

Perancangan Poros Engkol Pada Mesin Uji Universal (Tekan, Tarik, Dan *Bending*)

Eko Wahyudin^{1*}, Sudirman², Shinta Tri Kismanti³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan

E-mail: ^{1*}ekoparocca4@gmail.com, ²sudirman_dhuha@borneo.ac.id, ³kismanti88@gmail.com
*Corresponding author**

ABSTRACT

The objective of the research was to design, calculate the required torque and to determine the working principle of a crankshaft on a universal testing machine. The crankshaft functions as a lever drive connected to hydraulics. This research employed analytical methods and literature study. Designing the crankshaft in the universal testing machine used solid-work software, the torque calculation on the crankshaft had been carried out with different distance variations. For a shaft spacing of 35 mm, a torque of 2744 N.m was obtained: With an axle spacing of 50 mm a torque of 3920 N.m was obtained, then at a distance of 75 mm a torque of 5880 N.m was obtained, and for an axle spacing of 85 mm the torque obtained was 6664 N.m. The greater the shaft distance used was, the greater the torque obtained will be.

Keywords: *crankshaft, solid-work software, torque, universal testing machine*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mendesain, menghitung torsi yang dibutuhkan dan mengetahui prinsip kerja sebuah poros engkol pada mesin uji universal. Poros engkol berfungsi sebagai penggerak tuas yang terhubung ke hidrolis. Penelitian ini menggunakan metode analitis dan studi pustaka. Hasil penelitian ini dilakukan perancangan poros engkol pada mesin uji universal menggunakan *software solidwork* yang sebelumnya telah dilakukan perhitungan torsi pada poros engkol dengan variasi jarak yang berbeda-beda. Pada varian jarak poros 35 mm didapatkan torsi 2.744 N.m, kemudian pada jarak poros 50 mm didapatkan torsi 3.920 N.m, selanjutnya pada jarak 75 mm didapatkan torsi 5.880 N.m, dan pada jarak poros 85 mm torsi yang didapatkan adalah 6.664 N.m. Dalam hal tersebut dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak yang digunakan maka torsi yang didapatkan semakin besar.

Kata Kunci: *mesin uji universal, poros engkol, software solidwork, torsi*

I. PENDAHULUAN

Mesin uji material dikategorikan sebagai *Universal Testing Machine (UTM)* dikatakan demikian karena bersifat umum yang berarti dapat melakukan berbagai jenis pengujian antara lain adalah uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*) dan uji tekuk (*bending test*). Mesin uji material dapat melakukan pengujian sesuai dengan standar material *American Society for Testing and Materials (ASTM)* [1]. Dalam mengetahui karakteristik dari suatu material pengujian material terbagi menjadi dua yakni pengujian merusak dan pengujian tak merusak. Pengujian merusak atau pengujian *destructive* antara lain uji tarik, uji tekan dan uji tekuk, sedangkan pengujian tak merusak atau *non destructive tes (NDT)* adalah proses pengujian suatu material untuk mengetahui cacat, retak, atau diskontinuitas lain pada material tanpa merusak material [2]. Untuk mengetahui kekuatan pengujian material dalam perancangan tersebut ada tiga pengujian yaitu, uji tarik, uji tekan, dan uji tekuk. Dalam proses pembuatan mesin uji universal akan dilakukan tiga pengujian tersebut. Dalam proses pengujian –

