

Teknik Mesin

Analisis Kegagalan Rantai Timing Sepeda Motor Bebek Akibat Beban Tarik dengan Metode Tensile Test

Bhagaskara Teguh Samudra, Ade Irwan, Din Aswan Ritongan

Fakultas Teknik dan Komputer, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Harapan Medan, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 07 Maret 2023
Revisi Akhir: 17 Maret 2023
Diterbitkan *Online*: 29 Maret 2023

KATA KUNCI

Timing Chain; Tensile Test; Tensile Stress; Tensile Strain; Modulus of Elasticity

KORESPONDENSI

Phone: -

E-mail: bhagaskara.teguhsamudra@gmail.com

A B S T R A K

The timing chain is one of the components that play a major role in determining how the engine works by receiving rotation from the crankshaft. This rotation is useful for moving the camshaft which is located in the cylinder head. when the timing chain is loose it often gives an unexpected sound response that can cause the timing chain to quickly stretch. the timing chain will quickly stretch on a motorcycle that rarely gets new and fresh engine oil intake. lack of maintenance on engine oil will have an impact on many things. In addition to the timing chain which is easily loosened due to the lack of a lubricant formula in the engine oil, the research begins with finding and studying various supporting theories related to the strength and elongation of the timing chain. the method used in this research is the tensile test method using the UTM machine. universal testing machine. Material testing machine with a length of 26.5 mm. The research results have 5 specimens for the first specimen on the timing chain having a tensile stress with a value of 2,00 Mpa, a tensile strain with a value of 1,07 and a modulus of elasticity with a value of 1,86 Mpa. the second specimen on the timing chain has a tensile stress with a value of 1.4 Mpa, a tensile strain with a value of 1.07 and a modulus of elasticity with a value of 1.33 Mpa. The third specimen in the timing chain has a tensile stress with a value of 1.79 Mpa, a tensile strain with a value of 1.07 and a modulus of elasticity with a value of 1.67 Mpa. the fourth specimen in the timing chain has a tensile stress with a value of 1.96 Mpa, a tensile strain with a value of 1.15 and a modulus of elasticity with a value of 1.70 Mpa. the fifth specimen in the timing chain has a tensile stress with a value of 5.79 Mpa, a tensile strain with a value of 1. and a modulus of elasticity with a value of 5.79 Mpa.

PENDAHULUAN

Dalam penelitian ini penulisan hanya membahas tentang Rantai timing sepeda motor bebek dengan metode uji tarik (*Tensile Test*) sehubungan latar belakang permasalahan diatas adalah masalah pokok yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini adalah perhitungan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas sebuah rantai timing sepeda motor bebek. Tujuan penulisan tugas sarjana ini adalah untuk mengetahui nilai uji tarik rantai timing dengan metode uji tarik (*Tensile Test*) pada mesin uji tarik sebagai langkah awal penerapan (*Tensile Test*) melakukan analisis terhadap rantai timing sepeda motor bebek menjadi prioritas utama.

Sepeda motor merupakan satu dari berbagai sarana transportasi darat yang cocok digunakan untuk menjangkau berbagai daerah dan tempat terpencil dengan pertimbangan ongkos yang murah. Sepeda motor dapat dinaiki sendiri ataupun dengan penumpang dibelakangnya. Kekuatan suatu rantai timing kendaraan merupakan masalah yang sangat penting bagi pada performa kendaraan. rantai timing yang mengalami akan membuat performa kendaraan menjadi menurun. Kekuatan suatu rantai timing sepeda motor dapat dianalisa pada saat berjalan dengan analisa gaya terbesar pada kondisi jalan tanjakan [1].

Dilingkungan sekitar kita juga dapat dijumpai berbagai macam sepeda motor mulai dari motor sport, motor bebek dan juga motor matic. Untuk memicu kecepatan motor sport atau motor bebek juga harus didukung oleh kekuatan rantai timing. Kekuatan rantai timing merupakan hal yang harus kita perhatikan karena jika pemasangan rantai timing tidak sesuai maka performa mesin sepeda motor juga tidak akan sempurna [2].

