

Modifikasi Desain Mesin Uji Puntir Material Logam Dan Komposit

Reksi Bagaskara^{1*}, Muhamad Fitri¹⁾,

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana

*e-mail: 41317320014@student.mercubuana.ac.id

ABSTRAK

Pada umumnya modifikasi desain dilakukan karena adanya kebutuhan untuk menaikkan atau meningkatkan kapasitas maupun kinerja mesin. Mesin uji puntir adalah salah satu mesin yang digunakan untuk kegiatan praktikum mahasiswa teknik mesin di Universitas Mercubuana, sehingga mahasiswa dapat mengetahui sifat dan spesifikasi material logam dan komposit. Mesin uji puntir yang ada masih menggunakan *handle*/setir secara manual untuk proses gerakannya. Beda pengujian yang memutar *handle* maka akan menghasilkan kecepatan putar yang berbeda juga, sehingga hasil yang didapat kurang akurat. Karenanya perlu dilakukan modifikasi terhadap mesin uji dengan menggunakan motor listrik agar putarannya lebih stabil sehingga hasil yang didapat lebih akurat. Sebelum dilakukan modifikasi mesin uji puntir, terlebih dahulu dilakukan modifikasi desain untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan. Software CAD (*Computer Aided Design*) digunakan dalam mendesain dalam software Autodesk Inventor. Pada mesin uji puntir ini dilakukan pergantian sistem penggerak, sehingga perlu adanya penambahan *emergency stop* untuk mematikan putaran motor listrik dalam kondisi darurat, jika memang diperlukan. Mesin uji puntir ini juga belum memiliki *cover* pelindung di area spesimen material yang sedang diproses puntir. Sehingga ada potensi serpihan spesimen berhamburan ke arah si pengujian yang dapat membahayakannya. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah mesin uji puntir dapat memberikan hasil pengujian lebih akurat serta lebih aman digunakan.

Kata kunci : *cover pelindung; ; emergency stop; mesin uji puntir; modifikasi desain; motor listrik.*

ABSTRACT

In general, design modifications are made because of the need to increase the machine's capacity and performance. The torsion testing machine is one of the machines used for practicum activities of mechanical engineering students at Mercubuana University so that students can find out the properties and specifications of metal and composite materials. Existing torsion testing machines still use the handle/steering wheel manually for the moving process. Different testers who rotate the handle will also produce different rotating speeds, so the results obtained are less accurate. Therefore, modifying the test machine using an electric motor is necessary to stabilize the rotation and get more accurate results. Before changing the torsion testing machine, design modifications are first carried out to minimize possible errors. CAD (Computer Aided Design) software is used in designing in Autodesk Inventor software. In this torsion test machine, the drive system is replaced, so it is necessary to add an emergency stop to turn off the rotation of the electric motor in an emergency if required. Also, this torsion testing machine does not have a protective cover in the specimen area of the twisted material. So there is a potential for specimen fragments to scatter towards the examiner, which can harm him. The expected results of this research are torsion testing machines that can provide more accurate test results and are safer to use.

Keywords : *design modification; electric motor; emergency stop; torsion test machine; safety cover.*

PENDAHULUAN

Pengujian mekanik material pada baja atau komposit sangat dibutuhkan untuk mengetahui spesifikasi dan sifat dari baja atau komposit yang digunakan. Salah satu pengujian untuk mengetahui

sifat mekanik dan karakteristik dari material yaitu dengan menggunakan metode pengujian puntir (Callister, 1991). Sistem kerja pada mesin uji puntir adalah kedua ujung material/spesimen dicekam, Cekaman pertama ditahan oleh *load cell*, agar tidak berputar mengikuti cekaman kedua, menjadi material

terpuntir hingga putus/patah (Faizal Kurniawan and Fajar Anggara, 2020).

