

PENGUJIAN PUNTIR MATERIAL ALUMINIUM A6061 DAN KUNINGAN C61400 MENGGUNAKAN ALAT UJI TORSI

Yusuf Ichwan Perdana^{1*}, Gatot Eka Pramono¹, Dwi Yuliaji¹

¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

*e-mail: yusuf.perdana37@gmail.com

ABSTRAK

Momen gaya (torsi) merupakan besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga mengakibatkan benda tersebut berotasi. Dari pengujian yang dilakukan, deformasi yang terjadi pada spesimen uji diukur dari perpindahan sudut puntir suatu titik di dekat ujung suatu benda, dibandingkan pada suatu titik elemen memanjang yang sama. Dari analisa hasil perhitungan untuk nilai modulus elastisitas geser (G) dengan spesimen uji kuningan C61400 sebesar $1,9953134328 \times 10^{-10}$ MPa pada sudut puntir 540° , sedangkan pada spesimen uji aluminium A6061 sebesar $4,845761194 \times 10^{-10}$ MPa pada sudut 180° . Untuk nilai tegangan geser maksimum spesimen uji kuningan C61400 sebesar 0,0004628009 Mpa pada sudut 1980° , sedangkan pada spesimen uji aluminium A6061 sebesar 0,0066289817 Mpa pada sudut 900° . Dan bentuk patahan pada semua material menghasilkan tegak lurus terhadap arah sumbu memanjang, jadi semua material tersebut tergolong logam liat atau material ulet. Tujuan penelitian ini adalah melakukan unjuk kerja alat uji torsi, dan melakukan pengujian momen puntir pada spesimen aluminium A6061, dan kuningan C61400. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan perputaran dan variasi material spesimen poros. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara menentukan putaran kecepatan motor sesuai dengan variasi kecepatan yang telah ditentukan, mengamati pengaruh kecepatan putaran terhadap deformasi spesimen poros.

Kata kunci : Momen puntir; Sudut puntir; Tegangan geser; Torsi

ABSTRACT

Moment of force (torque) is a quantity that states the magnitude of the force acting on an object causing the object to rotate. From the tests carried out, the deformation that occurs in the test specimen is measured from the displacement of the torsional angle of a point near the end of an object, compared to a point of the same longitudinal element. From the analysis of the calculation results for the value of the modulus of shear elasticity (G) with the C61400 brass test specimen of MPa at a torsional angle of 540° , while the A6061 aluminum test specimen is 4.845761194 MPa at an angle of 180° . For the maximum shear stress value for the brass test specimen C61400 is 0.0004628009 Mpa at an angle of 1980° , while the aluminum test specimen A6061 is 0.0066289817 Mpa at an angle of 900° . And the shape of the fracture in all materials produces perpendicular to the longitudinal axis direction, so all these materials are classified as clay metal or ductile materials. The purpose of this study was to perform the performance of the torsion test equipment, and to test the torsional moment on the aluminum A6061 and brass C61400 specimens. The research method used in this research is the experimental method. This research was conducted using Variation of rotation speed and variation shaft specimen material. The data collection process is carried out by determining the rotation motor speed according to variation predetermined speed, observing the effect of rotational speed on shaft specimen deformation.

Keywords: Torsion Moment; Twisting Angle; Shear Stress; Torque

1. PENDAHULUAN

Poros merupakan sebuah elemen mesin berbentuk silinder pejal yang berfungsi sebagai penerus daya dan tempat dudukan elemen-elemen seperti pully, sprocket, roda gigi, dan kopling. Selain itu poros juga berfungsi sebagai elemen-elemen penerus daya dan putaran dari penggerak mesin. Karena fungsinya tersebut maka poros dapat menerima beban lenturan, beban tarikan, beban tekan atau beban puntiran yang bekerja sendiri-sendiri atau berupa gabungan satu dengan lainnya.