Rantai timing adalah salah satu komponen yang berperan besar dalam menentukan kerja mesin, bekerja dengan menerima putaran yang berasal dari camshaft yang terletak di cylinder head. Ketika rantai timing kendur seringkali memberikan respon bunyi yang tak terduga yang dapat mengakibatkan rantai timing cepat mengalami kemuluran. Rantai akan cepat mengalami kemuluran pada sepeda motor yang jarang mendapatkan asupan oli mesin baru dan segar. Kurangnya perawatan pada oli mesin akan berdampak pada banyak hal. Selain rantai timing yang mudah kendur karena kurangnya formula pelumas yang ada pada oli mesin. Penelitian diawali dengan mencari dan mempelajari berbagai teori penunjang yang berkaitan dengan kekuatan dan kemuluran rantai timing [3].

Dalam proses pembuatan (produksi) rantai timing, harus melewati beberapa tahap pengujian sebagai syarat agar lolos produksi, rantai timing melewati beberapa pengujian yaitu uji tarik, uji kemuluran, serta uji kelelahan. Pengujian kedua, yaitu tes tarik (tensile strength), alat yang dipakai universal tes [4].

Rantai timing alias adalah rantai yang menerima putaran dari camshaft. Putaran tersebut digunakan untuk menggerakkan camshaft di kepala silinder camshaft merupakan piranti yang berfungsi untuk mengatur beberapa klep mesin. Klep tersebut terdiri dari klep untuk gas masuk maupun yang keluar ke ruang bakar mesin [5].

Failur Analysis (Analisa Kegagalan) adalah suatu kegiatan yang ditunjukkan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan yang bersifat spesifik dari peralatan utama, peralatan pendukung dan perlengkapan instalasi pabrik. Jenis failur analysis pada material dapat berupa patahan, retakan, atau korosi. Kegagalan tersebut bisa berasal dari tahap manufaktur, pembuatan, perakitan atau pengoperasian yang tidak sesuai dengan desain. Dengan demikian diperlukan analisa kerusakan yang komprehensif yang bisa dimanfaatkan sebagai umpan balik dalam perbaikan desain, material, perlakuan panas dan sebagainya terhadap sistem atau komponen [6].

Analisa kegagalan merupakan salah satu teknik analisa yang saat ini berkembang. Tujuan analisa ini adalah untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan yang spesifik dan peralatan, perlengkapan, proses dan material baku yang digunakan serta untuk menentukan tindakan pencegahan agar kerusakan tidak terulang. Untuk jangka pendek diharapkan dapat memperbaiki design dan memperbaiki proses serta metoda fabrikasi, sedangkan untuk jangka panjangnya dapat dipakai pengembangan material dan sebagai metoda mutakhir untuk evaluasi dan memprediksi performance material serta untuk memperbaiki sistem pemeliharaan [7]. Faktor yang berhubungan dengan analisa kegagalan biasanya disebabkan oleh 4 faktor yaitu:

1. Seleksi material kegagalan yang terjadi karena seleksi material yang terburu-buru, merupakan hal yang sering terjadi pada plastik atau industri lainnya. Data pemilihan material yang tidak mencukupi atau tidak lengkap.
2. Desain kriteria yang meleset dari kondisi operasi yang sebenarnya beban, lingkungan, suhu operasi.
3. Proses forming dapat menimbulkan tegangan sisa, retak mikro. Maching dan grinding juga menimbulkan tegangan sisa dan permustantegangan akibat kekasaran permukaan. Heat treatment dapat menyebabkan dekarburisasi (permukaan baja menjadi lunak) distorsi dan bahkan retak akibat proses celup cepat (quenching).
4. Kondisi service merupakan sudah ada label peringatan mengenai keamanan dan intruksi penggunaan, kegagalan karena kondisi service seringkali terjadi pada produk. Lima katagori service yang tidak disegaja antara lain:
 - a. Pemakaian produk yang tidak tepat.
 - b. Penggunaan produk melebihi masa penggunaan (life time).
 - c. Kegagalan karena kondisi service melebihi penggunaan yang sesuai.
 - d. Aplikasi simultan dari stress [8].

