

PENGARUH KEDALAMAN ULIR TERHADAP KEKUATAN TARIK BENDA PADA PRODUK *THREADED BUSH* SECARA AKTUAL

Rachenia Harunni Nelvis, Ihsan Saputra*, Nurul Ulfah

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Batam, Jalan Ahmad Yani Batam Center, Batam 29461, Indonesia

*Corresponding author: ihsan@polibatam.ac.id

Article history

Received:

06-12-2021

Accepted:

13-05-2022

Published:

30-06-2022

Copyright © 2022
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Salah satu pengujian yang sering dilakukan di dunia industri, adalah uji tarik. Uji tarik merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menguji dan mengetahui kekuatan suatu bahan / material dengan cara memberikan beban / gaya pada produk yang digunakan dan diletakkan sesumbu dengan berlawanan arah. Pengujian ini menggunakan produk *threaded bush*, yang memiliki ukuran diameter luar 6,94 mm, panjang 44 mm, menggunakan tap $M5 \times 0,8$ dengan menggunakan material *Stainless Steel 316 L*. Produk tersebut mengalami perbedaan ukuran pada kedalaman panjang ulir yang dihasilkan dari mesin CNC, hal ini dikarenakan terjadinya ketidakstabilan pada mesin yang digunakan sehingga menghasilkan ukuran panjang ulir yang bervariasi. Ukuran panjang ulir tersebut yaitu, dengan panjang minimum rata – rata 8,40 mm dan maksimum mulai dari 14,40 sampai 18,40 mm. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kekuatan tarik (*tensile strength*) dan beban maksimum yang dihasilkan. Pengujian ini menggunakan dua kelompok yaitu, kelompok kontrol dan eksperimen. Produk tanpa ulir sebagai kelompok kontrol, dan produk yang memiliki variasi kedalaman sebagai kelompok eksperimen. Dari pengujian yang dilakukan diperoleh hasil, bahwa produk tanpa ulir memiliki beban dan kekuatan tarik yang paling tinggi, yaitu sebesar 1.570 kg dan 0.4153 kN/mm². Sedangkan pada kelompok eksperimen, produk ukuran 8,40 dan 14,40 memiliki beban maksimum dan kekuatan tarik yang paling tinggi sebesar, 1.558 kg dan 0,4121 kN/mm². Sedangkan produk ukuran 18,40 dan 14,40 memiliki beban dan kekuatan tarik yang paling rendah, sebesar 1.538 kg dan 0,4067 kN/mm².

Kata Kunci: Uji Tarik, Ulir, *Threaded Bush*

Abstract

One of the tests that are often carried out in the industrial world is the tensile test. Tensile test is the methods used to test and determine the strength of material by applying a load/force to the product used and placed on an axis in the opposite direction. This test uses a threaded bush product, which has an outer diameter of 6,94 mm, a length of 44 mm, using a $M5 \times 0.8$ tap using 316 L Stainless Steel material. The product has a difference size in the depth of the thread length produced by the CNC machine, this is due to the instability of the machine used, resulting in varying thread lengths. The length of the thread is, with average minimum of 8,40 mm and maximum ranging from 14,40 to 18,40 mm. The purpose of this research is to determine the (Tensile Strength) and the resulting maximum load. In this test, two groups were used, the control group and the experimental group. The product without thread as the control group, and the product with variations in depth as the experimental group. From the tests carried out, the results showed that the product without thread had the highest load and tensile strength, 1,570 kg and 0.4153 kN/mm². While in the experimental group, the product sizes 8.40 and 14.40 had the maximum load and the highest tensile strength of 1,558 kg and 0.4121 kN/mm². While the product sizes 18.40 and 14.40 have the lowest load and tensile strength, 1,538 kg and 0.4067 kN/mm².

