

ANALISA KEKUATAN MATERIAL BAHAN CARBON STEEL AISI 1018 DAN BAJA TULANGAN POLOS SNI P40 SEBAGAI ANGKUR PADA TOWER DENGAN METODE UJI TARIK

MHD Pathur Rahman, Fadly A. Kurniawan

Program Studi Teknik Mesin Universitas Harapan Medan

Jl. HM. Jhoni No 70 Medan, Indonesia

Abstrak

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia terus mengalami perkembangan yang cukup pesat. Perkembangan ini memicu peningkatan pembangunan menara pemancar (tower) yang merupakan perangkat penting dalam teknologi komunikasi dan informasi. Sebagai konsekuensi dari perkembangan ini maka harus diiringi dengan bertambahnya jumlah konstruksi menara di daerah pemukiman dan perkotaan yang dapat berakibat buruk apabila konstruksi menara (tower) tidak memiliki sambungan yang baik antar tanah dan besi menara. Setiap pembangunan menara di perlukan sambungan (angkur) yang sangat kuat. Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat sambungan pada angkur adalah material bahan angkur, sehingga pemilihan material bahan sambungan angkur yang baik sangatlah penting. Analisa kekuatan material pada angkur ini dilakukan dengan cara membandingkan kekuatan dari material bahan Carbon Steel dan Baja Tulangan Polos (BJTP) dengan standart ukuran yang sama yaitu JIS Z 2201 dengan metode pengujian tarik (Tensile Test). Untuk mengidentifikasi sifat mekanis bahan dan penilaian pada metode pengujian tarik (Tensile Test) ini yaitu dengan menggunakan Universal Testing Machine Type MR 5, 10, 20CT. Dari hasil pengujian diperoleh data yaitu luas penampang awal, luas penampang setelah pengujian, tegangan elastis, tegangan maksimal, tegangan putus, persentase regangan dan persentase lebar penampang. Tujuan akhir penelitian ini adalah, untuk mengetahui nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas pada material bahan Carbon Steel dan BJTP.

Kata Kunci: Angkur tower, Analisa material, Uji Tarik

Kata-Kata Kunci : MRP (*Material Requirement Planning*), Struktur Produk, Lot sizing

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi komunikasi di Indonesia terus mengalami perkembangan yang cukup pesat. Perkembangan ini memicu peningkatan pembangunan menara pemancar yang merupakan perangkat penting dalam teknologi komunikasi dan informasi. Dengan adanya menara tersebut, memungkinkan terjadinya proses komunikasi maupun pertukaran informasi. Perihal ini di karenakan menara pemancar merupakan media atau alat untuk menerima dan memancarkan gelombang (Sheilla Fadila 2014).

Dalam perencanaan konstruksi menara, ada beberapa faktor yang harus diperhitungkan. Faktor-faktor ini akan mempengaruhi jumlah dan mutu bahan yang dipakai. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh untuk di perhitungkan adalah pembebanan yang terjadi pada struktur menara (tower) seperti beban angin dan juga perencanaan pondasi sesuai dengan keadaan tanah pada wilayah dimana tower ini akan dibangun (Sheilla Fadila 2014).

Pembangunan menara (tower) dalam pelaksanaannya perlu direncanakan dengan cermat dan tepat untuk mencapai hasil yang diinginkan salah satunya pemilihan sambungan angkur yang tepat. Pemilihan sambungan angkur yang tidak tepat akan mengakibatkan berbagai macam persoalan dan masalah yang menjurus kerugian yang di dapat. Dalam pemilihan sambungan angkur yang paling

penting adalah mengidentifikasi sambungan tersebut agar sambungan antar tanah dan menara tersambung dengan kuat.

Angkur merupakan salah satu komponen yang sangat penting dalam pembangunan suatu menara (tower), karena angkur dipakai tidak hanya untuk sambungan antar tanah dan menara tetapi juga di pakai untuk sambungan antar besi dan beton dalam pembangunan menara (tower). Setiap pembangunan menara (tower) di perlukan sambungan angkur yang sangat kuat. Salah satu faktor yang mempengaruhi kuat sambungan pada angkur adalah baut dan mur sambungan angkur, sehingga pemilihan baut dan mur untuk sambungan angkur yang baik sangatlah penting. Dan faktor lain yang mempengaruhi kuat sambungan adalah jenis material bahan yang digunakan untuk membuat baut tersebut.

Pada penelitian ini akan menganalisa kekuatan material bahan pada angkur, dengan jenis material yang digunakan adalah baja tulangan polos atau bahasa lainnya disebut BJTP dan material lainnya adalah Carbon Steel, pemilihan material ini cukup beralasan karena ketersediaan bahan baku yang mudah di dapat dan material ini cukup kuat untuk dijadikan sebuah baut sambungan (angkur). Dengan material tersebut maka akan dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai dari Tegangan, Regangan dan Modulus Elastisitas. Dan dari hasil nilai-nilai tersebut kita dapat berharap hasil pengujian material bahan ini bisa kita manfaatkan untuk pembuatan sambungan (angkur) pada tower.

II. Tinjauan Pustaka

2.1. Acuan Penelitian

Angkur atau sering disebut sebagai *Anchor*, adalah sejenis paku yang berfungsi menyatukan struktur atas dengan bawah. Angkur baja biasanya berbentuk type L, atau menyerupai huruf L. Angkur baja terbuat dari bahan besi baja. Untuk ukuran angkur berbeda-beda tergantung kebutuhan dan pemakaiannya. Angkur baja dengan berbagai ukuran diantaranya 16 x 40, 16 x 50, 16 x 60, 19 x 40, 19 x 50, 19 x 60, 22 x 40, 22 x 50, 22 x 60, 25 x 40, 25 x 50, 25 x 60. Fungsi angkur baja yaitu sebagai alat pengait atau pondasi pada tiang tiang lampu jalan atau pondasi tiang lainnya (Chuzzella 2017).

