan rerata sebesar 24,8 menit.

Sesuai data pada tabel 1 tersebut masing-masing responden mengerjakan perhitungan poros dengan waktu lebih cepat dibanding mengerjakan secara manual, seperti ditunjukkan pada grafik Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 Grafik Waktu Perhitungan Poros dari Lima Responden

4. Kesimpulan

Adapun simpulan dari penelitian ini adalah aplikasi kalkulator elemen mesin untuk perencanaan poros menggunakan GUI Matlab sudah berhasil dibuat, perhitungan dengan menggunakan kalkulator elemen mesin lebih cepat 24,8 menit dibandingkan dengan perhitungan manual yaitu sebesar 34,8 menit.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, yang telah memberikan dana Hibah Internal untuk pelaksanaan penelitian ini. Juga kepada Teknisi Laboratorium Komputer yang telah memberikan waktu, sehingga pemrograman dan pengolahan data dapat dilakukan

Daftar Rujukan

- [1] Uicker Jr, J., Pennock, G.R., Shigley, J.E., 2017. *Theory of Machines and Mechanisms*. 5th ed. New York: Oxford University Press.
- [2] Herraprastanti, E.H., 2018. *Buku Ajar Metode Numerik Aplikasi & Optimasi dengan GNU Octave*. 1st ed. Surabaya: JDS Surabaya.
- [3] Allaka, G., Kalidindi, P.R., Rao, K.S., Daadi, M., Patnala, A. 2012. Design Of Solid Shafts Using Matlab. *Int. J. Mech. Eng. Technol*, 3 (3), pp. 645–653.
- [4] Pratama, A.W., 2017. *Rancang Bangun Software Desain Poros Roda Traktor Tangan Menggunakan Visual Basic*, Sarjana. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [5] Muhammad, C.R., 2019. *Perancangan Kalkulator Elemen Mesin Berbasis Android Guna Meningkatkan Efisiensi Perencanaan Elemen Mesin*, Sarjana. Universitas Jember.
- [6] Anakhu, P.I., Abiodun, A., Abioye., Bolu, C.A., Azeta, J., 2018. Modeling of the kinematic geometry of spur gears using matlab. In: MATEC Web Conf., ICMME 2017, Kuala Lumpur, Malaysia, 28-30 November 2017. EDP Sciences: Les Ulis, France.
- [7] Sudiar, A., 2016. Implementasi Dan Perancangan Aplikasi Pada Perencanaan Bantalan Dan Bearing. *Jurnal Poros Teknik*, 8 (2), pp. 73 – 78.
- [8] Bhirawa, W.T., 2015. Penggunaan Google Sketch Up Software Dalam Merancang Kopling Flens. *Jurnal Teknologi Industri*, 4, pp. 1 – 7.
- [9] Gabriel, B., Tangkuman, S., and Rantung, J. 2024. Rancang Bangun Aplikasi Perancangan Roda Gigi Lurus Menggunakan Bahasa Pemrograman Python. *Jurnal Tekno Mesin*, 10 (1), pp. 1 – 8.
- [10] Tangel, D., Tangkuman, S., Luntungan, H., 2016. Aplikasi Spreadsheet Pada Perancangan Roda Gigi Lurus. *Jurnal Poros Teknik Mesin Unsrat*, 5 (2), pp. 103 – 111.
- [11] Sularso., Kiyokatsu, S., 2004. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, 11th ed. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.