

PENGARUH RADIUS PEMBENGKOKKAN BAJA TULANGAN BER ULIR TI DIAMETER 13 MM TERHADAP KEKUATAN TARIK

Mulyadi.S¹⁾, Mardiana²⁾, Yahya³⁾

¹⁾²⁾³⁾ Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Jln. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139 Telp. 0711-353414, Fax : 0711-453211

ABSTRAK

Baja tulangan merupakan suatu bahan yang sering di gunakan disuatu kontruksi, terutama kontruksi bangunan Gedung bertingkat,jembatan,rumah, ruko dan lain-lain sebagainya, untuk itu dalam melakukan pemilihan bahan-bahan baja tulangan perlu sekali kita harus mengetahui spesifikasi dari bahan tersebut, untuk membuktikan kebenaran dari spesifikasi bahan tersebut kita harus melakukan pengujian laboratorium, terutama pengujian tarik (tensile test), guna untuk mengetahui kekuatan tarik atau tegangan,regangan, dan yield point tertinggi pada baja tulangan tersebut, karena sekarang ini cukup banyak pabrik-pabrik yang memproduksi baja tulangan ini, oleh karena itu sebelum kita menggunakan baja tulangan tersebut sebaiknya kita harus mengetahui spesifikasi yang sebenarnya dari Pabrik. Didalam penggunaan di lapangan baja tulangan tersebut tidak dapat menghindari dari proses pembengkokkan, oleh karena itu kita harus melakukan percobaan-percobaan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh proses pembengkokkan ini terhadap pengurangan kekuatan baja tulangan tersebut, oleh karena itu didalam penelitian ini peneliti melakukan pembuktian seberapa banyak pengaruh kekuatan tarik terhadap baja tulangan tersebut apabila terjadi pembengkokkan dengan beberapa kali pengulangan dan sudut pembengkokkan yang di alkukan, didalam proses pembengkokkan berpengaruh juga dengan cara berakan pembengkokkan ada yang menggunakan mesin ada yang menggunakan tangan (konvensional). Dari hasil yang dilakukan yang sangat berpengaruh adalah cara pembengkokkan, dan sudut bengkokkan yang di lakukan dalam hal ini yaitu sudut 45° dan 90°, serta pengulangan pembengkokkan yang berulang-ulang, hal ini dapat menyebabkan berkurangnya tingkat elastisitas dan dapat menaikkan tegangan.

Kata Kunci : Sudut Bengkokkan, pengulangan pembengkokkan, cara pembengkokkan

1. PENDAHULUAN

Ditengah perkembangan zaman yang begitu pesat banyak sekali jenis jenis baja tulangan yang beredar di pasaran sehingga dapat membingungkan masyarakat untuk menentukan pilihan dalam membeli untuk digunakan membuat bangunan gedung, apalagi sekarang ini diseluruh pelosok nusantara sedang giat-giatnya membangun, sedangkan baja tulangan merupakan material yang didesain untuk menahan kuat tarik. Salah satu unsur material baja tulangan yang mampu meningkatkan kuat tarik adalah carbon dan sering di kenal dengan nama carbon steel. Baja tulangan dengan penampang ulir memiliki kuat tarik diatas 240 Mpa. Hal ini bertujuan agar baja tulangan didalam beton dapat bekerja secara kompak pada saat di bebani. Semakin tinggi kuat tarik

materi baja tulangan semakin kecil pula regangan minimum yang diijinkan

Dalam pelaksanaan konstruksi baja tulangan sering mengalami regangan sebelum di bebani. Regangan baja tulangan diakibatkan oleh pembengkokkan dalam pelurusan pada saat distribusi maupun proses pabrikasi. Baja tulangan memiliki kelemahan yakni menjadi getas apabila di bengkokkan. Bagai mana pengaruh radius pembengkokkan baja tulangan terhadap kuat tariknya dapat dipelajari dari kurva tegangan regangan pada saat penelitian eksperimantal. Untuk mengetahui kekuatan tarik yang sebenarnya kita harus melakukan pengujian laboratorium, terutama pada pengujian tarik.