Pembebanan utama poros angkur pada tiang tower adalah puntiran yang terjadi pada elemen tiang tower ataupun pembebanan lain misalnya tarik dan tekan. Kekuatan tarik material angkur pada tiang tower dapat diketahui menggunakan alat uji tarik (*Tensile Test*). Alat uji tarik merupakan suatu alat yang dirancang untuk mengetahui seberapa besar kekuatan tarik material bahan untuk angkur yang di gunakan pada tiang tower. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menarik batang uji sampai batang uji putus atau patah. Alat uji tarik digunakan untuk mengukur dan mendapatkan data kekuatan tegangan maksimal material, sehingga kekuatan yang ingin diketahui dapat diterima dan diketahui nilai dan datanya.

2.2 Tinjauan Teoritis

2.2.1 Baja

Baja merupakan salah satu bahan yang sangat banyak dipakai di seluruh dunia untuk keperluan kehidupan manusia, khususnya di dunia industri. Ditemukan buat pertama kali oleh orang Mesir lebih dari 4000 tahun yang lalu untuk perhiasan dan alat rumah tangga yang kemudian berkembang menjadi bahan berharga dan dimanfaatkan orang setiap hari saat ini. Untuk menjadikan baja, banyak proses yang dilakukan, sehingga membutuhkan ilmu pengetahuan dan teknologi agar dapat dipakai dalam berbagai keperluan. Baja dikatakan dipadu jika komposisi unsur-unsur paduannya secara khusus. Baja paduan semakin banyak digunakan. Unsur yang paling banyak digunakan untuk baja paduan, yaitu: Cr, Mn, Si, Ni, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb dan Zr. Baja paduan dapat diklasifikasikan sesuai dengan komposisi struktur dan penggunaan.

2.2.2 Pengertian Baja

Baja adalah paduan antara besi (Fe) dan karbon (C) dengan adanya penambahan paduan lainnya. Baja yang paling banyak digunakan sebagai hasil akhir adalah komponen otomotif, tranformer listrik dan untuk proses manufaktur lainnya seperti proses pembuatan lembaran besi, proses ekstrusi dan lain-lain. Dasar pemakaian baja seiring dengan terus berkembangnya sebuah industri otomotif dan kebutuhan masyarakat dengan kendaraan bermotor, komponen permesinan, ban konstruksi bangunan dan bidang lainnya terutamanya didasarkan sifat

mekaniknya jika suatu logam yang sangat keras sulit dalam pembentukannya. Kemampuan pengerasan sebuah baja memiliki rentangan yang sangat besar sehingga dapat disesuaikan pada sifat mekanik yang sesuai dengan yang diinginkan dari baja itu [Troxell,1998].

Pada paduan logam baja karbon yang terdiri dari besi (Fe) dan unsur-unsur karbon (C), Silikon (Si), Mangan (Mn), Fosfor (P) dan unsur-unsur lainnya. Diantaranya tujuan terpenting dalam sebuah pengembangan material yaitu menentukan struktur dan sifat-sifat material optimal, agar daya tahan yang dicapai maksimum. Sifat utama baja antara lain:

a. Kekuatan (*Strength*)

Karakteristik utama yang dimiliki oleh baja adalah kekuatannya. Baja mempunyai kuat puntir yang sangat baik. Hal ini membuat baja yang diberikan beban akan cenderung mengalami perubahan bentuk (deformasi). Perubahan tersebut menyebabkan timbulnya regangan (strain) dengan besar sesuai deformasi per satuan panjang. Sedangkan regangan menimbulkan terjadinya tegangan (stress) di dalam baja.

b. Keuletan (*Ductility*)

Keuletan yaitu kemampuan sebuah baja untuk melakukan deformasi sebelum terputus. Faktor yang mempengaruhinya yaitu regangan (*Strain*) yang bersifat tetap sebelum baja terputus. Adapun besar keuletan ini terhubung pada sifat yang bisa dikerjaan yang bisa dilakukan terhadap baja. Untuk mengetahui besar keuletan baja, Anda bisa melakukan serangkaian uji coba, terutama pada uji puntir.

c. Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan yaitu ketahanan suatu material pada besarnya gaya yang bisa menembus pada permukaannya. Kekerasan ini memegang pengaruh yang sangat besar terhadap kekuatan yang dimiliki oleh baja. Uji coba terhadap kekuatan bisa dilaksanakan menggunakan metode rockwell, ultrasonic, brinell, dan lain-lain.

d. Ketangguhan (*Toughness*)

Ketangguhan yaitu hubungan beberapa jumlah energi yang mampu diterima baja hingga terputus. Bila semakin kecil ketangguhan yang dimiliki suatu baja, maka karakteristik baja tersebut akan semakin rapuh. Baja yang tangguh akan mendukung keselamatan penggunaannya. Ketangguhan baja bisa diketahui melalui uji coba dengan memberikan pukulan secara tiba-tiba.

2.3 Carbon Steel

Baja karbon atau yang di sebut Carbon Steel yaitu baja yang tersusun dari elemen-elemen yang persentase maksimum selain bajanya sebagai berikut:

1. 1.65 % Manganese
2. 0.60 % Copper
3. 1.70 % Carbon
4. 0.60 % Silicon

Carbon adalah bahan untuk menaikkan tegangan (*Strength*) dari baja murni. Baja di kategorikan berdasarkan material, yaitu dari ingot iron (baja bongkah) tanpa carbon sama sekali, sampai cast iron (baja tuang) yang memiliki carbon sekurang-kurangnya adalah 1.70 %. (Ir. Oentoeng, Konstruksi Baja, 1999).

2.3.1 Jenis – Jenis Baja Carbon (Klasifikasi)

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*) mengandung karbon antara 0,025% – 0,25% C. setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*) yang mengandung 0,04 % - 0,10% C untuk dijadikan baja-baja plat atau strip
2. Baja karbon rendah yang mengandung 0,05% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
3. Baja karbon rendah yang mengandung 0,15% - 0,20% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.