Keywords: *Tensile Strength, Thread, Threaded Bush*

1.0 PENDAHULUAN

Dalam dunia industri terutama yang bergerak di bidang manufaktur, perancangan sebuah komponen mesin atau produk sangat diperlukan guna untuk menghasilkan produk yang sesuai dan aman [1]. Agar perancangan produk yang dihasilkan tidak mengalami kegagalan maka dibutuhkan penelitian terkait sifat mekanik dari suatu material yang digunakan. Kegagalan karena pembebanan dapat terjadi karena kesalahan dalam penentuan bentuk (rancangan awal) dan besar arah beban yang bekerja pada komponen tersebut [1]. Salah satu pengujian yang sering dilakukan di dunia industri, yaitu uji tarik. Uji tarik berguna untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material seperti kekuatan tarik. Pengujian tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan tes uji tarik [2]. Pada Gambar 1 merupakan mesin uji tarik yang digunakan untuk pengujian dan penelitian. Uji tarik merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menguji dan mengetahui kekuatan suatu bahan atau material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu dengan berlawanan arah [3]. *Tensile Strength* (Kekuatan Tarik) merupakan tegangan maksimal yang bisa ditahan pada sebuah benda / material, ketika benda tersebut ditarik dan diregangkan sebelum benda tersebut putus [4].



Gambar 1. Mesin Uji Tarik

Sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur pastinya membutuhkan mesin dan alat uji dalam setiap produksi. Seperti mesin uji tarik yang digunakan untuk mengetahui kualitas produk yang dihasilkan. Salah satu produk yang dihasilkan yaitu *Threaded bush*. *Threaded bush* merupakan suatu produk atau komponen yang digunakan untuk menghubungkan beberapa komponen lainnya. Pada kedua sisi *threaded bush*, komponen yang dihubungkan memiliki ulir luar dan memiliki lubang yang digunakan untuk mengaitkan tali. Uji tarik diperlukan untuk mengetahui salah satu sifat mekanik dari suatu material, yaitu tingkat kekuatan tarik material dan beban maksimum yang digunakan pada produk *Threaded bush* tersebut. Pengujian uji tarik ini dilakukan terhadap komponen produk *Threaded bush*, produk tersebut mengalami perbedaan ukuran pada panjang ulir yang dihasilkan dari mesin CNC, hal ini dikarenakan terjadinya ketidakstabilan pada mesin yang digunakan sehingga menghasilkan ukuran panjang ulir yang bervariasi. Untuk mengetahui ukuran panjang ulir

tersebut dapat diukur dengan menggunakan alat ukur *caliper*, sehingga data yang diperoleh yaitu, dengan panjang minimum rata – rata 8,40 mm dan panjang maksimum mulai dari 14,40 sampai 18,40 mm. Sedangkan ukuran yang harus dihasilkan yang sesuai dengan rancangan awal (*drawing*) yaitu dengan panjang ulir 14,00 mm. Akibat terjadinya perbedaan yang signifikan, sehingga produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan perancangan awalnya. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian terhadap produk tersebut. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu, untuk mengetahui seberapa besar tingkat kekuatan tarik (*Tensile Strength*) dan beban maksimum yang dihasilkan dari produk *threaded bush* tersebut terhadap perbedaan panjang ulir yang digunakan. Setelah melakukan uji tarik tersebut maka akan mendapatkan data berupa besar beban maksimum yang diterima dari produk tersebut. Batasan masalah dari pengujian ini, yaitu pada penelitian ini menggunakan jenis material logam (*Stainless Steel 316L*), mengetahui hasil besar beban (*load*) maksimum dan kekuatan tarik yang didapatkan dari mesin uji tarik, serta tiga kali pengujian dengan variasi kedalaman ulir 8,40 mm, 14,40 mm dan 18,40 mm secara aktual.

2.0 METODE

Produk yang digunakan merupakan hasil produksi dari mesin CNC *turning*, yaitu *threaded bush*. Dalam penelitian ini perbedaan panjang ulir yang dihasilkan digunakan sebagai parameter untuk melakukan pengujian pada mesin uji tarik. Parameter panjang ulir yang berbeda yaitu 8,40 mm, 14,40 mm dan 18,40 mm. Parameter yang digunakan merupakan hasil dari sortiran produk yang *reject*. Dari hasil produk *reject* tersebut memiliki ukuran rata – rata maksimum dari 14,40 sampai 18,40 mm sedangkan untuk hasil ukuran rata- rata minimum yaitu 8,40 mm. Pada saat proses uji tarik, benda akan diberikan gaya atau beban maksimum sesumbu dengan arah yang berlawanan secara terus menerus / kontinu hingga benda mengalami *break limit* (putus) [3]. Untuk mengetahui alur penelitian ini terdapat pada *flowchart* Gambar 2.



Gambar 2: Alur Penelitian.