menggunakan material (ASTM A36) dalam pengoperasian mesin uji *universal test* ini menggunakan sistem penggerak hidrolik yang dihubungkan pada motor listrik yang mana bertindak sebagai penggerak hidrolik. Motor listrik merupakan sebuah alat konversi energi yang berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik tersebut ditransmisikan ke sistem hidrolik melalui *gearbox* yang dihubungkan ke poros engkol. Poros ini merupakan satu kesatuan dari komponen sistem mekanis di mana daya ditransmisikan dari penggerak utama, misalnya motor listrik atau motor bakar, ke bagian lain yang berputar dari sistem [3], [4]. Poros bisa menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya [5]. Adapun poros yang akan digunakan pada penelitian ini adalah poros engkol yang dihubungkan ke dongkrak hidrolik. Berdasarkan penjelasan di atas, maka dalam penelitian ini dilakukan rancang bangun poros engkol pada mesin uji universal sederhana. Dengan adanya mesin uji universal ini diharapkan dapat menguji dan mengetahui kekuatan tarik, kekuatan tekan dan kekuatan tekuk pada suatu material.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental. Sebelum penelitian dimulai hal yang pertama dilakukan adalah mencari beberapa referensi penelitian sebelumnya untuk dijadikan pedoman awal. Setelah mempelajari referensi penelitian dilanjutkan dengan perencanaan awal yang di mana memiliki beberapa langkah yaitu, pemilihan motor yang akan digunakan, pemilihan hidrolik, pemilihan jenis poros. Adapun jenis poros yang digunakan dalam penelitian ini adalah poros engkol yang di mana poros tersebut akan dihitung torsi, daya yang dibutuhkan. Setelah dilakukan perhitungan torsi dan daya pada poros engkol maka dilakukan perhitungan tuas penghubung sebelum melakukan perancangan. Perancangan dilakukan dengan menggambar poros engkol dan tuas penghubung menggunakan *software solidwork*. Setelah tahap perancangan selesai maka, tahap selanjutnya dilakukan pembuatan alat. Dalam pembuatan alat hal yang perlu dilakukan yaitu menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan, setelah pembuatan poros engkol selesai maka selanjutnya dilakukan sebuah pengujian alat, dalam proses pengujian jika terjadi kegagalan maka kembali ke perencanaan dan perhitungan ulang, jika pengujian berhasil maka akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya yaitu analisa hasil pengujian. Dalam tahap analisa hal yang dilakukan adalah menghitung torsi, daya, kecepatan putaran poros engkol, gaya yang bekerja pada poros engkol. Setelah menganalisis hasil pengujian maka akan dibuat sebuah kesimpulan dan saran yang mencakup perancangan poros engkol pada mesin uji universal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perancangan Poros Engkol

Poros engkol akan digerakkan oleh motor yang berkapasitas 0,5 HP dengan kecepatan 1500 rpm. Karena kecepatan motor masih terhitung tinggi maka untuk mengurangi kecepatan tersebut, dilakukanlah penurunan kecepatan motor menggunakan sistem transmisi. Adapun sistem transmisi yang digunakan yaitu *gearbox*, sehingga kecepatan motor bisa diturunkan dari 1200 rpm menjadi 30 rpm. Dengan tujuan agar torsi yang didapatkan lebih besar.

Perhitungan Gaya Tekan pada Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik yang digunakan memiliki 2 silinder yang sistem kerjanya menggunakan Hukum Pascal [6]. Adapun sistem kerja Hukum Pascal yaitu, ketika sebuah gaya F_1 diberikan melalui tuas dongkrak untuk menekan silinder kecil A_1 , tekanan ini akan diteruskan oleh minyak ke segala arah. Berikut merupakan rumus Hukum Pascal dalam sebuah hidrolik.

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

Sehingga persamaan hukum Pascal dapat ditulis dengan persamaan yang terdapat pada di bawah ini.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Dari persamaan di atas kita dapat menentukan tekanan pada silinder kecil dengan perhitungan sebagai berikut.

$$r_1 = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}$$

$$r_2 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

Data r_1 dan r_2 diperoleh dari spesifikasi hidrolis 2 ton. Sehingga untuk mencari nilai A_1 dan A_2 dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$A_1 = \pi \times r_1^2 = 3,14 \times (0,01)^2 = \mathbf{0,000314 \text{ m}^2}$$

$$A_2 = \pi \times r_2^2 = 3,14 \times (0,05)^2 = \mathbf{0,00785 \text{ m}^2}$$

Setelah mendapatkan nilai A_1 dan A_2 maka selanjutnya mencari nilai F_2 yang menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$F_2 = m \times g$$