1.1 Rumusan masalah

Baja tulangan dengan kuat tarik tinggi memiliki regangan yang terbatas. Dalam pelaksanaan konstruksi, tidak dapat dihindari peristiwa pembengkokan baja tulangan dapat terjadi berulang-ulang kali. Berdasarkan fenomena tersebut perlu dikaji lebih dalam mengenai perilaku material baja tulangan dengan kuat tarik tinggi yang telah mengalami pembengkokan. Berdasarkan latar belakang tersebut diatas dapat diperoleh rumusan masalah tentang “ bagaimana pengaruh radius pembengkokan tulangan terhadap kuat tarik ultimate baja tulangan, karena pada saat pembuatan konstruksi di lapangan pembengkokan pasti ada di lakukan karena keperluan konstruksi itu sendiri, masalah yang timbul akibat pembengkokan ini karena pembengkokan yang sering terjadi di lapangan dengan menggunakan sudut bengkok yang berbeda-beda. Oleh karena itu penelitian akan melakukan sejauh mana pengaruh radius bengkok terhadap kekuatan tarik yang akan dialami oleh baja tulangan tersebut, sehingga dapat menentukan didalam penggunaannya.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh radius pembenpada material baja tulangan ulir ini, karena untuk mengetahui berapa kali pembengkokan yang harus di terima oleh baja tulangan tersebut, sehingga dapat bertahan seperti yang dikenai oleh proses pembengkokan itu sendiri.

Manfaat penelitian ini adalah untuk melakukan kajian mendalam terhadap kurva tegangan-regangan yang terjadi akibat pembengkokan yang dilakukan berulang-ulang dalam memvariasi radius bengkokan tulangan mulai dari 45 dan 90 serta dibandingkan dengan baja tulangan yang tanpa di kenai beban.

Penelitian ini memiliki beberapa ruang lingkup antara lain :

1. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental pengujian tarik material baja tulangan ulir diameter 13 mm yang di laksanakan di laboratorium
2. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam mengukur besarnya regangan awal secara detail yang terjadi akibat variasi radius pembengkokan baja tulangan
3. Spesimen benda uji adalah baja tulangan ulir (deformed) diameter 13 mm

4. Benda uji baja tulangan terbagi atas lima perlakuan antara lain :
 - a. perlakuan 1 : baja tulangan ulir tanpa pembengkokan sebagai control
 - b. perlakuan 2 : baja tulangan ulir dengan pembengkokan dari pabrik
 - c. perlakuan 3 : baja tulangan ulir dengan radius pembengkokan 2x45
 - d. perlakuan 4 : baja tulangan ulir dengan radius pembengkokan 4x45
 - e. perlakuan 5 : baja tulangan ulir dengan radius pembengkokan 6x45
 - f. perlakuan 6 : baja tulangan ulir dengan radius pembengkokan 2x90
 - g. perlakuan 7 : baja tulangan ulir dengan radius pembengkokan 4x90

2. TINJAUAN PUSTAKA

Material baja tulangan memiliki kuat tarik yang tinggi akibat penambahan beberapa unsur selain besi itu sendiri, kuat tarik material baja tulangan di pengaruhi oleh unsur yang di sebut carbon steel. Secara umum komposisi material baja terdiri atas 1,7% carbon, 1,65% manganese, 0,6% silicon, dan 0,6% copper, dan 95,45% merupakan unsur besi. berdasarkan kandungan karbon baja terbagi menjadi empat jenis antara lain: low carbon (carbon <0,15%), mild carbon steel (0,15% - 0,29%), medium carbon steel (carbon 0,3% - 0,59%) dan high carbon steel dengan kandungan carbon 0,6% - 1,7% penambahan kandungan karbon dapat meningkatkan kekuatan tetapi dapat mengurangi daktilitasnya (Oentung:2004).

Sifat mekanis material baja tulangan dalam elemen struktur beton bertulang berfungsi untuk menahan gaya tarik sedangkan beton berfungsi untuk menahan gaya tarik. Keuntungan penggunaa material baja sebagai tulangan adalah baja mempunyai kekuatan tarik yang cukup tinggi dan merata, baja juga memiliki kemampuan menahan beban yang besar terutama setelah mengalami kondisi leleh. Baja memiliki kemampuan elastic sehingga pada batas pembebanan tertentu apabila beban dihentikan maka baja akan dapat kembali kebentuk semula (marisco :1994). Sifat-sifat mekanis material baja sangat beragam dan telah diatur dalam SIN 03-1729-2002 sebagai berikut.