Pengujian puntir merupakan jenis pengujian yang lebih spesifik dibandingkan pengujian tarik, pengujian kekerasan dan pengujian impak (Yuwono 2009). Kekuatan untir merupakan salah satu sifat mekanis material, yang mana secara umum sifat mekanis material sangat diperlukan untuk material yang digunakan untuk material struktur yang menahan beban (Fitri, Shahrudin Mahzan, et al. 2021) (Fitri, Anton Manalu, and Raya Meruya Selatan No 2019). Karenanya penelitian tentang sifat mekanis banyak dilakukan oleh peneliti bukan hanya pada material Baja (Fitri, Sukiyono, and Simanjuntak 2019) (Fitri 2020), akan tetapi juga pada material komposit (Fitri and Mahzan 2016). Ini disebabkan karena penggunaan material komposit saat ini semakin meluas menggantikan penggunaan material logam (Fitri and Mahzan 2020). Misalnya saja material komposit polimer. Jenis komposit ini hampir menggantikan komponen-komponen *automotive* mulai dari interior, *dashboard*, setir, bumper dan sebagainya (Fitri, S. Mahzan, and Anggara 2021).

Universitas Mercubuana memiliki mesin uji puntir dengan sistem penggerak masih menggunakan manual. Sehingga jika berbeda orang/penguji maka kecepatan putarannya yang dihasilkan juga berbeda, sehingga hasil data yang didapat dari pengujian mesin ini kurang akurat. Karenanya perlu dimodifikasi menggunakan motor listrik agar putarannya lebih stabil. Dan perlu adanya penambahan *emergency stop*, untuk mematikan putaran motor listrik dalam kondisi darurat, jika memang diperlukan.

Selain itu ada potensi serpihan spesimen berhamburan ke arah orang/penguji yang dapat membahayakan orang/penguji. Karenanya perlu adanya peningkatan keamanan pada mesin uji puntir tersebut, dengan menambahkan cover pelindung pada mesin uji ini. Sehingga lebih aman untuk digunakan.

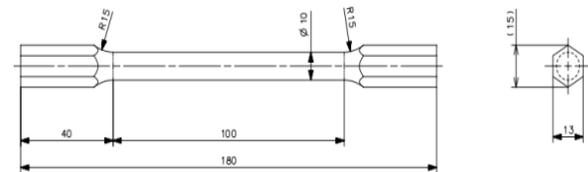
Sebelum dilakukan modifikasi pada mesin uji puntir, terlebih dahulu dilakukan modifikasi desain, untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan pada saat dilakukan modifikasi mesin tersebut. Untuk proses modifikasi desain ini *software* CAD yang digunakan adalah *Autodesk Inventor*.

METODE PENGUJIAN ALAT UJI PUNTIR TERDAHULU

Alat uji puntir yang ada di Lab. Material Universitas Mercubuana menggunakan metode pengujian standar ASTM E-143, standar ASTM E – 143 (*Standart Test Method for Shear Modulus at*

Room Temperatures) untuk menentukan modulus geser suatu material (Faizal Kurniawan and Fajar Anggara 2020; Kurniawan, Budiarto, and Pujo Mulyatno 2019).

Bahan spesimen digunakan dalam uji puntir untuk mengetahui kestabilan dari pembacaan data yaitu ST37. Ukuran spesimen dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini (Faizal Kurniawan and Fajar Anggara 2020; Kurniawan et al. 2019):



Gambar 1. Ukuran spesimen standar ASTM E-143

Material yang digunakan memiliki tegangan tarik spesimen (σ_s) sebesar 500 MPa, diameter spesimen (D_s) sebesar 10 mm, panjang spesimen (L_s) sebesar 100 mm dan tegangan geser spesimen sebesar $60\% \times \sigma_s$ yaitu 300 MPa. Sehingga torsi spesimen dapat ditentukan dari persamaan (1) berikut ini:

$$T_s = \frac{\pi}{6} \times \tau_s \times D_s^3 \quad \dots \quad (1)$$

$$T_s = \frac{3.14}{6} \times 300 \times 10^3$$

$$T_s = 58,875 \text{ N.mm}$$

Dimana:

T_s = Torsi spesimen (N.mm)

τ_s = Tegangan geser spesimen (MPa)

D_s = Diameter spesimen (mm)