Karakteristik suatu bahan sangat penting untuk diketahui sebelum merancang sebuah mesin karena dengan mengetahui karakteristik suatu bahan, maka faktor-faktor keamanannya akan lebih terjamin dan hasil rancangan akan lebih aman untuk dipergunakan. Kekuatan bahan ditentukan dengan cara menguji bahan tersebut, sehingga kekuatannya dapat diketahui.

Satu diantara pengujian yang dilakukan adalah pengujian puntir atau *torsion test* dengan menggunakan alat uji puntir. Alat uji puntir atau alat uji torsi adalah suatu alat yang dirancang untuk mengukur seberapa besar gaya puntir yang dapat dilakukan saat kita melakukan pengujian dari komponen. Caranya adalah dengan memuntir batang uji terus-menerus sampai batang uji itu putus atau mencapai jumlah puntiran yang ditentukan.

Dari hasil pengujian tersebut akan di dapatkan data berupa nilai rpm, sudut puntir dan ampere yang selanjutnya dapat dipergunakan untuk menghitung torsi, modulus elastisitas geser, tegangan geser, regangan geser dan *modulus of rupture*.

1. TINJAUAN PUSTAKA

Pada pengujian puntiran suatu material akan rusak karena material tersebut akan mengalami patahan, umumnya ini terjadi pada material yang getas, sedangkan pada material yang ulet patahan terjadi pada sudut tegak lurus terhadap sumbu puntiran setelah gaya pada arah sumbu terjadi dengan deformasi yang besar.



Gambar 1. Pengujian Puntir

Puntiran adalah suatu kondisi yang dialami oleh suatu benda oleh suatu benda (biasanya poros) dimana terjadi akibat adanya gaya yang bekerja berlawanan arah terhadap kedua ujungnya. Puntiran terjadi pada poros yang dipasang mati pada salah satu ujungnya dan pada ujung yang lain bekerja gaya yang mengakibatkan poros tersebut terpuntir. Diameter poros tidak akan berubah selama sudut puntir yang dialami poros relatif kecil.

Patahan karena puntiran yang terjadi pada bahan getas terlihat pada arah kekuatan tarik yaitu 45°C terhadap sumber puntiran sedangkan bahan yang liat patahan terjadi pada sumbu tegak lurus terhadap sumbu puntiran.

2.1. Pengujian Puntir

Pada *pengujian puntiran* suatu material akan rusak karena material tersebut akan mengalami patahan, umumnya ini terjadi pada material yang getas, sedangkan pada material yang ulet patahan terjadi pada sudut tegak lurus terhadap sumbu puntiran setelah gaya pada arah sumbu terjadi dengan deformasi yang besar.

Puntiran adalah suatu kondisi yang dialami oleh suatu benda oleh suatu benda (biasanya poros) dimana terjadi akibat adanya gaya yang bekerja berlawanan arah terhadap kedua ujungnya. Puntiran terjadi pada poros yang dipasang mati pada salah satu ujungnya dan pada ujung yang lain bekerja gaya yang mengakibatkan poros tersebut terpuntir. Diameter poros tidak akan berubah selama sudut puntir yang dialami poros relatif kecil.

Patahan karena *puntiran* yang terjadi pada bahan getas terlihat pada arah kekuatan tarik yaitu 45°C terhadap sumber puntiran sedangkan bahan yang liat patahan terjadi pada sumbu tegak lurus terhadap sumbu puntiran.

2.2. Pemilihan Bahan

Untuk mendapatkan fenomena uji puntir di lakukan beberapa pengujian pada setiap material berikut beberapa material pengujian.

2.2.1 Aluminium

Aluminium A6061 adalah jenis paduan aluminium,magnesium,silikon. Paduan dalam sistem ini memiliki kekuatan yang lebih kecil dibanding paduan lainnya yang digunakan sebagai bahan tempaan, tetapi sangat liat, sangat baik kemampuan bentuknya untuk penempaan. Berikut *table properties* aluminium:

Tabel 1. Material Properties Aluminium

Property	Variable	Value
Initial mass density	ρ_o	2.70 g/cm ³
Yield stress	σ_y	30.05 MPa
Young' modulus	E	70.6 GPa
Shear modulus	μ	27.9 GPa
Poison ratio	ν	0.279
Resistivity 25°	ρ_{Fe}	3.2396 $\mu\Omega\text{-cm}$
Resistivity temp. coeff.	α	0.0033 K
Specific heat temp. coeff.	β_1	4.94 J /Kg K
Specific heat temp. coeff.	β_2	2.96 J/Kg K
Molecular wt.	Mw	26. 982 gm/mole
Steinberg strength coeff.	β	100.0
Steinberg strength exponent	N	0.27

2.2.2 Kuningan

Kuningan suatu campuran antar tembaga dengan minimum 10% Seng (Zn), dan atau dengan logam lain juga. Sama dengan perunggu, maka kuningan pun ada yang dituang ada yang ditempa. Penggunaan dan sifat fisiknya dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 2. Material Properties Kuningan

Mechanical properties	
Hardness Rockwell F	70
Tensile strength, ultimate (MPa)	345
Tensile strength, yield (MPa)	135
Elongation at break (%)	60
Modulus of elasticity (GPa)	105
Poisson's ratio	0.346
Machinability (%)	60
Shear modulus (GPa)	39
Shear strength (MPa)	235

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi kecepatan perputaran dan variasi material spesimen poros. Proses pengambilan data dilakukan dengan cara menentukan putaran kecepatan motor sesuai dengan variasi kecepatan yang telah ditentukan, mengamati pengaruh kecepatan putaran terhadap deformasi spesimen poros.

4.HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung momen inersia polar (J)

a) Material aluminium A6061

$$j = \frac{\pi \cdot D^4}{32}$$

$$J = \frac{3,14}{32} \times 0,008^4 m$$

$$j = 4,02 \times 10^{-10} m^4$$

b) Menghitung tegangan geser (τ) perhitungan tegangan geser spesimen 1 material Aluminium A6061

Spesimen 1

$$\tau = \frac{T \cdot r}{j}$$

$$\tau = \frac{2.291,76 \cdot 0,0085}{4,02 \times 10^{-10}}$$

$$\tau = 4.845761194 \times 10^{10} \text{ MPa}$$

- c) Menghitung modulus elastisitas geser (G) perhitungan tegangan geser spesimen 1 material Aluminium A6061

Spesimen 1

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{T.L}{J.\theta}$$

$$G = \frac{2.291,76 .0.1m}{4,02 \times 10^{-10} m^4 .540}$$

$$G = 0,0000030785 \text{ MPa}$$

- d) Menghitung regangan geser (γ)

Spesimen 1

$$\gamma = \frac{\theta.r}{L}$$

$$\gamma = \frac{540 \times 0.0085 m}{0.1 m}$$

$$\gamma = 45,9 \text{ MPa}$$

- e) Perhitungan Tegangan Geser Maksimum (*modulus of rupture*)

Spesimen 1

$$\tau_u = \frac{3 \times Mmax}{2. \pi. a^3}$$

$$\tau_u = \frac{3 \times 2.291,76}{2.3,14.0,0085^3}$$

$$\tau_u = 0,0066289817 \text{ MPa}$$

4.2 Menghitung momen inersia pollar (J)

- a) Material kuningan C61400

$$J = \frac{\pi.D^4}{32}$$

$$J = \frac{3,14}{32} \times 0,008^4 m$$

$$j = 4,02 \times 10^{-10} m^4$$

- b) Menghitung tegangan geser (τ) perhitungan tegangan geser spesimen 2 material kuningan C61400

Spesimen 2

$$\tau = \frac{T.r}{j}$$

$$\tau = \frac{2.291,76 .0.0035}{4,02 \times 10^{-10}}$$

$$\tau = 1,9953134328 \times 10^{-10} \text{ MPa}$$

- c) Menghitung modulus elastisitas geser (G) perhitungan tegangan geser spesimen 2 material kuningan C61400

Spesimen 2

$$G = \frac{\tau}{\gamma} = \frac{T.L}{J.\theta}$$

$$G = \frac{2.291,76 .0.1m}{4,02 \times 10^{-10} m^4 .540}$$

$$G = 0,0000030785 \text{ MPa}$$

- d) Menghitung regangan geser (γ)