2. Baja Karbon Medium (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon menengah (*Medium Carbon Steel*) mengandung karbon antara 0,25% - 0,55% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30 – 60 kg. baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas.

3. Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*) mengandung kadar karbon antara 0,56% -1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg. Baja ini mempunyai kekuatan paling tinggi dan banyak digunakan untuk material tools. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji.

2.4 Baja Tulangan Beton

Baja tulangan beton adalah baja yang berbentuk batang berpenampang lingkaran yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dari bahan baku billet dengan cara hot rolling. Berdasarkan bentuknya, baja tulangan beton dibedakan menjadi 2 (dua) jenis yaitu baja tulangan beton polos dan baja tulangan beton sirip.

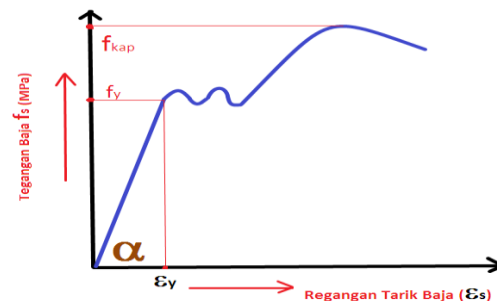
2.4.1 BJTP

Baja tulangan beton polos atau disebut juga dengan BJTP adalah baja tulangan beton berpenampang lingkaran dengan permukaan rata (tidak bersirip). Beton bertulang adalah beton yang diberi tulangan untuk bersama-sama menahan beban. Beton bertulang diasumsikan bekerja sama menahan beban dengan pembagian beban tekan di pikul oleh beton sedangkan beban tarik di pikul oleh tulangan.

Baja tulangan beton kuat terhadap tekan, tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu, perlu tulangan untuk menahan gaya tarik. Namun demikian, tulangan juga dipakai untuk memikul gaya tekan, terutama pada tempat-tempat di mana diinginkan adanya pengurangan dimensi penampang beton.

2.4.2 Sifat Fisik Baja Tulangan

Sifat fisik batang tulangan baja yang penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s). Hubungan antara tegangan dan regangan tarik baja dapat dilihat pada Gambar 1.



HUBUNGAN REGANGAN DAN TEGANGAN TARIK BAJA TULANGAN

Gambar 1. Kurva Tegangan Dan Regangan Baja Tulangan

Dari Gambar 1 di atas hubungan tegangan-regangan tarik baja tulangan, terlihat sudut α (alpha), yaitu antara garis lurus kurva yang ditarik dari kondisi tegangan nol sampai tegangan leleh (f_y) dan garis regangan (E_s). Modulus elastisitas baja tulangan (E_s) merupakan tangens dari sudut α (alpha) tersebut. Menurut Pasal 10.5.2 SNI 03-2847-2002, modulus elastisitas baja tulangan non pratekan E_s dapat diambil sebesar 20000 Mpa.

2.4.3 Sifat Fisik Baja Tulangan

Ukuran diameter baja tulangan beton polos dan baja tulangan beton sirip telah disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Ukuran dan spesifikasi baja tulangan polos (BJTP) dapat dilihat di Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Ukuran Baja Tulangan Beton Polos SNI 2052 :2014

N O	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter
		mm	cm ²	kg/m
1	P.6	6	0,2827	0,222
2	P.8	8	0,5027	0,395
3	P.10	10	0,7854	0,617
4	P.12	12	1,131	0,888
5	P.14	14	1,539	1,21
6	P.16	16	2,011	1,58
7	P.19	19	2,835	2,23
8	P.22	22	3,801	2,98
9	P.25	25	4,909	3,85
10	P.28	28	6,158	4,83
11	P.32	32	8,042	6,31
12	P.36	36	10,17	7,99
13	P.40	40	12,56	9,86
14	P.50	50	19,64	15,4

2.5 Uji Tarik (Tensile Test)

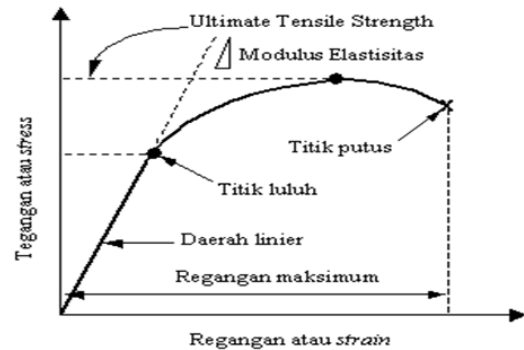
Pengujian tarik adalah suatu pengukuran terhadap bahan untuk mengetahui tegangan tarik maksimum yang bisa ditahan oleh sebuah bahan ketika diregangkan atau ditarik sebelum bahan tersebut patah. Pada uji tarik (*Tensile Test*) kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat penegang. Beban yang diperlukan untuk mengasilkan tegangan tersebut, ditentukan dari difleksi suatu balok atau batang, yang diukur dengan menggunakan metode hidrolik, optik atau elektro mekanik. Uji tarik merupakan salah satu pengujian untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan. Dengan menarik suatu bahan kita akan segera mengetahui bagaimana bahan ini bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkraman yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*). Pengujian dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanis suatu material. Sifat mekanis yang dapat di ketahui adalah kekuatan elastisitas dari logam tersebut.