Untuk faktor kermanan mesin (S_f) ditentukan sebesar 2, sehingga torsi maksimum (T_m) yang direncanakan untuk mematahkan spesimen tersebut dapat ditentukan dari persamaan berikut ini (Faizal Kurniawan and Fajar Anggara 2020) :

$$T_m = T_s \times S_f \quad \dots \quad (2)$$

$$T_m = 58,875 \times 2$$

$$T_m = 117,750 \text{ N.mm}$$

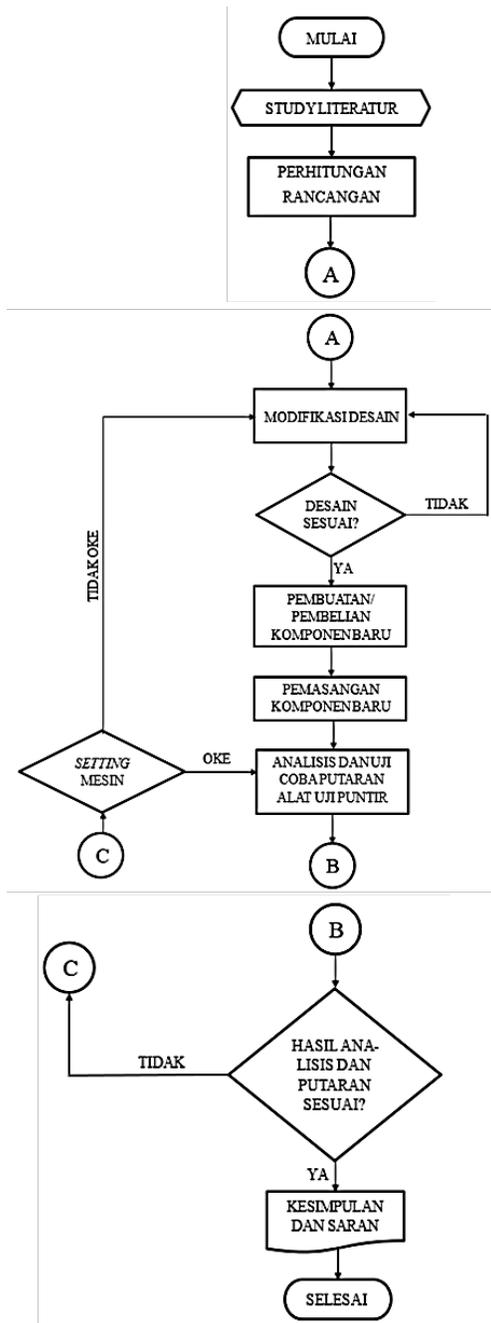
Dimana:

T_m = Torsi maksimum (N.mm)

S_f = *Safety faktor*

METODOLOGI PELAKSANAAN

Diagram alir proses modifikasi alat uji puntir memiliki dua belas proses seperti ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Diagram alir modifikasi alat uji puntir

PERHITUNGAN RANCANGAN SPESIFIKASI MOTOR

Proses perhitungan ini untuk mendapatkan spesifikasi pada motor. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jumlah putaran per menit pada motor yang dibutuhkan adalah (Sularso 1978):

$$n = \frac{(F \times 120)}{P} \dots (3)$$

Dimana:

F = Frekuensi (Hz)

P = Jumlah Kutub Gulungan (*Pole*)

Menghitung Daya pada motor (*HP*) yang dibutuhkan adalah

$$P = \frac{(T \times n)}{5252} \dots (4)$$

Menghitung torsi pada motor yang dibutuhkan adalah

$$T = \frac{(5252 \times P)}{n} \dots (5)$$

Menghitung jumlah putaran per-menit pada motor yang dibutuhkan adalah

$$n = \frac{(5252 \times P)}{T} \dots (6)$$

Dimana:

P = Daya dalam satuan HP (*Horse Power*)

T = Torsi pada motor (N.m)

n = Jumlah putaran rotasi motor (rpm)