Dengan demikian berdasarkan dari persamaan di atas didapatkan gaya hidrolis sebagai berikut.

$$F_2 = m \times g = 2000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s} = \mathbf{19.600 \text{ N}}$$

Setelah mendapatkan nilai F_2 , maka selanjutnya dicari nilai F_1 dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot A_1}{A_2} = \frac{19.600 \text{ N} \times 0,000314 \text{ m}^2}{0,00785 \text{ m}^2} = \mathbf{784 \text{ N}}$$

Nilai F_1 yang didapatkan digunakan untuk menghitung nilai torsi.

Perhitungan Gaya Tuas

Tahap selanjutnya adalah perhitungan gaya tuas (F_T). Adapun penyelesaiannya menggunakan persamaan di bawah ini.

$$F_T = \frac{F_2 \times L_b}{L_K} = \frac{19.600 \text{ N} \times 4,6 \text{ cm}}{66,1 \text{ cm}} = \mathbf{1.363 \text{ N}}$$

Setelah mendapatkan nilai gaya tuas maka tahap selanjutnya yaitu perhitungan torsi.

Perhitungan Torsi Pada Poros Engkol

Torsi merupakan kemampuan puntir yang diberikan pada suatu benda, sehingga menyebabkan benda berputar. Adapun penyelesaiannya menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$T = F \times r = 784 \text{ N} \times 35 \text{ mm} = 27440 \text{ N.mm} = \mathbf{27,44 \text{ N.m}}$$

Dalam penyelesaian di atas perhitungan torsi yang didapatkan dengan menggunakan perbedaan jarak diameter poros engkol. Adapun hasil dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Torsi

Nilai $r = 35 \text{ mm}$	Nilai $r = 50 \text{ mm}$	Nilai $r = 75 \text{ mm}$	Nilai $r = 85 \text{ mm}$
27,44 N.m	39,20 N.m	58,80 N.m	66,64 N.m

Tabel 1 menunjukkan hasil nilai torsi yang didapatkan dengan nilai r yang berbeda-beda, sehingga nilai torsi yang didapatkan juga ikut berbeda. Nilai torsi didapatkan berbanding lurus dengan nilai r sehingga semakin besar nilai r maka nilai torsi yang didapatkan semakin besar.

Perhitungan Daya

Untuk menentukan nilai dari daya yang dihasilkan oleh poros engkol maka terlebih dahulu ditentukan besaran kecepatan sudut yang dihasilkan oleh poros engkol. Besaran kecepatan sudut yang dihasilkan dari putaran poros engkol yang terpasang pada *gearbox* dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$\omega = \frac{2 \times \pi \times n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \times 30 \text{ rpm}}{60} = 3,14 \text{ rad/s}$$

Setelah mendapatkan nilai putaran sudut poros engkol maka akan dilanjutkan perhitungan daya dengan penyelesaian menggunakan persamaan di bawah ini.

$$P = T \times \omega = 27,44 \text{ N.m} \times 3,14 \text{ rad/s} = 86 \text{ W}$$

Dari penyelesaian perhitungan daya yang didapatkan dengan menggunakan perbedaan torsi poros engkol. Adapun hasil dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya

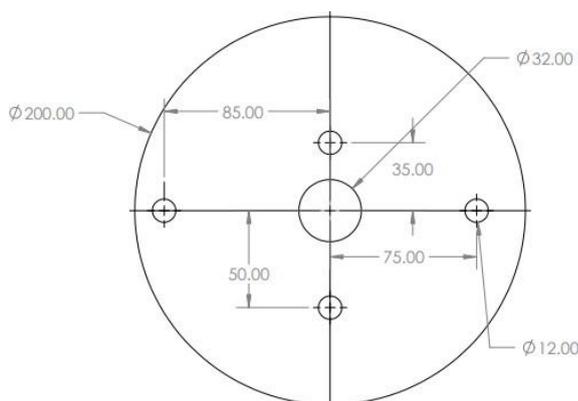
Nilai T = 27,44N.m	Nilai T = 39,20N.m	Nilai T = 58,80N.m	Nilai T = 66,64N.m
8 Watt	123 Watt	185 Watt	209 Watt