Spesimen 2

$$\gamma = \frac{\theta.r}{L}$$

$$\gamma = \frac{540 \times 0.0035 m}{0.1 m}$$

$$\gamma = 18,9 \text{ MPa}$$

- e) Perhitungan Tegangan Geser Maksimum (*modulus of rupture*)

Spesimen 2

$$\tau_u = \frac{3 \times Mmax}{2. \pi. a^3}$$

$$\tau_u = \frac{3 \times 2.291,76}{2.3,14.0,0035^3}$$

$$\tau_u = 0,0004628009 \text{ MPa}$$

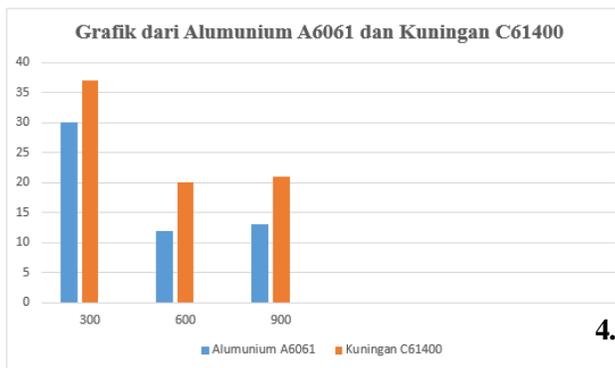
4.3 Hasil gaya pengujian terhadap perubahan spesimen

Pengujian dilakukan dengan mengikuti langkah – langkah prosedur tahapan pengujian, diberikan variable kecepatan perputaran motor dan spesimen poros pada saat pengujian. Pada tabel 4.1 dibawah menjelaskan data hasil pengujian :

Tabel 3. Pengaruh kecepatan putaran terhadap perubahan spesimen

No	Material pengujian	Kecepatan putaran (RPM)	Waktu	Deformasi
1	Alumunium A6061	300	30 detik	Gambar.4.4
		600	12 detik	Gambar.4.5
		900	13 detik	Gambar.4.6
2	Kuningan C61400	300	37 detik	Gambar.4.8
		600	20 detik	Gambar.4.9
		900	21 detik	Gambar.4.10

4.3.1 Berikut adalah grafik dari Alumunium A6061 dan Kuningan C61400



Gambar 2. Grafik dari Alumunium A6061 dan Kuningan C61400

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa tegangan geser mulai naik sebesar $4.8457611940 \times 10^{10}$ MPa pada spesimen alumunium A6061 dan sedangkan tegeangan geser mulai naik sebesar $1,9953134328 \times 10^{-10}$ MPa pada spesimen kuningan C6140 sampai pada sudut puntir 270°, titik tersebut merupakan titik elastis material. Kemudian material mengalami penurunan kekuatan pada titik luluhnya yang pada akhirnya putus pada sudut puntir 285°, karena material sudah tidak mampu lagi menahan tegangan geser.

Dari grafik di atas dapat terlihat bahwa modulus elastisitas pada pengujian alumunium A6061 sebesar 0,0000030785 MPa pada sudut puntir 45° dan sedangkan modulus elastisitas pada pengujian kuningan C61400 sebesar 0,0000030785 pada sudut puntir 45°, kemudian mengalami penurunan

terus menerus sampai material patah pada sudut puntir 297°.

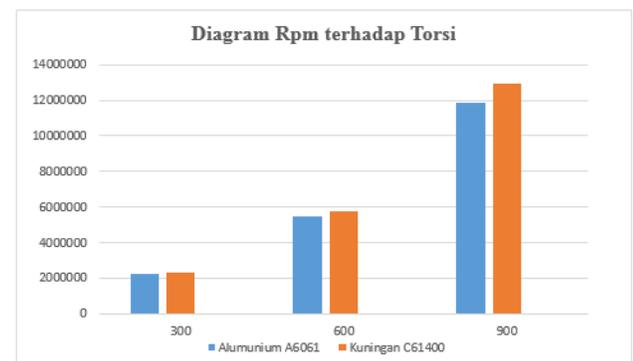
Dari grafik di atas dapat terlihat bahwa modulus elastisitas pada pengujian alumunium A6061 sebesar 0,0000030785 MPa pada sudut puntir 45° dan sedangkan modulus elastisitas pada pengujian kuningan C61400 sebesar 0,0000030785 pada sudut puntir 45°, kemudian mengalami penurunan terus menerus sampai material patah pada sudut puntir 297°.