5252 = Nilai ketetapan (konstanta) untuk daya motor satuannya HP

ALAT DIGUNAKAN

Untuk proses modifikasi desain alat uji puntir, alat dan spesifikasi yang digunakan untuk modifikasi desain alat uji puntir seperti terangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Spesifikasi Yang Digunakan

Nama Alat	Spesifikasi
Personal Komputer	<ul style="list-style-type: none"> • Merk/Type: Lenovo Ideapad 320-14ISK. • Processor: Intel® Core™ i3-6006U CPU @ 2.00 GHz (2 Cores, 4 Threads). • RAM: 1 X 4096 MB DDR4 (4 GB DDR4-2133 / Pc4 17000 on board) + 4GB RAM (TOTAL 8GB). • Hardisk: 1000 GB HDD.
CAD Software	Autodesk Inventor 2019

$$n_{rasio} = \frac{n_{motor}}{rasio_{gear\ head}}$$

$$n_{rasio} = \frac{1550}{12,5}$$

$$n_{rasio} = 124\ rpm$$

Kemudian setelah dirasio menggunakan *gear head*, dirasio lagi dengan *gear box* sebesar 1:60, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$n_{cekam} = \frac{n_{Gear\ Head}}{rasio_{gear\ box}}$$

$$n_{cekam} = \frac{124}{60}$$

$$n_{cekam} = 2,06\ rpm$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PERHITUNGAN PERANCANGAN

Komponen-komponen pada mesin uji puntir ini sebagian sudah memiliki hasil perhitungan. Berikut ini perhitungan perancangan dari motor.

Berdasarkan hasil perhitungan terdahulu (persamaa 2), torsi maksimum pada *specimen* baja ST37 sebesar 117,750 N.mm. Sehingga jumlah torsi yang dimiliki motor harus lebih besar dari nilai tersebut agar dapat digunakan untuk sistem penggerak pada mesin uji puntir. Untuk motor memiliki daya 90watt yaitu 0,120692 HP dengan jumlah putarannya adalah 1550 Rpm. Maka torsi pada motor adalah

$$T = \frac{5252 \times P}{n}$$

$$T = \frac{5252 \times 0,120692}{1550}$$

$$T = 0,4089\ N.M$$

$$T = 408,9\ N.mm$$

Sebelumnya 60 kali putaran pada *handle manual*, maka bila 1 rpm pada cekam, rotasi putaran motor dirasioikan dengan menggunakan *gear head* sebesar 1:12.5, dengan perhitungan sebagai berikut:

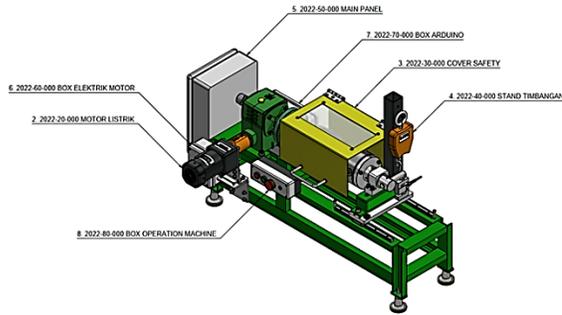
Sehingga jumlah putaran per menit pada cekam sebesar 2 rpm.

B. HASIL MODIFIKASI DESAIN PADA MESIN UJI PUNTIR

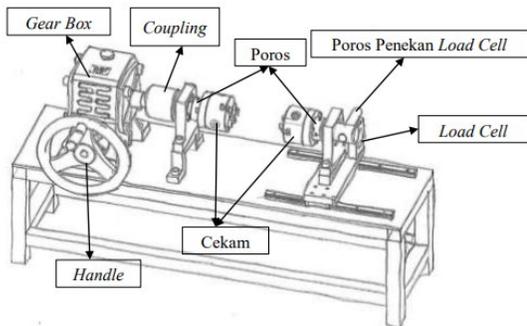
Hasil dari modifikasi desain ada komponen baru, komponen baru terdiri dari 8 posisi, seperti tertera pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Komponen Baru