Tabel 1. Sifat mekanis baja struktur

Jenis baja	Tegangan putus Minimum, f_u (Mpa)	Tegangan leleh Minimum, f_y (Mpa)	Peregangan Minimum, (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : SIN 30-1729-2002

Berdasarkan SIN 07-2052-2002 baja tulangan beton terbagi atas dua jenis, jenis yang pertama adalah baja tulangan polos adalah baja tulangan beton berpenampang bulat dengan permukaan rata tidak bersirip bisa disebut BJTP (baja tulangan polos). Jenis yang kedua adalah baja tulangan beton sirip yang merupakan baja tulangan beton mutu tinggi yang memiliki permukaan bersirip untuk meningkatkan kemampuan bonding terhadap beton dan biasa di sebut BJTS (baja tulangan sirip).

Dalam SIN 07-2052-2002 mensyaratkan bahwa baja tulangan beton tidak boleh mengandung serpihan, lipatan, gelombang, cerna yang dalam hal ini diperbolehkan berkarat ringan pada permukaan. Yang dimaksud cerna adalah luka pada permukaan baja tulangan beton yang terjadi pada proses cenai dan karat ringan adalah karat yang apabila di gosok dengan cara manual tidak meninggalkan cacat pada permukaan baja tulangan beton. Untuk syarat bentuk baja tulangan polos harus mempunyai permukaan yang rata dan tidak bersirip. Untuk baja tulangan bersirip harus mempunyai sirip melintang yang teratur yang mempunyai sudut tinggi kurang dari 45 derajat terhadap sumbu batang baja tulangan beton.

Sering ditemukan bahwa baja tulangan yang beredar dipasaran memiliki perbedaan baik dari segi mutu maupun ukuran yang bervariasi. Untuk membuat konstruksi aman maka pemerintah telah membuat standar toleransi ukuran diameter baja tulangan beton minimum 0,3 mm dan maksimum 0,8 mm yang telah di atur dalam SIN 07-2052-2002.

Perilaku material baja tulangan.

Berdasarkan SK SIN 03-1729-2002 menyatakan bahwa aksi adalah penyebab terjadinya tegangan atau deformasi pada struktur, sedangkan beban adalah suatu gaya yang bekerja dari luar. Sedangkan deklilitas adalah kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastic bolak-balik berulang diluar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya. Dalam perencanaan desain

struktur factor reduksi merupakan suatu factor yang dipakai untuk mengalikan kuat nominal untuk mendapatkan kuat rencana. Hal ini bertujuan agar struktur tidak melampaui keadaan batasnya dimana keadaan batas adalah setiap kondisi batas, yang diluar batas ini struktur tidak akan dapat lagi memenuhi fungsi yang direncanakan. Selanjutnya dalam desain perencanaan tulangan balok dan kolom kuat rencana harus lebih besar dari kuat ultimate ($M_n < M_u$). Menurut thambah sembing gurki (2006) untuk memperoleh desain konstruksi yang amat kuat rencana harus dikalikan factor reduksi akibat kesalahan dalam pelaksanaa ($M_n < M_u$).

Dalam praktek perencanaan struktur beton bertulang bersifat mekanis material baja tulangan dipengaruhi oleh 3 faktor antara lain chemical composition, heat treatment, period strain history atau sejarah regangan. Baja karbon atau sering disebut carbonsteel adalah material baja yang memiliki kandungan karbon sebagai bahan yang mampu meningkatkan mutu tarik baja. Akan tetapi peningkatan mutu tarik baja berpengaruh terhadap modulus elastisitas dan keuletannya. Beban yang kuat tidak memiliki keuletan dan getas, kurang mampu terhadap deformasi plastis (Lawrence H. van vlack: 1983).

Arif darmali dan ichwan (1979) juga menjelaskan bahwa factor yang berhubungan dengan sifat, kualitas bahan, cara mengerjakan dan bentuk konstruksi meliputi : elastisitas bahan, jenis bahan, ada dan tidak korosi, pekerjaan akhir permukaan bagian konstruksi, dan perubahan serentak dari penampang. Ditegaskan pula oleh Lawrence H. van vlack (1983) perinsip utama ialah bahwa setiap sifat beban berkaitan erat sekali dengan struktur intern beban itu sendiri.