Tabel 2 menunjukkan hasil nilai daya yang didapatkan dengan torsi yang berbeda-beda sehingga nilai daya yang didapatkan juga ikut berbeda. Nilai daya didapatkan berbanding lurus dengan nilai torsi, sehingga semakin besar nilai torsi maka nilai daya yang didapatkan semakin besar.

2. Proses Pembuatan Poros Engkol

Pembuatan Poros Engkol

Engkol memiliki beberapa jenis bentuk. Dalam penelitian ini digunakan engkol berbentuk lingkaran. Dalam pembuatan engkol, besi pelat dipotong berbentuk lingkaran dengan luas lingkaran 200 mm, kemudian dibuatkan lubang poros di bagian tengah engkol dengan diameter 32 mm, yang akan dihubungkan langsung ke poros *gearbox*, selain lubang poros *gearbox* juga dibuatkan lubang poros dengan diameter 12 mm, dengan jarak yang bervariasi di antaranya 35 mm, 50 mm, 75 mm, dan 85 mm dari lubang poros *gearbox* ke poros tuas. Adapun gambar engkol sebagai berikut.



Gambar 1. Sketsa Poros Engkol

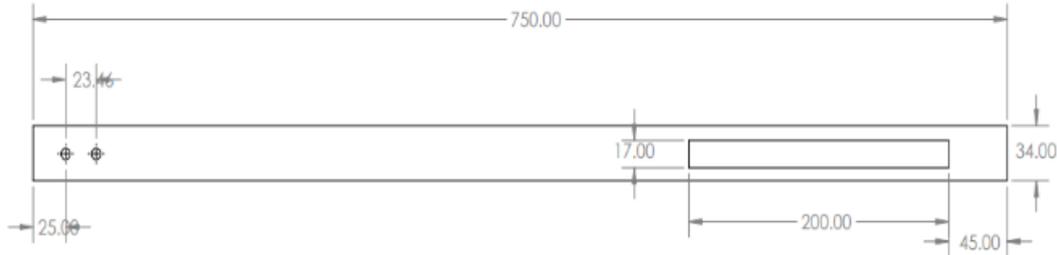


Gambar 2. Poros Engkol

Proses Pembuatan Tuas Penghubung

Tuas penghubung dibuat menggunakan besi *hollow* yang berbentuk persegi panjang, dengan ukuran panjang 750 mm, lebar 32 mm, tinggi 32 mm ketebalan 2 mm, di ujung besi dilubangi berbentuk

persegi panjang dengan ukuran, panjang 185 mm dengan lebar 14 mm, dan ujung lainnya dibuatkan 2 buah lubang sebagai penghubung tuas ke hidrolik yang berbentuk lingkaran dengan diameter masing-masing 7 mm.



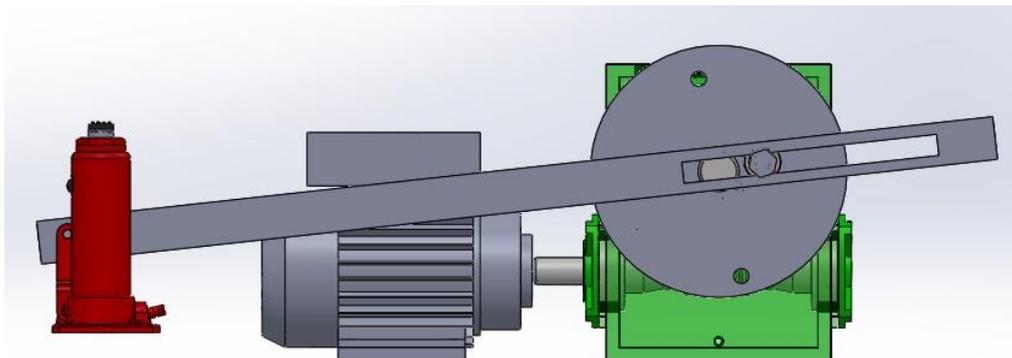
Gambar 3. Sketsa Tuas Penghubung



Gambar 4. Tuas Penghubung

Proses Penggabungan (Assembly)