No	Drawing No	Nama Posisi	Qty
1.	2022-10-000	Mesin uji puntir	1
2.	2022-20-000	Motor listrik	1
3.	2022-30-000	Cover safety	1
4.	2022-40-000	Stand timbangan	1
5	2022-50-000	Main panel	1
6	2022-60-000	Box elektrik motor listrik	1
7	2022-70-000	Box elektrik arduino	1
8	2022-80-000	Box operation machine	1



Gambar 3. Gambar mesin uji puntir sesudah dimodifikasi



Gambar 4. Gambar mesin uji puntir sebelum dimodifikasi

Berdasarkan hasil perhitungan motor listrik dan gear head, maka tipe dan spesifikasi motor listrik dan gear head yang digunakan mesin uji puntir adalah seperti tertera pada Tabel 3 dibawah ini (Lee Young Sik n.d.):

Tabel 3. Tipe motor listrik dan gear head

No	Nama Barang	Tipe	Merek
1	Motor	K9RP90FC	GGM
2.	Gear head	K9P12.5BH	GGM

Adapun spesifikasi motor listrik dan gear dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini (Lee Young Sik n.d.):

SPECIFICATIONS

90W 30 minutes rating, four poles

Model	Voltage (V)	Frequency (Hz)	Current (A)	Start T. (N·mm/Kg·Cm)	Rated T. (N·mm/Kg·Cm)	Speed (rpm)	Condenser (µF)
KSR090FU(-T, -TS)	100	50	2,07	0,56/5,5	0,676/6,75	1300	30
		60	1,97		0,56/5,5	1500	
	110	1,88	0,55/5,5	0,57/5,7	1550		
KSR090FU(-T, -TS)	60	50	0,9	0,55/5,5	0,705/7,05	1250	8
		60	1,1		0,57/5,7	1550	
KSR090FL(-T, -TS)	220	50	1	0,5/5	0,705/7,05	1250	7
		60	1,1		0,53/5,3	0,57/5,7	
	230	50	1,3	0,705/7,05	1250		
KSR090FC(-T, -TS)	230	50	1,1	0,6/6	0,705/7,05	1250	6
		60	1,1		0,57/5,7	1550	
KSR090FD(-T, -TS)	240	50	0,84	0,55/5,5	0,705/7,05	1250	6

* D : SHAFT SHAPE (S : STRAIGHT, P : PINION) * FU, FC which are in end of the model name is UL certified ones. UL FILE NO. E204632

RATED TORQUE OF GEARHEAD

50Hz

Model	Speed(rpm)	500	416	300	250	200	160	143	100	83	75	60	50	41	37	30	25	20	16	15	12,5	10	8,3	7,5	
Ratio		3	3,6	5	6	7,5	9	10	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200
KSR090FC(-T, -TS)		1,71	2,06	2,86	3,43	4,28	5,34	5,71	6,42	7,71	8,25	10,24	11,96	13,88	16,66	18,15	20	20	20	20	20	20	20	20	20
KSP0B, BF		1,71	2,09	2,86	3,43	4,28	5,14	5,71	6,42	7,71	8,25	10,24	11,96	13,88	16,66	18,15	20	20	20	20	20	20	20	20	20

60Hz

Model	Speed(rpm)	600	500	360	300	240	200	160	144	100	80	72	60	50	45	36	30	24	20	18	15	12	10	9	
Ratio		3	3,6	5	6	7,5	9	10	12,5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200
KSR090FC(-T, -TS)		1,39	1,69	2,38	2,77	3,46	4,36	4,62	5,19	6,23	7,48	8,31	9,35	11,22	13,48	14,96	17	20	20	20	20	20	20	20	20
KSP0B, BF		1,39	1,66	2,31	2,77	3,46	4,16	4,62	5,19	6,23	7,48	8,31	9,35	11,22	13,48	14,96	17	20	20	20	20	20	20	20	20

* Gearhead and decora gearhead are sold separately.
 * The code in □ of gearhead model is for gear ratio.
 * ■ color indicates that the output shaft of the geared motor rotates in the same direction as the output shaft of the motor. Others indicate rotation in the opposite direction.
 * If you are to have less ratio than the ratio in the table, you can reset the decimal gearhead, which has one tenth of the ratio, between the gearhead and the motor. In this case, the permissible torque is 20% of the rated torque.
 * RPM is based on motor's synchronous rpm (50Hz:1500rpm, 60Hz:1800rpm) and calculated by dividing gear ratio. Actual rpm is 2~20% less than indicating rpm according to load size.