Sebuah penelitian ataupun pengujian memerlukan beberapa tahap atau langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian. Dalam penelitian ini dimulai dari studi literatur untuk mencari berbagai sumber atau referensi. Sumber referensi yang digunakan diperoleh dari perusahaan dan internet berupa jurnal yang bisa dijadikan sebagai acuan atau landasan untuk melaksanakan penelitian ini.

2.1. Observasi Produk

Observasi produk dilakukan untuk menentukan produk yang akan diuji. Produk yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Threaded bush* yang menggunakan jenis material logam (*Stainless Steel 316L*) dengan memiliki kekuatan tarik sebesar 70 ksi. Pada Gambar 3 dan Gambar 4 merupakan spesifikasi dan produk yang akan digunakan. Dengan memiliki spesifikasi ukuran benda, panjang 44 mm, diameter luar 6,94 mm dan tap M5 x 0,8. Dari sketsa gambar yang diberikan produk tersebut memiliki lubang ulir yang berada di kedua sisinya, yang dimana maksudnya produk tersebut tidak memiliki ulir secara keseluruhan dari ujung ke ujung (tidak *full*). Sehingga memiliki bagian yang tidak terkena ulir di bagian tengah produk. Pada Gambar 5, merupakan jenis mesin CNC SR-20RIII yang digunakan dalam pembuatan produk *threaded bush*.



Gambar 3: Spesifikasi Produk



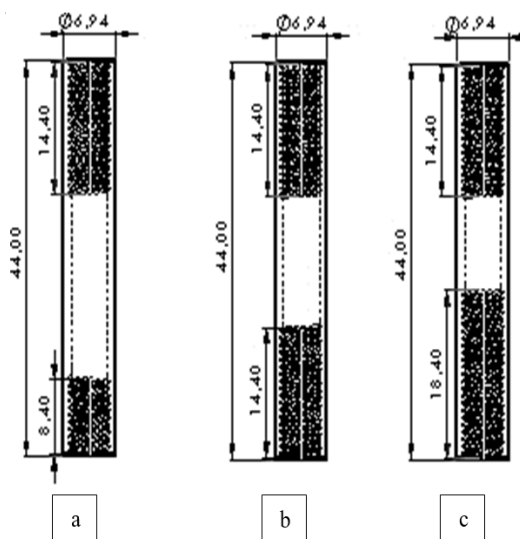
Gambar 4: Produk yang Akan Diuji



Gambar 5: Mesin CNC SR-20RIII

2.2. Mengukur Panjang Ulir

Setelah produk yang dihasilkan dari mesin CNC, maka panjang ulir yang dihasilkan diukur dengan *caliper*. Dalam penelitian ini menggunakan 3 parameter ukuran ulir yang berbeda – beda pada salah satu sisinya. Panjang ulir yang dihasilkan yaitu (8,40 mm dan 14,40 mm), (14,40 mm dan 14,40 mm), (18,40 mm dan 14,40 mm). Pengukuran panjang ulir tersebut dapat dilihat pada Gambar 6a, 6b, dan 6c.



Gambar 6: a. Panjang ulir 8.40 mm dan 14.40 mm
 b. Panjang ulir 14.40 mm dan 14.40 mm
 c. Panjang ulir 18.40 mm dan 14.40 mm

2.3. Persiapan Uji Tarik

Sebelum melakukan tes uji tarik, diperlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk membantu dalam proses uji tarik tersebut. Seperti: Mesin uji tarik, produk *threaded bush*, baut M5, *bail*, tali, *jig*, *threaded gauge*, spidol dan alat tulis lainnya. Seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7: Alat dan Bahan yang Digunakan

2.4. Pengujian Uji Tarik

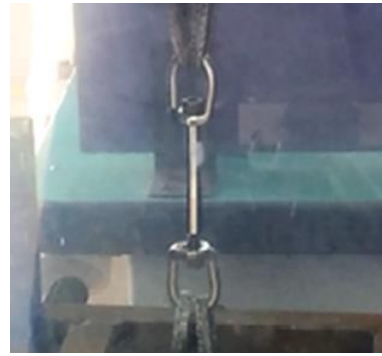
Dalam pengujian ini, standard yang digunakan mengacu pada standard JIS (*Japanese Industrial Standards*) Z 2201, yaitu standard untuk pengujian uji tarik, yang memiliki ketentuan diameter (*inside* dan *outside*) lebih dari 4 mm, lebar tidak lebih dari 25 mm, dan memiliki panjang benda setidaknya lebih dari 25 mm [1]. Sedangkan standar JIS B 0205, merupakan standar yang digunakan untuk ukuran ulir yang digunakan yaitu Tap M5 × 0.8. Mesin yang digunakan yaitu, mesin *tensile* yang memiliki *maximal load cell* sebesar 10 ton, sehingga mesin tersebut hanya bisa mencapai 10 ton dalam memberikan gaya maksimumnya. Langkah – langkah dalam pengujian ini mengikuti *manual book* dari PT. Jinfindo dengan menggunakan *standard management system* ISO 9001:2015. Berikut langkah – langkah pengujian uji tarik [5]:

1. Menyediakan benda atau produk yang akan di uji.
2. Menyediakan alat ukur seperti *caliper*.
3. Mengukur dimensi benda yang akan diuji seperti panjang produk, diameter luar, dan panjang ulir.
4. Menyambungkan dan menyalakan kabel data *load cell* 10 ton ke layar *load cell*. Seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8: Kabel Data Load Cell

5. Tekan tombol *turn on* dan *pump on* pada mesin uji tarik.
6. Mengatur posisi 0 (*zero*) pada layar *load cell*
7. Pasangkan baut M5 dan bail pada kedua ujung produk. Seperti yang terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9: Pemasangan Baut, *Bail*, dan Tali

8. Pasangkan benda atau produk pada jig dengan menggunakan tali yang telah disediakan.
9. Pasangkan kedua ujung benda secara tegak lurus pada mesin uji tarik. Seperti yang terlihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Posisi Benda Sebelum Diuji

10. Pastikan tekanan hidrolik nyala dan pintu tertutup.
11. Menyesuaikan kecepatan manual pada hidrolik dan *internal voltage* 0.1 ~ 10 volt.
12. Tekan tombol *start* pada *push button*.
13. Tekan tombol *on* pada *cylinder up* indicator, untuk menarik benda ke arah atas secara terus menerus/kontinyu.
14. Untuk menambah kekuatan pada tarikan, maka menggunakan *potensio internal voltage*.
15. Tekan tombol *cylinder up* lagi secara terus menerus, hingga benda mengalami putus (*break limit*).
16. Setelah benda putus, segera menekan tombol *stop* pada layar *load cell* di komputer.
17. Selanjutnya, maka akan muncul data *maximum load* yang dapat diterima oleh benda tersebut.

18. Mencatat hasil data *maximum load*.

19. Tekan tombol off pada mesin dan komputer.
20. Mengeluarkan benda dari mesin, lalu melepaskan benda dari *jig*, tali, *bail*, dan baut M5.
21. Membersihkan mesin dan alat yang sudah digunakan.
22. Menghitung kekuatan tarik dengan persamaan:
 - Tegangan / *Stress* (UTS) = Tegangan didapatkan dengan cara membagi beban maksimum terhadap luas penampang.

$$\sigma = \frac{P(\text{Beban max}) \text{ kN}}{A(\text{Luas Penampang}) \text{ mm}^2} \quad (1)$$

$$A = \text{Luas Penampang lingkaran} \quad (1)$$

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times 6,94 \times 6,94 = 37,808 \text{ mm}^2$$

- Regangan / *Strain* = Regangan didapatkan dengan cara membagi perubahan panjang akhir – panjang awal, lalu dibagi dengan panjang awal. Untuk regangan tidak memiliki satuan.

$$\epsilon = \frac{\Delta L (\text{Panjang akhir} - \text{panjang awal})}{L_0 (\text{Panjang Awal})} \quad (2)$$

ΔL = Panjang akhir – panjang awal

L_0 = Panjang akhir

3.0 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pada masing – masing ukuran yang berbeda. Hasil yang diperoleh dari 3 parameter ukuran yang berbeda yaitu, perbedaan beban maksimum dan kekuatan tarik yang diterima oleh produk *threaded bush*. Berikut foto setelah produk diuji tarik.



Gambar 11: Ukuran 8,40 dan 14,40 Setelah diuji tarik



Gambar 12: Ukuran 14,40 dan 14,40 Setelah diuji tarik



Gambar 13: Ukuran 18,40 dan 14,40 Setelah diuji tarik



Gambar 14: Tanpa Ulir

Dari hasil uji tarik yang dilakukan, didapatkan berupa data seperti, beban maksimum, tegangan dan regangan, yang didapatkan dari grafik uji tarik.