Uji tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang seimbang. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Salah satu cara untuk mengetahui besaran sifat mekanik dari logam adalah dengan uji tarik. Sifat mekanik yang dapat diketahui adalah kekuatan dan elastisitas dari logam tersebut[9]. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Nilai kekuatan dan elastisitas dari material uji. Pengujian tarik ini dilakukan untuk

mengetahui sifat-sifat mekanis suatu material, khususnya logam diantara sifat-sifat mekanis yang dapat diketahui dari hasil pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Modulus elastisitas adalah ukuran kekuatan suatu bahan, makin besar modulus elastisitasnya maka makin kecil regangan elastis yang dihasilkan akibat pemberian tegangan. Modulus elastis suatu bahan ditentukan oleh gaya ikatan antar atom pada bahan tersebut. Karna gaya ini tidak dapat diubah tanpa terjadi perubahan mendasar sifat bahannya, maka modulus elastis merupakan salah satu dari banyak sifat mekanik yang tidak mudah diubah. Sifat ini hanya sedikit berubah oleh adanya penambahan paduan, perlakuan panas atau pengerjaan dingin. Modulus elastis biasanya diukur pada suhu tinggi dengan metode dinamik. Pada tegangan tarik rendah terdapat hubungan linear antara tegangan dan regangan dan disebut daerah elastis, pada daerah ini berlaku hukum hooke.
2. Batas proporsional adalah tegangan maksimum elastis bahan, sehingga apabila tegangan-regangan yang diberikan tidak melebihi proporsional, bahan tidak akan mengalami deformasi dan akan kembali ke bentuk semula.
3. Batas elastis adalah tegangan terbesar yang masih dapat ditahan oleh suatu bahan tanpa terjadi regangan sisa permanen yang terukur pada saat beban ditiadakan dengan bertambahnya ketelitian pengukuran regangan, nilai batas elastisnya menurun hingga suatu batas yang sama dengan batas elastis sejati yang diperoleh dengan cara pengukuran tegangan mikro.
4. Kekuatan luluh adalah tegangan yang dibutuhkan untuk menghasilkan sejumlah kecil deformasi plastis yang ditetapkan.
5. Tegangan tarik maksimum adalah beban tarik maksimum yang dapat ditahan material sebelum patah.
6. Kekuatan tarik biasanya ditentukan dari suatu hasil pengujian tarik adalah luluh (*yield strength*) merupakan titik yang menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis.

Pengujian tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Karena dengan pengujian tarik dapat diukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan. Pengujian tarik ini dapat merupakan salah satu pengujian yang penting untuk dilakukan, karena dengan pengujian ini dapat memberikan berbagai informasi mengenai sifat-sifat logam. Dalam bidang industri diperlukan pengujian tarik ini untuk mempertimbangkan faktor metalurgi dan faktor mekanis yang tercakup dalam proses perlakuan terhadap logam jadi, untuk memenuhi proses selanjutnya. Oleh karena pentingnya pengujian tarik ini, kita sebagai mahasiswa metalurgi hendaknya mengetahui kekuatan tarik, kekuatan luluh, keuletan, modulus elastisitas, ketangguhan, dan lain-lain. Pada pengujian tarik ini kita juga harus mengetahui dampak pengujian terhadap sifat mekanis dan fisik suatu logam. Dengan mengetahui parameter-parameter tersebut maka dapat data dasar mengenai kekuatan suatu bahan atau logam [10].

METODOLOGI

Mesin uji tarik digunakan untuk mendapatkan nilai tegangan dan regangan dari suatu material. Alat uji tarik adalah sebuah mesin yang digunakan untuk pengujian tegangan tarik pada bahan atau material. Cara penggunaan *Universal testing Machine* adalah dengan memberikan gaya tarik keatas dan kebawah secara bersamaan terhadap material yang sedang diuji [11].



Gambar 1. Alat uji Tarik

Tegangan tarik

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

Dimana

σ = Tegangan Tarik

F = Gaya pada Elongasi Maksimum

A = Luas Penampang Spesimen yang Tidak Mengalami Regangan [12].

Regangan

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L}$$

Dimana:

ε = Regangan

L_1 = Pertambahan Panjang

L_0 = Panjang mula-mula [13].