Gambar 5. Spesifikasi motor listrik dan gear head

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil dan analisa pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa untuk tipe motor merk GGM 90 Watt memiliki torsi sebesar 408,9 Nmm dan output putaran pada gear head motor yaitu 124 rpm. Untuk cover specimen menggunakan material SPCC dengan ketebalan 2,3mm yang berfungsi untuk keamanan mesin uji puntir saat digunakan, karena serpihan spesimen dapat terpental kearah penguji saat spesimen patah. Dan untuk mesin uji puntir sudah memiliki timbangan gantung dengan berat maksimal 200 Kg yang berguna untuk membandingkan data torsi yang dihasilkan dari load cell dengan timbangan adalah sama.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas maka disarankan agar mesin uji puntir dapat menggunakan HMI (Human Machine Interface) agar lebih fleksibel ketika digunakan. Selain itu, untuk perancangan mesin uji puntir pada bagian frame atau meja, diharapkan dapat lebih memperhatikan faktor ketinggiannya, agar lebih ergonomis.

REFERENSI

- Willam Jr, D., & Callister, R. (1991). *Materials Science and Engineering*. Wiley.
- Kurniawan, F., & Anggara, F. Sistem Akuisisi Data Mesin Uji Puntir Berbasis Arduino Uno dan Microsoft Visual C. *ROTASI*, 22(3), 155-161.
- Fitri, M. (2020). Pengaruh Beban Lentur Pada Poros Stainless Steel Terhadap Siklus Kegagalan Fatik. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), 149.
- Fitri, M. Pengaruh Prosentase Serat Kelapa Sawit Terhadap Umur Fatik Beban Aksial Komposit Matriks Resin. *ROTASI*, 21(4), 215-223.
- Fitri, M., Mahzan, S., & Anggara, F. (2020). The Mechanical Properties Requirement for Polymer Composite Automotive Parts-A Review. *Institute for Research on Innovation and Industrial System (IRIS)*, 1(3), 125-133.
- Fitri, M., & Mahzan, S. (2016, November). The effect of fibre content, fibre size and alkali treatment to Charpy impact resistance of Oil Palm fibre reinforced composite material. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 160, No. 1, p. 012030). IOP Publishing.
- Fitri, M., & Mahzan, S. (2020). The Regression Models of Impact Strength of Coir Coconut Fiber Reinforced Resin Matrix Composite Materials. *International Journal of Advanced Technology in Mechanical, Mechatronics and Materials (IJATEC) Vol, 1*, 32-38.
- Fitri, M., Mahzan, S., Hidayat, I., & Nurato, N. (2021). The effect of coconut coir fiber powder content and hardener weight fractions on mechanical properties of an epr-174 epoxy resin composite. *SINERGI*, 25(3), 361-370.
- Fitri, M., Sukiyono, B., & Simanjuntak, M. L. (2019). Pengaruh Waktu Penahanan pada Perlakuan Panas Paska Pengelasan terhadap Ketangguhan Sambungan Las Baja. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(2), 80-86.
- Kurniawan, I., Budiarto, U., & Mulyatno, I. P. (2019). Analisa Kekuatan Puntir, Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Uji Metalografi Baja S45C Sebagai Bahan Poros Baling-Baling Kapal (Propellr Shaft) Setelah Proses Tempering. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4).
- Lee Young Sik. n.d. *Induction Motor 90w Specifications Rated Torque of Gearhead 90mm Lead Wire Type Terminal Box Type*.
- Sularso. 1978. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*.
- Yuwono, A. H. 2009. *Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material I Pengujian Merusak (Destructive Testing)*.