Pengujian tarik dilakukan terhadap spesimen batang uji standar bahan yang akan di uji mula-mula dibuat menjadi batang uji dengan bentuk sesuai standar tertentu. Pada bagian tengah batang uji merupakan bagian yang menerima tegangan, pada bagian ini di ukur panjang batang uji yaitu bagian yang dianggap menerima pengaruh pembebanan. Ilustrasi benda yang ditekan mengalami gaya pada ujungnya dapa dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Benda Yang Ditarik Dengan Gaya

Kekuatan tarik dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang didapatkan dari mesin uji. Beberapa bahan akan patah pada batas tarik, beberapa mengalami deformasi yang tidak dapat dikembalikan. Deformasi tertentu dapat dianggap sebagai batas kekuatan tarik, meski belum patah terutama pada bahan yang tidak dapat kembali ke kondisi semula (*irreversible*). Pengetahuan mengenai kekuatan tarik merupakan kunci dalam mendesain sebuah struktur. Kekuatan tarik dapat diukur dengan mesin uji universal. Pengujian kekuatan tarik, dipengaruhi oleh kondisi pengujian (penyiapan spesimen, kondisi kelembaban dan temperatur ruang uji, dan sebagainya). Kurva tegangan-regangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva Tegangan-Regangan Uji Tarik

2.5.1 Tegangan (Stress)

Tegangan adalah reaksi yang timbul diseluruh bagian spesimen dalam rangka menahan beban yang diberikan. Nilai tegangan ini merupakan perbandingan antara beban (F) yang diberikan terhadap luas penampang (A), atau dapat dirumuskan sebagai berikut

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

Keterangan

- σ = Tegangan
- F = Gaya
- A = Luas

2.5.2 Regangan (Strain)

Benda yang diberi beban tarik akan mengalami pertambahan panjang yang baik sesaat maupun permanen. Dalam pemasangan spesimen panjang (ΔL) dibagi dengan panjang mula-mula (L₀) ini yang disebut dengan regangan. Rumus dari rengan yaitu :

$$e = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \quad \%$$

Keterangan :

- e = Regangan
- L₁ = Panjang akhir
- L₀ = Panjang Awal

Atau dapat ditulis :

$$\epsilon = \frac{L_f}{L} = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Di mana :

- ϵ = Regangan
- L_f = Panjang setelah dikenai beban
- L_0 = Panjang Awal (mula-mula)

2.5.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah sebuah ukuran yang digunakan untuk merepresentasikan kekakuan suatu bahan. Makin besar nilai modulus elastisitas, maka makin kecil regangan yang dapat dihasilkan dari pemberi tegangan. Modulus ini ditentukan oleh gaya ikat antar atom.

Gaya atom ini tidak dapat diubah tanpa terjadinya perubahan mendasar dari sifat bahannya. Oleh karena itu, modulus elastisitas merupakan sifat mekanis bahan yang tidak mudah untuk diubah. Modulus elastisitas hanya dapat berubah dalam jumlah tertentu oleh perlakuan panas, atau pengerjaan dingin, atau penambahan paduan tertentu. Modulus elastisitas umumnya diukur pada temperatur tinggi dengan metode dinamik. Rumus dari modulus elastisitas yaitu:

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

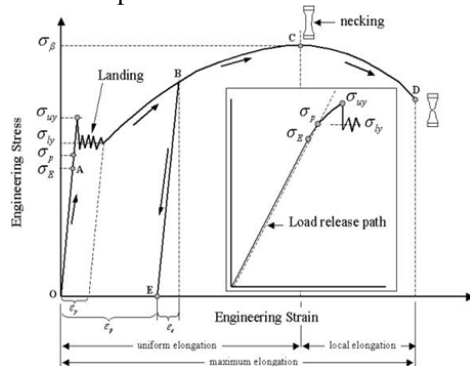
Di mana :

- E = Modulus Elastisitas
- σ = Tegangan
- ϵ = Regangan

2.5.4 Elastisitas (Elasticity)

Elastisitas adalah kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya luar yang di berikan hilang.

2.5.5 Batas Proporsional dan Batas Elastisitas



Gambar 4. Batas proporsional dan batas elastisitas

Batas Proporsional adalah titik dimana penerapan hukum Hook masih bisa ditolerir. Tidak ada standarisasi tentang nilai ini. Dalam praktek, biasanya batas proporsional sama dengan batas elastis. Dalam Gambar 4 batas proporsional ditunjukkan pada titik σ_p .

Batas elastisitas adalah bila sebuah bahan diberi beban sampai pada titik A, kemudian bebannya dihilangkan, maka bahan tersebut akan

kembali ke kondisi semula (tepatnya hampir kembali ke kondisi semula) yaitu regangan “no!” pada titik O. Tetapi bila beban di tarik sampai melewati titik A, hukum Hook tidak lagi berlaku dan terdapat perubahan permanen dari bahan.

2.5.6 Plastisitas (Plasticity)

Plastisitas adalah Ketidakmampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah gaya luar di berikan hilang.

2.5.7 Persentasi Kontraksi (Necking)

Necking adalah suatu gejala dimana terjadi penyempitan ketika benda yang sedang dilakukan uji tarik akan patah. Biasanya necking ini sendiri terjadi ketika specimen uji tarik sebelum akan patah. Tidak semua material yang diuji tarik ini ketika akan terjadi necking dulu, karena ada beberapa material yang patah tanpa mengalami penyempitan dulu. Material ini biasanya disebut sebagai material yang memiliki sifat getas (mudah patah). Biasanya daerah necking ini sendiri terjadi ketika sudah melewati titik tegangan maksimum atau ultimate tensile strength (UTS). Nilai persentasi kontraksi ini dapat di cari dengan rumus :

$$\%AR = \frac{A_0 - A_u}{A_u} \times 100$$

Keterangan

- %AR= Persentasi pengecilan luas penampang
- A_0 = Luas penampang mula-mula
- A_u = Luas penampang setelah patah

III. Metodologi Analisa

3.1 Tempat Dan Waktu

3.2.1 Tempat

Proses pembuatan spesimen uji tarik pada penelitian ini dilakukan di Workshop SMKN 2 Medan, dan dilakukan pengujian tarik di Laboratorium Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan (PTKI)

3.2.1 Waktu

Waktu yang diperlukan dalam proses pembuatan spesimen sampai pengujian uji tarik dengan bahan Carbon Steel dan BJTP ± 1 bulan.