Modulus Elastisitas

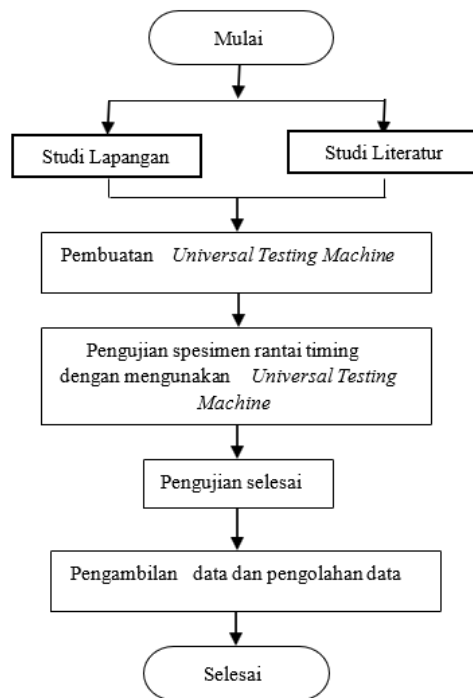
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas

σ = Tegangan

ε = Regangan [14].



Gambar 2. Kerangka Kerja

1. Studi lapangan dan Studi literatur
Melakukan pengumpulan sumber informasi secara abstrak ataupun penelitian terdahulu sebagai acuan akan digunakan untuk referensi dalam melakukan pengujian.
2. Pembuatan *Universal Testung Machine* Melakukan pembuatan alat uji tarik di Laborotorium Teknik Mesin Universitas Harapan Medan.
3. Pengujian spesimen rantai timing dengan menggunakan *Universal Testing Machine* Melakukan pengujian berupa pengujian tarik.
4. Pengambilan data dan pengolahan data Melakukan analisa dan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan.

Adapun langkah-langkah kerja uji tarik (*tensile test*) yaitu, langka-langkah tegangan (*stress*) regangan (*strain*) dan elastisitas (*deformasi*) pengujian kekuatan tarik (*tensile*) dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dari material rantai timing yang digunakan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Harapan Medan. Pengujian tarik dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penyetelan mesin uji tarik.
2. Memasang rantai timing pada mesin uji tarik. Pencekam (grip) berfungsi untuk menahan spesimen uji tarik dan pastikan terkait dengan rapat agar tidak terlepas dan terjadi kesalahan pada proses pengujian seperti gambar 3.



Gambar 3. Rantai Timing Dengan Cekam

3. Menjalankan mesin uji tarik (*Tensile Test*).
4. Setelah patah hentikan proses penarikan secepatnya.
5. Melepaskan spesimen uji tarik dari jepitan pencengkam.
6. Setelah selesai matikan uji tarik (*Tensile Test*).
7. Memastikan semua data telah diperoleh agar dapat dilanjutkan dengan proses analisa data, mesin uji tarik berjalan secara manual sehingga spesimen uji tarik mencapai batas optimal hingga patah, alat ini akan terus berjalan. Karena itu diperlukan operator yang selalu berada di sisi mesin untuk mengontrol proses pengujian tarik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil proses pengujian ini yang dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian ini menggunakan mesin *Universal Testing Machine*, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan tingkat ke elastistas dari matrial rantai timing [15].

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium teknik mesin di universitas teknik dan komputer harapan medan. Pengujian tarik ini dilakukan guna mengetahui kekuatan, serta elastisitas yang terjadi pada spesimen yang digunakan pada rantai timing sepeda motor. Dengan alat uji *Universal Testing Machine*, dengan kapasitas maksimum 3 Ton. Berikut ini adalah

gambar spesimen pengujian tarik pada saat setelah dilakukan pengujian tarik:

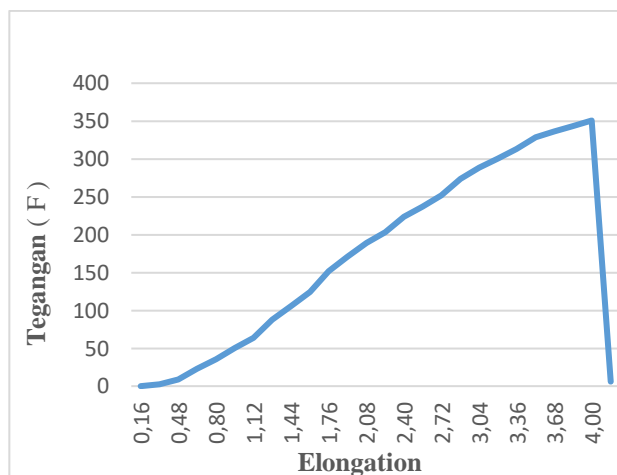


Gambar 4. Spesimen Setelah Pengujian

Tabel 1. Hasil Rata-rata Pengujian Rantai Timing

SPESIMEN	FORCE (N)	Lo (m)	Ao (m)	L1 (m)	A1 (m)
1	81,96	0,026	0,000408	0,054	0,7
2	51,78	0,026	0,00036	0,054	0,672
3	64,70	0,026	0,00036	0,054	0,672
4	51,78	0,026	0,000264	0,056	0,576
5	125,10	0,032	0,000216	0,064	0,6

Hasil uji tarik dari spesimen 1 yang dilakukan pengujian tarik didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 350,77 F, elongation sebesar 4,16 dengan pengujian tarik dilakukan sebesar 3000 kgf.



Gambar 5. Hasil Uji Tarik Spesimen 1.

Merupakan hasil pengujian dengan Universal Tensile Machine pada rantai timing spesimen 1, nilai hasil tegangan tarik 200.882,352 (2,00) Mpa. nilai hasil regangan 1,07. dan nilai hasil modulus elastisitas 1,86 Mpa didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

Stress

$$\sigma = \frac{F}{\Delta} = \frac{81,96}{0,000408}$$

$$= 200.882,352 (2,00) \text{ Mpa.}$$

Strain

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{0,054 - 0,026}{0,026}$$

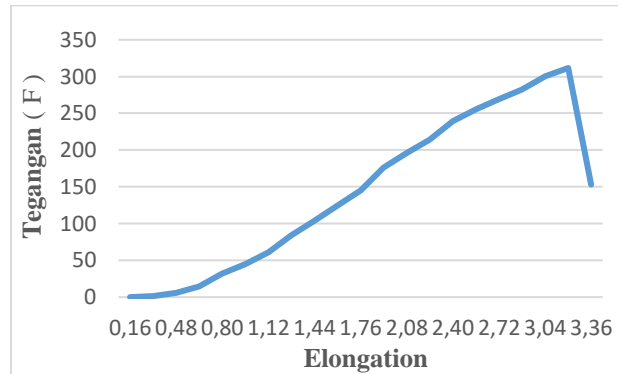
$$= \frac{0,028}{0,026}$$

$$= 1,07$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{2,00}{1,07} = 1,86 \text{ Mpa.}$$

Hasil uji tarik dari spesimen 2 yang dilakukan pengujian tarik didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 311,66 F, elongation sebesar 3,36 dengan pengujian tarik dilakukan sebesar 3000 kgf.



Gambar 6. Hasil Uji Tarik Spesimen 2.

merupakan hasil pengujian dengan Universal Tensile Machine pada rantai timing spesimen 2, nilai hasil tegangan 143.833,333 (1,43) Mpa. nilai hasil regangan 1,07. dan nilai hasil modulus elastisitas 1,33 Mpa. didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

Stress

$$\sigma = \frac{F}{\Delta l} = \frac{51,78}{0,00036} = 143.833,333 (1,43) \text{ Mpa.}$$

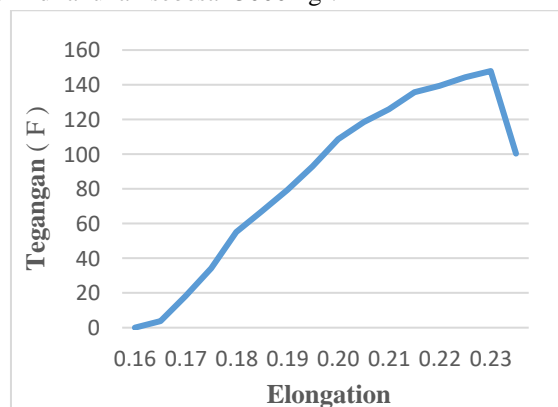
Strain

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{0,054 - 0,026}{0,026} = \frac{0,028}{0,026} = 1,07$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{1,43}{1,07} = 1,33 \text{ Mpa.}$$

Hasil uji tarik dari spesimen 3 yang dilakukan pengujian tarik didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 147,89 F, elongation sebesar 7,32 dengan pengujian tarik dilakukan sebesar 3000 kgf.