Semakin tinggi mutu material baja semakin besar pula tingkat kegetasannya sehingga kemampuan meregangnya material baja juga semakin terbatas. Pada kenyataannya sebagian besar baja tulangan telah mengalami regangan awal sebelum benar-benar bekerja dalam suatu elemen struktur beton tulangan. Regangan tersebut merupakan deformasi akibat dari gaya yang

bekerja baik pembengkokan atau pelurusan material baja tulangan sewaktu distribusi maupun ketika difabrikasi dilapangan. Morisco (1994) menjelaskan bahwa jika spesimen baja dibebani sampai daerah plastis atau pengerasan regangan, kemudian beban dilepaskan maka kurva pada pelepasan beban akan sejajar dengan kurva bagian elastis. Terdapat regangan sisa setelah beban dilepas.

Depormasi material baja tulangan.

Berdasarkan peraturan beton bertulang indonesia tahun 1971 bab 8.2 menjelaskan perbedaan panjang daerah pembengkokan baja tulangan polos dengan baja tulangan ulir. Dalam aturan tersebut dijelaskan bahwa panjang daerah pembengkokan memiliki hubungan erat dengan diameter baja tulangan yang dibengkokan. Baja tulangan ulir (deformed) memiliki panjang pembengkokan lebih besar dari pada baja tulangan polos. Hal tersebut menegaskan bahwa semakin tinggi mutu baja tulangan maka perpanjangan yang diizinkan semakin kecil.

Menurut Lawrence H. vlack (1983) bahwa deformasi terjadi bila bahan mengalami gaya. Regangan (strain),e adalah desar deformasi persatuan panjang, dan tegangan (strees),adalah gaya persatuan luas. Selama deformasi bahan menyerap energy sebagai akibat adanya gaya yang bekerja sepanjang jarak deformasi. Kekuatan (strength) adalah ukuran besar gaya yang diperlukan untuk mematahkan suatu bahan. Keuletan (ductility) dikaitkan dengan besar regangan permanen sebelum perpatahan, sedangkan ketangguhan (toughness) dikaitkan dengan jumlah energi yang diserap bahan sampai terjadi perpatahan. Dalam pelaksanaan konstruksi baja tulangan sering kali mengalami pembengkokan. Secara empiris pembengkokan tulangan telah diatur dalam peraturan beton Indonesia tahun 1971, akan tetapi bagaimana pengaruhnya terhadap kekuatan baja tulangan perlu dikaji lebih mendalam melalui penelitian ilmiah. Kuat tarik material baja tulangan.

Menurut Lawrence H. van vlavk (1983) kekuatan tarik (tensile strength) suatu beban ditentukan dengan membagi gaya maksimum dengan luar penampang semula. Dimensinya sama dengan tegangan. Perlu dicatat bahwa kekuatan tarik ditetapkan berdasarkan luas penampang mula, sedangkan sesungguhnya pada bahan ulet, luas penampang mengecil pada waktu beban maksimum terlampaui. Kekuatan adalah tegangan pada waktu patah. Akan tetapi penentuan gagal ditentukan oleh definisinya. Baja siku yang digunakan

pada pemancar radio dinyatakan gagal bila lentur karena dapat menyebabkan runtuhnya menara tersebut. Pada lentur dapat terjadi deformasi plastik, oleh karena itu perancang akan mempersyaratkan agar tegangan pada tiang menara lebih kecil dari kekuatan leleh untuk besi siku. Menurut istimawan diphousodo (1991) tegangan leleh adalah tegangan baja pada pada saat meningkatnya regangan tidak disertai meningkatnya tegangan.

Bila diperlukan, ahli teknik dapat menghitung tegangan sebenarnya (true stress), T yang sama dengan gaya dibagi luas penampang sesungguhnya. Dengan sendirinya nilai ini berubahsepanjang bendah uji yang telah mengalami deformasi plastik dan akan mengalami nilai maksimum pada daerah susut. Hal ini berarti bahwa tegangan sesungguhnya Tt pada saat patah selalu lebih besar dari pada kekuatan patah yang ditentukan berdasarkan penampang mula. Tegangan sesungguhnya memungkinkan kita menganalisa gaya-gaya selama deformasi dan pada saat patah, akan tetapi tegangan maksimum (berdasarkan penampang mula) lebih sering digunakan oleh ahli tenik yang membuat desain mereka berdasarkan demensi mula.