Dari grafik di atas dapat terlihat bahwa regangan geser pada pengujian alumunium A6061 sebesar 45,9 MPa pada sudut puntir 30°, dan sedangkan regangan geser pada pengujian kuningan C61400 sebesar 18,9 MPa kemudian mengalami kenaikan terus menerus sampai material patah pada sudut puntir 310°.

4.4 Hasil torsi yang terjadi disaat spesimen patah sebagai berikut:

Tabel 4. Torsi yang terjadi disaat spesimen patah

Bahan	Rpm	Daya	Torsi
Alumunium A6061	300	80	2.260.800 N.m
	600	97	5.482.440 N.m
	900	140	11.869.200 N.m
Kuningan C61400	300	83	2.345.580 N.m
	600	102	5.765.040 N.m
	900	153	12.971.340 N.m



Gambar 3. Diagram Rpm terhadap Torsi

Dari grafik di atas torsi patah yang terjadi pada alumunium A6061 dengan rpm 300 dan daya 80 sebesar 2.260.800 N.m, sedangkan torsi patah yang terjadi pada alumunium

A6061 dengan rpm 600 dan daya 97 sebesar 5.482.440 N.m, dan torsi patah yang terjadi pada alumunium A6061 dengan rpm 900 dan daya 140 sebesar 11.869.200 N.m.

Dari grafik di atas torsi patah yang terjadi pada kuningan C61400 dengan rpm 300 dan daya 83 sebesar 2.345.580 N.m, sedangkan torsi patah yang terjadi pada kuningan C61400 dengan rpm 600 dan daya 102 sebesar 5.765.040 N.m, dan torsi patah yang terjadi pada kuningan C61400 dengan rpm 900 dan daya 153 sebesar 12.971.340 N.m.

4.5 Berikut adalah Gambar utuh dan patahan Alumunium A6061

Pada gambar 4 Merupakan material Alumunium A6061 sebelum dilakukan pengujian dengan ukuran panjang 8.5cm dan berdiameter 8.5mm.



Gambar 4. Alumunium Sampel Sebelum Pengujian

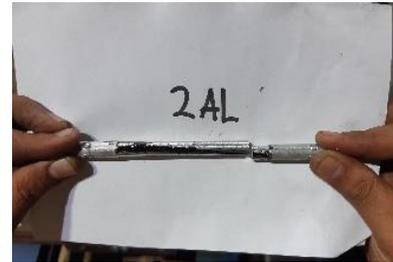
Dari material pengujian alumunium A6061 dengan kecepatan putaran 300 rpm menyebabkan patahan atau kerusakan yang terjadi pada spesimen yang di uji dapat disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi menghasilkan patahan pada waktu 37 detik pada gambar 5.



Gambar 5. Alumunium 300 Rpm

Dari material pengujian alumunium A6061 dengan kecepatan putaran 600 rpm menyebabkan patahan atau kerusakan yang

terjadi pada spesimen yang di uji dapat disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi menghasilkan patahan pada waktu 12 detik pada gambar 6.



Gambar 6. Alumunium 600 Rpm

Dari material pengujian alumunium A6061 dengan kecepatan putaran 900 rpm menyebabkan patahan atau kerusakan yang terjadi pada spesimen yang di uji dapat disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi menghasilkan patahan pada waktu 13 detik pada gambar 7.