3.2 Peralatan Dan Bahan Spesimen

3.2.1 Peralatan

Alat-alat yang akan digunakan pada pembuatan spesimen BJTP dan Carbon steel untuk pengujian tarik adalah :

1. Mesin Bubut
2. Mesin Gergaji
3. Jangka Sorong
4. Mesin Uji Tarik



Gambar 5. Universal Testing Machine Type MR 5, 10, 20CT

3.2.2 Alat Alat Lain

Peralatan lain yang digunakan pada saat pembuatan spesimen adalah penggaris, amplas, dan stipex.

3.2.3 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Carbon Steel



Gambar 6. Spesimen Carbon Steel

2. BJTP



Gambar 7. Spesimen BJTP

3.3 Prosedur Pengujian

Metodologi pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.3.1 Persiapan Carbon Steel

1. Persiapan
Mempersiapkan bahan Carbon Steel berbentuk batang dengan panjang total 500mm dan diameter 16mm.
2. Pemotongan
Memotong bahan dengan ukuran 160mm x 3 buah untuk di lakukan pembubutan.

3.3.2 Persiapan BJTP

1. Persiapan
Mempersiapkan bahan BJTP berbentuk batang dengan panjang total 500mm dan diameter 16mm.
2. Pemotongan
Memotong bahan dengan ukuran 160mm x 3 buah untuk di lakukan pembubutan.

3.3.3 Proses Pembubutan

1. Melakukan pembubutan bahan Carbon Steel dengan ukuran JIS Z 2201
2. Melakukan pembubutan bahan BJKU dengan ukuran JIS Z 2201

3.4 Pengujian Spesimen

3.4.1 Langkah-langkah Uji Tarik (Tensile Test)

Adapun langkah-langkah dari proses pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan dan memeriksa benda kerja yang akan di uji
2. Mencatat ukuran benda kerja (panjang, lebar, dan tebal awal) serta jenis bahannya
3. Memeriksa keadaan mesin serta peralatan yang akan di gunakan
4. Hidupkan mesin dengan menekan tombol ON.
5. Aturilah posisi katup pada kedudukan closed.
6. Putarlah kran pengatur pada posisi menutup (putar ke kanan agak kencang) atau pada posisi "1".
7. Aturilah kedudukan kopling atau lever dalam keadaan netral (nol) dengan cara memutar micro controller.
8. Tentukan piringan beban/load sesuai dengan bahan benda kerja yang akan diuji.
9. Jepit ujung benda kerja bagian atas pada grip chuck. Aturilah skala perpanjangan pada posisi nol (dengan kopling lever). Jepit ujung benda kerja bagian bawah (tentukan ukuran panjangnya) dengan cara mengatur kedudukan chuck bagian bawah. Setel jarum indikator pada posisi nol (dengan catatan tidak ada beban).
10. Mulailah pengujian dengan perlahan-lahan sambil memutar micro controller ke kanan (dapat dilihat pada skala dial).
11. Baca dan catatlah pertambahan gaya pada skala indikator untuk setiap pertambahan panjang 2 mm.

12. Setelah benda kerja patah, ukurlah panjang ukur benda kerja setelah patah, tebal dan lebar pada patahan.
13. Susunlah tabel pengujian dan gambarlah grafik hubungan tegangan dan regangan.

3.4.2 Proses Pengujian Tarik Pada Spesimen.

1. Pengukuran panjang dan diameter dari spesimen uji sebelum pengujian tarik dapat dihitung setelah pengujian tarik. Contoh spesimen sebelum pengujian dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Spesimen Carbon Steel Sebelum Pengujian



Gambar 9. Spesimen BJTP Sebelum Pengujian

2. Pengukuran kembali tinggi dan diameter spesimen uji tarik yang sudah di uji melalui alat uji tarik. Spesimen setelah di uji dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Spesimen Carbon Steel Setelah Pengujian



Gambar 11. Spesimen BJTP Setelah Pengujian

3.5 Pengambilan Data

Pengambilan data pada setiap parameter dilakukan sebanyak 3 kali, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

3.6 Pengambilan Data

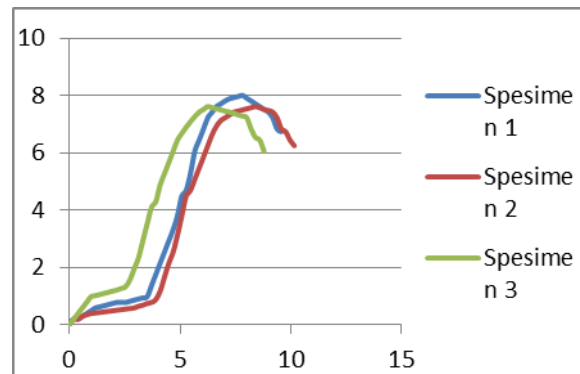
Setelah mendapatkan data pada hasil penelitian hal yang dilakukan selanjutnya yaitu menganalisa data. Adapun rencana analisa data yang akan dilakukan yaitu:

1. Menganalisa hasil uji tarik (*Tensile Test*) terhadap bahan Carbon Steel
2. Menganalisa hasil uji tarik (*Tensile Test*) terhadap bahan BJTP

IV. Analisa Data dan Pembahasan

4.1. Hasil Pengujian Tarik (Carbon Steel)

Dari hasil pengujian tarik dengan specimen carbon steel maka data dan grafik yang di dapat yaitu.



Gambar 12. Grafik Awal Pengujian Tarik Carbon Steel

4.1.1 Hasil Luas Penampang Awal (A_0)

$$\begin{aligned}
 A_0 &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 8^2 \\
 &= 0,785 \times 64 \\
 &= 50,24 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

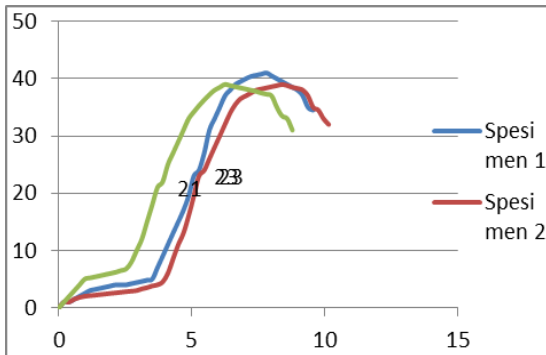
Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari luas penampang awal (A_0) adalah 50,24 mm².