Setelah pembuatan alat selesai maka alat tersebut digabungkan menjadi satu, yang di mana poros engkol dipasang ke poros *gearbox* kemudian dihubungkan ke tuas penghubung yang menggunakan *bearing* agar bisa bergerak naik turun, setelah poros terhubung dengan tuas, di sisi lain tuas dihubungkan langsung dengan hidrolik. Untuk penampakan alatnya seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5. Gambar Poros Engkol yang Telah Dipasang

IV. KESIMPULAN

Setelah mengamati dan menganalisis data yang diperoleh dari pengolahan data, maka ditarik beberapa kesimpulan berikut:

1. Prinsip kerja poros engkol. Motor akan memberikan gaya putar ke *gearbox* kemudian gaya putar diteruskan ke poros engkol sehingga poros engkol ikut berputar mengikuti putaran dari *gearbox*, kemudian di poros engkol, terpasang sebuah tuas penghubung yang terhubung langsung dengan –

- dongkrak hidrolik, sehingga ketika poros engkol berputar maka tuas penghubung akan bergerak dengan gerakan naik turun, sehingga hal tersebut dapat membuat dongkrak hidrolik bergerak.
2. Dalam perancangan poros engkol diperlukan sebuah desain poros engkol, yang di mana desain poros engkol pada penelitian ini menggunakan *software solidworks*.
 3. Setelah melakukan perhitungan torsi pada poros engkol dengan variasi jarak yang berbeda-beda maka didapatkan hasil torsi yang bervariasi, di mana dengan jarak poros 35 mm didapatkan torsi 27,44 N.m, pada jarak poros 50 mm didapatkan torsi 39,20 N.m, pada jarak 75 mm didapatkan torsi 58,80 N.m, dan pada jarak poros 85 mm torsi yang didapatkan adalah 66,64 N.m, dalam hal tersebut dapat dilihat bahwa semakin jauh jarak yang digunakan maka torsi yang didapatkan semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT., semua keluarga penulis, tenaga pendidik dosen maupun staf-staf lainnya, dan juga mahasiswa seluruh angkatan di Fakultas Teknik khususnya di Jurusan Teknik Mesin karena sudah memberikan dukungan, motivasi, pembelajaran dan mental kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik masa studi di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. R. Dantes and G. Aprianto, *Composites Manufacturing and Testing*, Edisi 1. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2017.
- [2] A. Apriliansyah, A. Suryawan, I M. Kastiawan, Supardi, "Rancang Bangun Mesin Uji Tarik dan Uji Bending Untuk Pengujian Bahan Komposit Polimer," *Publikasi Online Mahasiswa Teknik Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [3] D. Irawan and I. N. Gusniar, "Perancangan Poros Engkol dan Pin pada Genset STAR SPG 1600," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 16, no. 2, pp. 2–6, 2021.
- [4] F. Mananoma, A. Sutrisno, S. Tangkuman, "Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100 HP," *J. Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2018.
- [5] J. Aryoseto, *Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidolik*, Diploma [Thesis]. UNS, Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2010. [Online]. Available: Digilib UNS.
- [6] O. F. Subarkhah, *Rancang Bangun Mesin Dongkrak Hidrolik dengan Bantalan Luncur serta Sistem Elektriknya*, Diploma [Thesis]. Untag, Surabaya: Universitas 17 Agustus 1945, 2020. [Online]. Available: Repository Untag.