3.1. Hasil Data Beban Maksimum

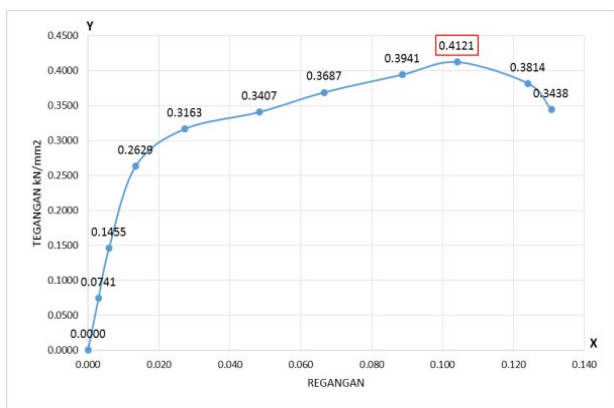
Tabel 1: Hasil Beban Maksimum

No.	Panjang Kedalaman <i>Tapping</i>	Hasil <i>Maximum Load</i> P (Kg) Beban		
		1	2	3
1.	Tanpa <i>Thread</i>	1.570	1.570	1.569
2.	8,40 mm dan 14,40 mm	1.556	1.558	1.558
3.	14,40 mm dan 14,40 mm	1.545	1.546	1.546
4.	18,40 mm dan 14,40 mm	1.538	1.538	1.537

Dari Tabel 1 hasil beban maksimum yang didapatkan, menunjukkan bahwa produk tanpa ulir memiliki beban maksimum sebesar 1.570 kg. Nilai beban maksimum dengan kedalaman ulir 8,40 dan 14,40 mm mengalami penurunan beban sebesar 12 kg terhadap produk tanpa ulir, pada kedalaman ulir 14,40 dan 14,40 mm juga mengalami penurunan beban sebesar 24 kg terhadap produk tanpa ulir, sedangkan pada kedalaman ulir 18,40 dan 14,40 mm juga mengalami penurunan sebesar 32 kg terhadap produk tanpa ulir.

3.2. Hasil Data Tegangan dan Regangan

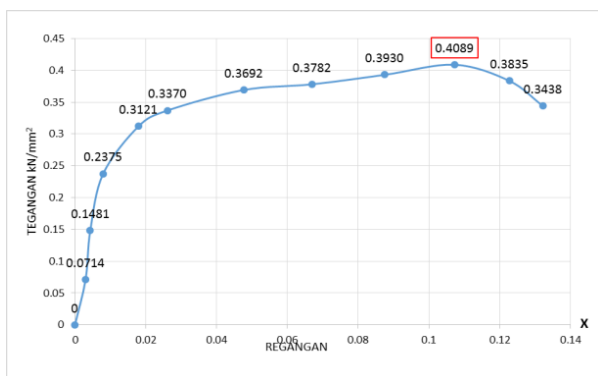
3.2.1 Data regangan dan tegangan 8,40 dan 14,40 mm



Gambar 15: Grafik Tegangan dan Regangan 8,40 dan 14,40 mm

Dari grafik diatas didapatkan data bahwa tegangan maksimal yang dihasilkan sebesar 0,4121 kN/mm² dan hasil regangan sebesar 0,130.

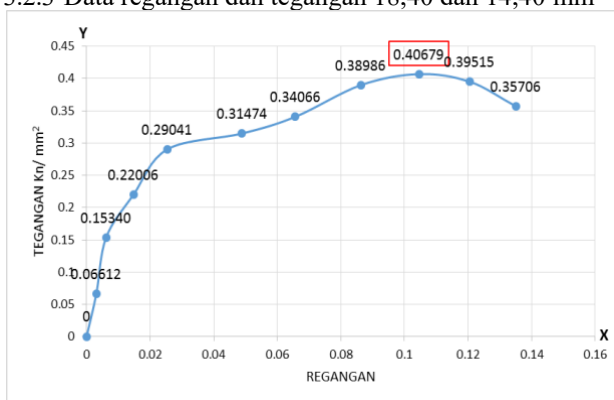
3.2.2 Data Regangan dan Tegangan 14,40 dan 14,40 mm



Gambar 16: Grafik Tegangan dan Regangan 14,40 dan 14,40 mm

Dari grafik pada Gambar 16 didapatkan data bahwa tegangan maksimal yang dihasilkan sebesar 0,4089 kN/mm² dan hasil regangan sebesar 0,132.