Gambar 7. Hasil Uji Tarik Spesimen 3.

Pada gambar 7 menunjukkan hasil pengujian dengan Universal Tensile Machine pada rantai timing spesimen 3, nilai hasil tegangan 179.722,22 (1,79) Mpa. nilai hasil regangan 1,07. dan nilai hasil modulus elastisitas 1,67 Mpa. didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

Stress

$$\sigma = \frac{F}{\Delta l} = \frac{64,70}{0,00036}$$

$$= 179.722,222 (1,79) \text{ Mpa.}$$

Strain

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{0,054 - 0,026}{0,026}$$

$$= \frac{0,028}{0,026}$$

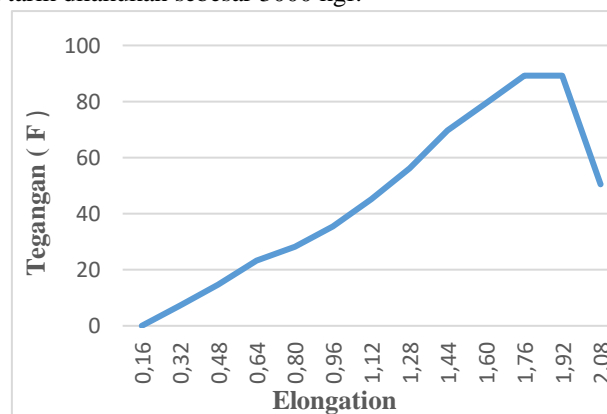
$$= 1,07$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,79}{1,07}$$

$$= 1,67 \text{ Mpa.}$$

Hasil uji tarik dari spesimen 4 yang dilakukan pengujian tarik didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 89,22 F, elongation sebesar 2,08 dengan pengujian tarik dilakukan sebesar 3000 kgf.



Gambar 8. Hasil Uji Tarik Spesimen 4

Pada gambar 8 menunjukkan hasil pengujian dengan Universal Tensile Machine pada rantai timing spesimen 4, nilai hasil tegangan 196.060,606 (1,96) Mpa. nilai hasil regangan 1,15. dan nilai hasil modulus elastisitas 1,70 Mpa. didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

Stress

$$\sigma = \frac{F}{\Delta l} = \frac{51,78}{0,000264}$$

$$= 196.060,606 (1,96) \text{ Mpa.}$$

Strain

$$\varepsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{0,056 - 0,026}{0,026}$$

$$= \frac{0,03}{0,026}$$

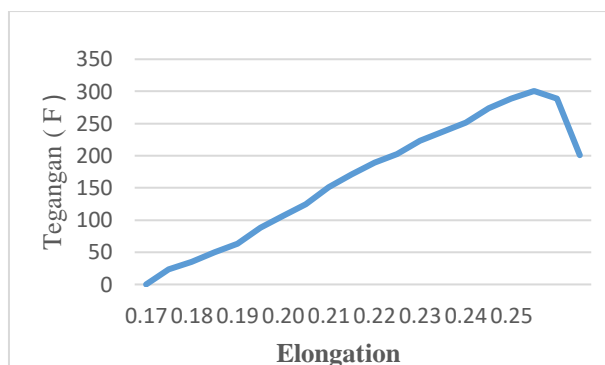
$$= 1,15$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{1,96}{1,15}$$

$$= 1,70 \text{ Mpa.}$$

Hasil uji tarik dari spesimen 5 yang dilakukan pengujian tarik didapatkan hasil tegangan tarik sebesar 300.66 F, elongation sebesar 10,32 dengan pengujian tarik dilakukan sebesar 3000 kgf.



Gambar 9. Hasil Uji Tarik Spesimen 5

Pada gambar 9 menunjukkan hasil pengujian dengan Universal Tensile Machine pada rantai timing spesimen 5, nilai hasil tegangan 579.166,66 (5,79) Mpa. nilai hasil regangan 1. dan nilai hasil modulus elastisitas 5,79 Mpa. didapatkan melalui perhitungan sebagai berikut:

Stress

$$\sigma = \frac{F}{\Delta l} = \frac{125,10}{0,000216}$$

$$= 579.166,666 (5,79) \text{ Mpa.}$$

Strain

$$\epsilon = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{0,064 - 0,032}{0,032}$$

$$= \frac{0,03}{0,026}$$

$$= 1.$$

Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{5,79}{1.}$$

$$= 5,79 \text{ Mpa.}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan metode tensile test terhadap rantai timing diperoleh kesimpulan: Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan pada spesimen 5, menunjukkan hasil tegangan tarik terebesar 5,79 Mpa. Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan pada spesimen 4, menunjukkan hasil regangan tarik terebesar 1,15. Dari hasil pengujian tarik yang telah dilakukan pada spesimen 5, menunjukkan hasil modulus elastisitas sebesar 5,79 Mpa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Massara and A. Wicaksono, "Peran Sepeda Motor Bagi Masyarakat Berpendapatan Rendah Di Kota Makassar," *J. Transp.*, vol. 18, no. 3, pp. 161–168, 2018, [Online]. Available: <https://journal.unpar.ac.id/index.php/journaltransportasi/article/view/3152>.
- [2] A. Kemal Pasha, R. Andra Putra, J. Teknik, and M. Fakultas, "Analisa Kemuluran Rantai Sepeda Motor Terhadap Usia Pemakaian Rantai," *Semin. Nas. Cendekiawan ke*, vol. 4, no. 0, pp. 15–19, 2018, [Online]. Available: <https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/semnas/article/view/3313>.
- [3] A. Wigraha, G. Widayana, J. Pendidikan, T. Mesin, and U. P. Ganesha, "Berjenis Timing Belt Dan Rantai Dengan Variasi Putaran Mesin Terhadap Torsi Dan Daya Kendaraan Pada Motor Vixion Tahun 2009," 2017.
- [4] H. Budiman, "Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja St37 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell," *J-Ensitemc*, vol. 3, no. 01, pp. 9–13, 2016, doi: 10.31949/j-ensitemc.v3i01.309.

- [5] D. Purnomo, "Rancang Bangun Alat Pelepas Dan Pemasangan Gear Cam Sproket Primer Pada Sepeda Motor (Studi Kasus Pada Yamaha Vega – R)," *J. CRANKSHAFT*, vol. 3, no. 2, pp. 7–14, 2020.
- [6] I. Syafa'at, "138239-ID-analisa-keausan-pada-rantai-sepeda-motor.pdf," *Momentum*, vol. 4, no. 1. pp. 37–42, 2008.
- [7] C. H. Woodford, "Fracture mechanics analysis," *Eng. Anal. using PAFEC Finite Elem. Softw.*, pp. 201–214, 2020, doi: 10.1201/9781482267372-17.
- [8] Qori, "E Lemen M Esin I."
- [9] A. Sastranegara, "Mengenal uji tarik & sifat-sifat mekanik logam," *Uji Tarik Dan Sifat Mek.*, vol. 1, pp. 1–5, 2009.
- [10] E. Koswara, H. Budiman, and N. Nandang, "Perancangan Mesin Uji Tarik Untuk Spesimen Aluminium Dengan Kapasitas 5 Ton," *J-Ensitec*, vol. 2, no. 02, pp. 17–19, 2016, doi: 10.31949/j-ensitec.v2i02.302.
- [11] J. Comaro, I. Malik, and . K., "Perancangan Dan Pengembangan Alat Uji Tarik Mini Berbasis Arduino Untuk Spesimen Non-Ferro," *Mach. J. Teknol. Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 55–61, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/machinery/article/view/2739>.
- [12] H. Umg and U. M. Gresik, "Uji Tarik By : Hidayat S . T ., M . Eng," no. June, 2020.
- [13] Suarsana, "Ilmu Material Teknik," *Univ. Udayana*, pp. 47–56, 2017.
- [14] G. S. Budi, "Pengujian Kuat Tarik Dan Modulus Elastisitas Tulangan Baja (Kajian Terhadap Tulangan Baja Dengan Sudut Bengkok 45?, 90?, 135?)," *J. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 1, 2011, doi: 10.26418/jtsft.v11i1.1070.
- [15] H. W. dan T. H. Ningsih, "DENGAN MATRIK POLYESTER TERHADAP SIFAT MEKANIK HASIL PENGUJIAN TARIK Hendra Wibowo Tri Hartutuk Ningsih Abstrak," *Jptm*, vol. 7, no. 3, pp. 93–99, 2018.