4.1.2 Hasil Luas Penampang Setelah Pengujian (A₁)

$$\begin{aligned}
 A_1 &= \frac{\pi}{4} \times d_1^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 6,2^2 \\
 &= 0,785 \times 38,44 \\
 &= 30,17 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil terbesar dari luas penampang setelah pengujian (A₁) adalah 30,17 mm² pada spesimen 1, dan nilai terendah luas penampang setelah di uji adalah 27,32 mm² pada spesimen 3.

4.1.3 Hasil Tegangan Elastisitas (σ_s)



Gambar 13. Tegangan Elastis Pada Grafik

$$\begin{aligned}
 \sigma_s &= \frac{F_s}{A_0} \\
 &= \frac{2300}{50,24} \\
 &= 45,780 \text{ Kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Dikarenakan Hasil di atas masih dalam satuan Kgf/mm² dan harus di ubah menjadi kg.m/s² (Mpa), maka harus di konfersikan dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_s = \frac{F}{A_0} = \frac{N}{m^2} = \text{Pa}$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \cdot g$$

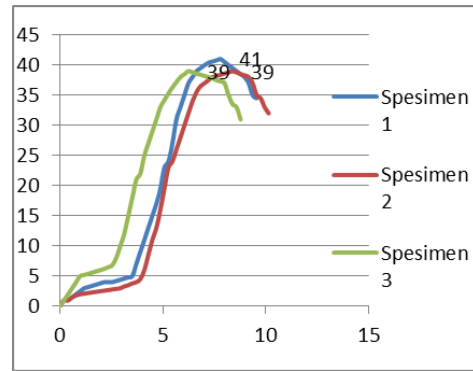
$$F = 2300 \times 9,81 = 22563 \text{ N}$$

$$= \frac{50,24}{1000000} = 0,00005024 \text{ m}^2$$

$$= \frac{22563}{0,00005024}$$

$$= 449,104,229 \text{ Mpa}$$

4.1.4 Hasil Tegangan Maksimal (σ_{max})



Gambar 14. Tegangan Maksimal Pada Grafik

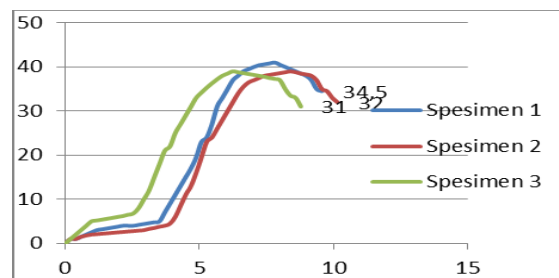
$$\begin{aligned}
 \sigma_{max} &= \frac{F_{max}}{A_0} \\
 &= \frac{4100}{50,24} \\
 &= 81,608 \text{ Kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Hasil di atas masih dalam satuan Kgf/mm² dan harus di ubah menjadi kg.m/s² (Mpa), maka harus di konfersikan lagi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \sigma_b &= \frac{F}{A_0} = \frac{N}{m^2} = \text{Pa} \\
 F &= m \cdot a \\
 F &= m \cdot g \\
 F &= 4100 \times 9,81 = 40221 \text{ N} \\
 &= \frac{50,24}{1000000} = 0,00005024 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{40221}{0,00005024} \\
 &= 800,577,229 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari nilai gaya maximal (F_{max}) adalah 81,608 Kgf/mm², dan setelah di konversikan menjadi kg.m/s² (Mpa) maka diperoleh hasil 800,577 (Mpa), dan nilai tegangan maximal tertinggi pada spesimen 1 yaitu 800,577 (Mpa), dan nilai terendah pada spesimen 2 dan 3 yaitu 761,524 (Mpa).

4.1.5 Hasil Tegangan Putus (σ_F)



Gambar 15. Tegangan Putus Pada Grafik

$$\begin{aligned} \sigma F &= \frac{Ff}{A_0} \\ &= \frac{3450}{50,24} \\ &= 68,670 \text{ Kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Hasil di atas masih dalam satuan Kgf/mm^2 dan harus di ubah menjadi kg.m/s^2 (Mpa), maka harus di konfersikan lagi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma f &= \frac{F}{A_0} = \frac{N}{\text{m}^2} = \text{Pa} \\ F &= m \cdot a \\ F &= m \cdot g \\ F &= 3450 \times 9,81 = 33844 \text{ N} \\ &= \frac{50,24}{1000000} = 0,00005024 \text{ m}^2 \\ &= \frac{33844}{0,00005024} \\ &= 673,646 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari nilai gaya tegangan putus (FF) adalah $68,670 \text{ Kgf/mm}^2$, dan setelah di konversikan menjadi kg.m/s^2 (Mpa), maka diperolehlah hasil $673,646$ (Mpa), dan nilai tegangan putus tertinggi pada spesimen 1 yaitu $673,646$ (Mpa), dan nilai terendah pada spesimen 3 yaitu $605,314$ (Mpa).

4.1.6 Hasil Persentase Regangan (%ε)

$$\begin{aligned} \% \epsilon &= \frac{L_1 - L_0}{L_1} \times 100\% \\ &= \frac{60 - 50}{60} \times 100\% \\ &= 59,166 \% \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari persentase regangan (%ε) adalah $59,166$ dan nilai persentase regangan tertinggi pada spesimen 2 yaitu $61,082 \%$ dan nilai terendah pada spesimen 1 yaitu $59,166 \%$.