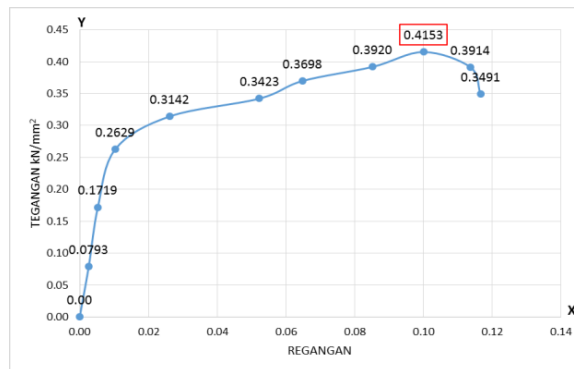
3.2.3 Data regangan dan tegangan 18,40 dan 14,40 mm



Gambar 17: Grafik tegangan dan regangan 18,80 dan 14,40 mm

Dari grafik pada Gambar 17 didapatkan data bahwa tegangan maksimal yang dihasilkan sebesar 0,4067 kN/mm² dan hasil regangan sebesar 0,135.

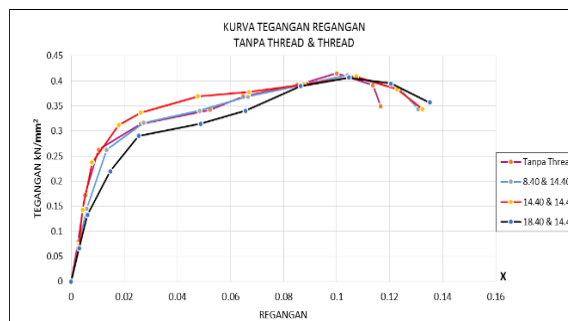
3.2.4 Data regangan dan tegangan tanpa ulir



Gambar 18: Grafik Tegangan Dan Regangan Tanpa Ulir

Dari grafik pada Gambar 18 didapatkan data bahwa tegangan maksimal yang dihasilkan sebesar 0,4153 kN/mm² dan hasil regangan sebesar 0,116.

3.2.5 Data regangan dan tegangan tanpa ulir dan ulir



Gambar 19: Grafik tegangan dan regangan tanpa ulir dan ulir.

Untuk mempermudah pembacaan hasil dari Gambar 19 maka dapat ditabulasikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2: Hasil Uji Tarik

Data Uji Tarik	Produk			
	8,40 dan 14,40	14,40 dan 14,40	18,40 dan 14,40	Tanpa Thread
Kekuatan Tarik (UTS)	0,4121 kN/mm ²	0,4089 kN/mm ²	0,4067 kN/mm ²	0,4153 kN/mm ²
Regangan (Strain)	44	44	44	44
	= 0,130	= 0,132	= 0,135	= 0,116
Yield Strength	0,1455 kN.mm ²	0,1481 kN.mm ²	0,1534 kN/mm ²	0,1719 kN/mm ²

Untuk nilai regangan (*strain*) pada produk tanpa ulir sebesar 0,116. Pada produk ukuran 8,40 dan 14,40 mengalami kenaikan pada nilai regangan sebesar 0,014 terhadap produk tanpa ulir, sedangkan nilai regangan pada produk 14,40 dan 14,40 mengalami kenaikan sebesar 0,016 terhadap produk tanpa ulir, dan nilai regangan pada produk 18,40 dan 14,40 mengalami kenaikan sebesar 0,019 terhadap produk tanpa ulir.

Pada Tabel 2, data yang didapatkan berasal dari setiap grafik dan dari Tabel 3. Data yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa spesimen yang memiliki ulir mengalami penurunan kekuatan tarik terhadap spesimen tanpa ulir. Penurunan kekuatan tarik (UTS) tersebut

disebabkan karena pemberian ulir pada masing – masing spesimen dengan kedalaman yang berbeda- beda. Hasil kekuatan tarik pada produk tanpa ulir yaitu sebesar 0,4153 kN/mm². Nilai kekuatan tarik pada produk 8,40 dan 14,40 mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 0,0032% terhadap produk tanpa ulir sedangkan nilai kekuatan tarik pada produk 14,40 dan 14,40 mengalami penurunan sebesar 0,0064% terhadap produk tanpa ulir dan pada produk ukuran 18,40 dan 14,40 juga mengalami penurunan kekuatan tarik sebesar 0,0086% terhadap produk tanpa ulir.