Gambar 7. Alumunium 900 Rpm

4.6 Berikut adalah Gambar spesimen utuh dan patahan kuningan C61400:

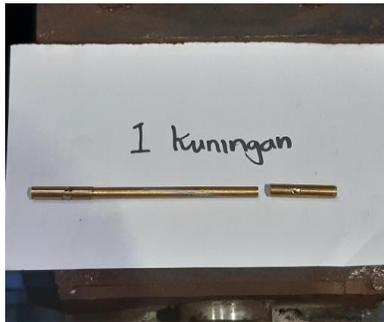
Pada gambar 8 Merupakan material Kuningan C61400 sebelum dilakukan pengujian dengan ukuran panjang 8.5cm dan berdiameter 7mm.



Gambar 8. Kuningan Sampel Sebelum Pengujian

Dari material pengujian kuningan C61400 dengan kecepatan putaran 300 rpm menyebabkan patahan atau kerusakan yang terjadi pada spesimen yang di uji dapat

disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi menghasilkan patahan pada waktu 13 detik pada gambar 9.



Gambar 9. Kuningan 300 Rpm

Dari material pengujian kuningan C61400 dengan kecepatan putaran 600 rpm menyebabkan patahan atau kerusakan yang terjadi pada spesimen yang di uji dapat disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi menghasilkan patahan pada waktu 20 detik pada gambar 10.



Gambar 10. Kuningan 600 Rpm

Dari material pengujian kuningan C61400 dengan kecepatan putaran 900 rpm menyebabkan patahan atau kerusakan yang terjadi pada spesimen yang di uji dapat disimpulkan bahwa tegangan yang terjadi menghasilkan patahan pada waktu 21 detik pada gambar 11.



Gambar 11. Kuningan 900 Rpm

5.KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisa terhadap pengujian puntir, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Pada pengujian puntir material aluminium A6061 menghasilkan nilai rata-rata maksimum, dengan inersia Pollar (J) = $4,02 \times 10^{-10} m^4$ pada semua sudut spesimen, tegangan geser(τ)= $4.8457611940 \times 10^{10}$ MPa pada sudut 180° , modulus elastisitas geser (G) = $0,0000030785$ MPa pada sudut 180° , regangan geser(γ)= $45,9$ MPa pada sudut 180° , dan modulus of rupture u)= $0,0066289817$ MPa pada sudut puntir 90° .

2) Pada pengujian puntir material kuningan C61400 menghasilkan nilai rata-rata maksimum, dengan inersia Pollar (J) = $4,02 \times 10^{-10} m^4$ pada semua sudut spesimen, tegangan geser(τ)= $1,9953134328 \times 10^{10}$ MPa pada sudut 180° , modulus elastisitas geser (G) = $0,0000030785$ MPa pada sudut 180° , regangan geser(γ)= $18,9$ MPa pada sudut 180° , dan modulus of rupture u)= $0,0004628009$ MPa pada sudut puntir 90° .

5.2 Saran

Berdasarkan hasil unjuk kerja alat uji torsi dan melakukan pengujian puntir terhadap spesimen aluminium A6061 dan kuningan C61400 maka saran yang perlu di perhatikan dalam berkelanjutannya agar lebih baik, disarankan untuk melakukan pengujian terhadap spesimen yang sama tetapi terlebih dahulu dilakukan *treatment* terhadap spesimen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, W., Asri, A., & Kurniawan, E. (n.d.). Analisis tegangan geser, momen dan tegangan lentur maksimum untuk pembuatan pisau pada rancang bangun mesin pemecah buah kakao kapasitas 2 ton/jam. *Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PIPT)*.
Isma Putra, B., Hidayat, A., & Purnama,

- J. (2012). *Elemen Mesin Untuk Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Khurmi, R., & Gupta, J. (2005). *A Textbook Of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
- Sukarnoto, T., & Soeharsono. (2017). Analisis Distribusi Tegangan Pada Kepala Baut Dengan Variasi Filet Menggunakan Metode Fotoelastisitas. *MESIN, Volume 9 Nomor 3*, 137-141.
- Sularso, & Suga, k. (1997). *Dasar perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Zainuri, A. M. (2008). *Kekuatan Bahan*. Yogyakarta: Andi