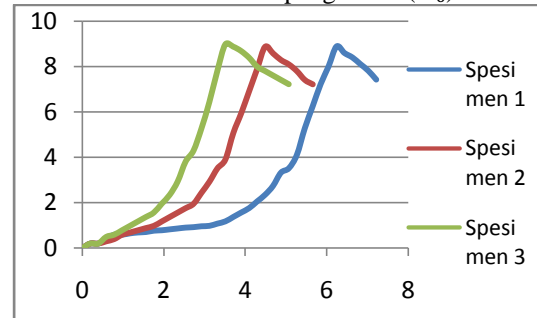
4.1.7 Hasil Persentase Lebar Penampang (%φ)

$$\begin{aligned} \% \phi &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \\ &= \frac{50,24 - 30,17}{50,24} \times 100\% \\ &= 49,639 \% \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari persentase lebar penampang (%φ) adalah $49,639 \%$, dan nilai persentase lebar penampang tertinggi pada spesimen 3 yaitu $49,696 \%$ dan nilai terendah pada spesimen 1 yaitu $49,639 \%$.

4.2 Hasil Pengujian Tarik (BJTP)

4.2.1 Hasil Luas Penampang Awal (A₀)



Gambar 16. Grafik Awal Pengujian Tarik BJTP

$$\begin{aligned} A_0 &= \frac{\pi}{4} \times d^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 8^2 \\ &= 0,785 \times 64 \\ &= 50,24 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

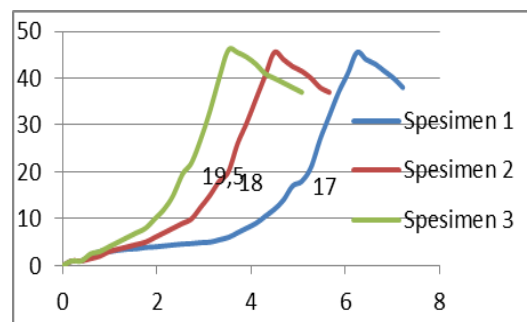
Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari luas penampang awal (A_0) adalah $50,24 \text{ mm}^2$, dan untuk selanjutnya dihitung dengan rumus yang sama seperti diatas sehingga diperoleh nilai dari luas penampang (A_0).

4.2.2 Hasil Luas Penampang Setelah Pengujian (A₁)

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{\pi}{4} \times d_1^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 6,6^2 \\ &= 0,785 \times 43,56 \\ &= 34,19 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari luas penampang setelah pengujian (A_1) adalah $34,19 \text{ mm}^2$ pada semua spesimen, dikarenakan pada setiap spesimen memiliki nilai diameter awal yang sama.

4.2.3 Hasil Tegangan Elastisitas (σs)



Gambar 17. Tegangan Elastis Pada Grafik

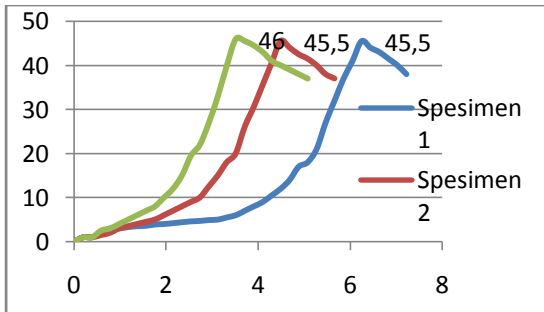
$$\begin{aligned} \sigma s &= \frac{Fs}{A_0} \\ &= \frac{1700}{50,24} = 33,837 \text{ Kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Dikarenakan Hasil di atas masih dalam satuan Kgf/mm^2 dan harus di ubah menjadi $kg.m/s^2$ (Mpa), maka harus di konfersikan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{F}{A_0} = \frac{N}{m^2} = Pa \\ F &= m \cdot a \\ F &= m \cdot g \\ F &= 1700 \times 9,81 = 16677 \text{ N} \\ &= \frac{50,24}{1000000} = 0,00005024 \text{ m}^2 \\ &= \frac{16677}{0,00005024} \\ &= 331,946,656 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari nilai gaya elastisitas (F_s) adalah $33,837 Kgf/mm^2$, dan setelah di konversikan menjadi $kg.m/s^2$ (Mpa), maka diperoleh hasil $331,946$ Mpa, nilai tegangan elastisitas tertinggi adalah pada spesimen 3 memiliki hasil yaitu $410,051$ Mpa dan nilai tegangan elastis terendah pada spesimen 1 yaitu $331,946$ Mpa, dapat dilihat pada Gambar 17.

4.2.4 Hasil Tegangan Maximal (σ_{max})



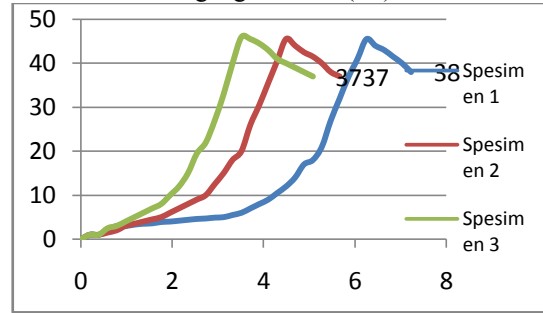
Gambar 18. Tegangan Maksimal Pada Grafik

$$\begin{aligned} \sigma_{max} &= \frac{F_{max}}{A_0} \\ &= \frac{4550}{50,24} \\ &= 90,565 \text{ Kg}f/mm^2 \end{aligned}$$

Hasil di atas masih dalam satuan Kgf/mm^2 dan harus di ubah menjadi $kg.m/s^2$ (Mpa), maka harus di konfersikan lagi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{F}{A_0} = \frac{N}{m^2} = Pa \\ F &= m \cdot a \\ F &= m \cdot g \\ F &= 4550 \times 9,81 = 44635 \text{ N} \\ &= \frac{50,24}{1000000} = 0,00005024 \text{ m}^2 \\ &= \frac{44635}{0,00005024} = 888,435,510 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