Kekuatan luluh (*yield strength*) merupakan tegangan yang dibutuhkan untuk menunjukkan sejumlah kecil deformasi elastis ke plastis yang ditetapkan. Untuk mendapatkan nilai kekuatan luluh, dengan cara menggunakan kurva regangan tegangan pada grafik yang di-*offset* sebesar 0,2 atau 0,1 % ($e = 0,002$ atau $0,001$) [1]. Pada produk tanpa ulir nilai kekuatan luluh sebesar 0.1719 kN/mm². Pada produk ukuran 8,40 dan 14,40 mengalami penurunan sebesar 2,64% terhadap produk tanpa ulir, sedangkan pada produk ukuran 14,40 dan 14,40 mengalami penurunan sebesar 2,38% terhadap produk tanpa ulir, dan pada produk ukuran 18,40 dan 14,40 mengalami penurunan sebesar 1,85% terhadap produk tanpa ulir.

Tabel 3: Perubahan panjang produk

Percobaan	Hasil Panjang akhir			
	Tanpa ulir	8,40 dan 14,40	14,40 dan 14,40	18,40 dan 14,40
1.	49,13	49,73	49,79	49,94
2.	49,13	49,75	49,82	49,94
3.	49,11	49,75	49,82	49,91

Pada pengujian ini, panjang awal specimen yang digunakan yaitu 44 mm. Pada Tabel 3, dapat disimpulkan bahwa specimen yang memiliki ukuran 18,40 dan 14,40 memiliki hasil panjang akhir yang lebih tinggi (panjang) dibandingkan dengan spesimen yang lain, hal ini dikarenakan, jika semakin dalam *thread* yang digunakan akan semakin panjang terjadinya perubahan pada spesimen tersebut atau semakin besar regangan yang terjadi pada produk tersebut.

4.0 KESIMPULAN

Setelah dilakukannya pengujian uji tarik, dapat disimpulkan bahwa produk tanpa ulir memiliki beban maksimum sebesar 1.570 kg. Pada produk ukuran 8,40 dan 14,40 mm memiliki beban maksimum yang paling besar dibandingkan dengan produk yang memiliki ulir lainnya. Beban maksimum yang didapatkan pada produk 8,40 dan 14,40 mm sebesar 1.558 kg. Adanya variasi ke dalam ulir akan mempengaruhi kekuatan tarik pada benda yang diuji, pada produk tanpa ulir memiliki kekuatan tarik

sebesar 0.4153 kN/mm². Produk yang berukuran 8,40 dan 14,40 memiliki kekuatan tarik sebesar 0,4121 kN.mm² yang lebih besar dari pada produk yang memiliki ulir lainnya. Regangan yang dihasilkan pada produk tanpa ulir sebesar 0,116, produk tanpa ulir mengalami kenaikan regangan terhadap produk yang memiliki ulir. Pada produk ukuran 18,40 dan 14,40 memiliki regangan paling besar yaitu 0,135. Jika diperpanjang sebuah material besar, maka regangan yang dihasilkan juga besar. Untuk kekuatan luluh (*yield strength*) produk tanpa ulir memiliki *yield strength* sebesar 0,1719 kN/mm². Sedangkan produk yang memiliki ulir mengalami penurunan terhadap produk tanpa ulir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Takik Ulir Metris Terhadap Kekuatan Lelah Baja Karbon Rendah. Universitas Negeri Semarang.
- [2] Budiman, Haris. 2016. “Analisis Pengujian Tarik (*Tensile Test*) Pada Baja St27 Dengan Alat Bantu Ukur Load Cell”. *Jurnal J-Ensotec*, Vol. 3, no. 1, 9- 13.
- [3] Salindeho, Robert Denti, Jan Soukoa, Rudy Poeng. 2018. “Pemodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material”. *Jurnal J- Ensotec*, 3(1), 1-11.
- [4] Matanari, Alexius. 2019. *Analisa Kekuatan Rantai Pada Mini Crane Portable Kapasitas 1 Ton*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- [5] PT. Jinfindo. 2018. *Installation operating Manual Tensile Tester Panel For BI*. Cammo Industrial Park Batam Centre.