4.2.5 Hasil Tegangan Putus (σ_F)



Gambar 19. Tegangan Putus Pada Grafik

$$\begin{aligned} \sigma_F &= \frac{F_f}{A_0} \\ &= \frac{3800}{50,24} \\ &= 75,636 \text{ Kg}f/mm^2 \end{aligned}$$

Hasil di atas masih dalam satuan Kgf/mm^2 dan harus di ubah menjadi $kg.m/s^2$ (Mpa), maka harus di konfersikan lagi dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \sigma_f &= \frac{F}{A_0} = \frac{N}{m^2} = Pa \\ F &= m \cdot a \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= m \cdot g \\ F &= 3800 \times 9,81 = 37278 \text{ N} \\ &= \frac{50,24}{1000000} = 0,00005024 \text{ m}^2 \\ &= \frac{37278}{0,00005024} \\ &= 741,998,408 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari nilai gaya tegangan putus (FF) adalah $75,636 Kgf/mm^2$, dan setelah di konversikan menjadi $kg.m/s^2$ (Mpa), maka diperoleh hasil $741,998$ Mpa, nilai tegangan putus tertinggi pada spesimen 1 yaitu $741,998$ Mpa. Dan nilai terendah pada spesimen 2 dan 3 yaitu $722,472$ Mpa. dapat dilihat pada Gambar 19.

4.2.6 Hasil Persentase Regangan ($\% \epsilon$)

$$\begin{aligned} \% \epsilon &= \frac{L_1 - L_0}{L_1} \times 100\% \\ &= \frac{54 - 50,8}{54} \times 100\% \\ &= 53,059 \% \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari persentase regangan ($\% \epsilon$) adalah $53,059 \%$, pada nilai persentase regangan tertinggi yaitu pada spesimen 1 dengan $53,059 \%$ dan nilai terendah pada spesimen 3 yaitu $51,547 \%$.

4.2.7 Hasil Persentase Lebar Penampang (% ϕ)

$$\begin{aligned} \% \phi &= \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100\% \\ &= \frac{50,24 - 34,19}{50,24} \times 100\% \\ &= 49,559\% \end{aligned}$$

Dari Hasil di atas maka dapat kita ketahui hasil dari persentase lebar penampang (% ϕ) adalah 49,559 %, dan nilai persentase lebar penampang memiliki hasil yang sama pada spesimen 1, 2 dan 3 yaitu 49,559 %.

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini tentang analisa kekuatan material bahan dengan metode uji tarik (*Tensile Test*) dengan menggunakan material Carbon Steel dan Baja Tulangan Polos (BJTP) menghasilkan:

1. Dari hasil pengujian tarik (Tegangan) yang di dapatkan pada Carbon Steel (CS) didapatkan nilai tertinggi yaitu 449,104 MPa, dan nilai terendah yaitu 410,051. Dari hasil pengujian tarik (regangan) yang di dapatkan pada Carbon Steel (CS) didapatkan nilai tertinggi yaitu 60,9 % , nilai terendah yaitu 59 % dan nilai rata-rata pada regangan yaitu 60,7 %.
2. Dari hasil pengujian tarik (Tegangan) yang di dapatkan pada Baja Tulangan Polos (BJTP) didapatkan nilai tertinggi yaitu 472,051 Mpa, dan nilai terendah yaitu 331,946 Mpa. Dari hasil pengujian tarik (regangan) yang di dapatkan pada Baja Tulangan Polos (BJTP) didapatkan nilai tertinggi yaitu 53 % , nilai terendah yaitu 51,5 % dan nilai rata-rata pada regangan yaitu 52,6 %.
3. Dari hasil pengujian tarik pada Carbon Steel (CS) didapatkan nilai tertinggi modulus elastisitas yaitu 761,193 MPa, dan nilai terendah modulus elastisitas yaitu 675,624 Mpa dan nilai rata-rata modulus elastisitas yaitu 737,444 MPa.
4. Dari hasil pengujian tarik pada Baja Tulangan Polos (BJTP) didapatkan nilai tertinggi Modulus Elastisitas yaitu 916,603 MPa, dan nilai terendah modulus elastisitas yaitu 626,313 Mpa dan nilai rata-rata modulus elastisitas yaitu 668,197 MPa.
5. Hasil dari analisa ini mendapatkan material bahan Carbon Steel lebih baik dari pada material bahan Baja Tulangan Polos (BJTP) karena material bahan Carbon Steel memiliki data yang cukup kuat untuk dijadikan material bahan pembuatan sebuah angkur pada tower.

Daftar Pustaka

- [1] Callister, William D,dkk. 1994. *Material science and engineering (an introduction)*.
- [2] Chuzella. 2017. Fungsi Angkur Baja. <https://www.scribd.com/document/366183325/Fungsi-Angkur-Baja> (Diakses tanggal 22 Juli 2019)
- [3] E Fadila, Sheilla. 2014. *Analisa Desain Struktur Dan Pondasi Menara Pemancar Tipe "Self Supporting Tower" Di Kota Palembang*. <https://docplayer.info/29979176-Analisa-desain-struktur-dan-pondasi-menara-pemancar-tipe-self-supporting-tower-di-kota-palembang.html> (Diakses tanggal 22 Juli 2019)
- [4] Larry, D. Mitchell, 1983. *Perencanaan Teknik Mesin, Edisi Keempat*, Jilid 1, Professor of Mechanical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- [5] Mardjono Siswosuwarno, November 1988. *Material Teknik, Sifat, Penggunaan dan Masalah Pengerjaan*, Tim Pelaksanaan Proyek Kerjasama PLN-ITB.
- [6] McGraw-Hill, Inc. 1983. *Mechanical Engineering Desig, Fourth Edition*.
- [7] Joseph, Edward Shigley, 1983. *Perencanaan Teknik Mesin, Edisi Keempat, Jilid 1, Professor Emeritus, The University of Michigan*.
- [8] Wikipedia. Uji Tarik, (Online). https://id.wikipedia.org/wiki/Kekuatan_tarik (Diakses tanggal 20 Juli 2019)