Kekerasan (hardness) didefenisikan sebagai ketahanan bahan terhadap penetrasi pada permukaannya. Dapat diperkirakan bahwa terdapat hubungan antara kekerasan dengan kekuatan bahan. Bilangan kekerasan brinell (BKB) adalah suatu indeks kekerasan yang dihitung dari luar daerah lekukan yang ditimbulkan oleh penekak bulat yang besar. Lekukan ini ditimbulkan oleh bola baja karbidatungsten yang keras dengan beban setandart. Kekerasan Rockwell (R) merupakan indeks kekerasan lain yang digunakan dalam teknik dan ada hubungan dengan BKB. Besaran ini ditentukan dengan menghitung kedalaman penetrasi, suatu penekanan standar yang kecil. Dengan menggunakan bentuk penekan dan beban yang berbeda-beda diperoleh beberapa skala rock well, jadi beberapa dengan kekuatan, yang menjadi kekuatan dari tegangan yang diperlukan untuk merubah bentuk atau mematahkan bahan. Energy merupakan hasi kali gaya dan jarak, dinyatakan dalam joule dan ada hubungannya dengan luas daerah di bawah kurva tegangan regangan.

Memurut arif darmali dan ichwan (1979) untuk memperoleh pengertian, hal sifat-sifat mekanis dari bahan tertentu, misalnya baja St.37 kita mengadakan percobaan tarik, sesuai pedoman-pedoman yang tertulis dalam

N.712. diambil batang baja St.37 dengan penampang tegak bulat atau empat persegi panjang, yang bentuk dan panjangnya sesuai N.712. ujung-ujung batang tersebut dipasang dibangku tarik, lalu di tarik secara teratur hingga patah. Waktu batang ditarik, perpanjangan dari batang (panjang batang antara dua titik sentral) ditentukan melalui pembacaan pada alat pengukur perpanjangan dan tegangan ditentukan dengan pembacaan dengan alat pengukur tegangan. Dengan demikian kita dapat melukis diagram tegangan regangan, karena diketahui hubungan antara tegangan tarik terhadap perpanjangan relatif. Grafik ini juga didapat dengan bangku tarik dengan alat-alat elektronik pencatat sendiri.

Berdasarkan percobaan Hooke, perubahan panjang sebesar Δl itu benar-benar terjadi dengan konsep perpanjangan berbanding lurus dengan gaya, P (tarik), perpanjangan juga berbanding lurus dengan panjang semula, L , perpanjangan juga berbanding terbalik dengan luas penampang, F , serta perpanjangan tergantung pada sifat kenyal bahan atau dapat dikatakan perpanjangan berbanding terbalik dengan modulus elastisitas, E (sumono:1989). Pendapat diatas dituliskan didalam rumus-rumus

$$E = \sigma / \epsilon \quad (1)$$

Tujuan dari ilmu kekuatan ialah dengan jalan empiris dan dengan jalan teoritis, menemukan rumus-rumus sehingga bentuk dan dimensi dari bagian konstruksi dapat ditentukan (arif darmali dan ichwan:1979) Berat benda uji dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$G = \sum g / \sum L \quad (2)$$

Dimana :

G = berat benda uji (kg/inc)

$\sum g$ = jumlah berat seluruh sampel

$\sum L$ = jumlah panjang seluruh sampel

Pengaruh elemen-elemen paduan terhadap kekuatan logam

Sifat-sifat baja sangat ditentukan oleh komposisi kimianya, untuk memperoleh sifat yang diinginkan untuk tujuan pemakaian, ditambahkan elemen-elemen paduan kedalam baja.

- Belerang : meningkatkan sifat mampu putus tatal; merupakan sifat mulur, sikap mampu las dan sifat mampu tampa.

- Fosforus : meningkatkan kekuatan tarik, pecah getar, ketahanan terhadap korosi dan sifat mampu cor, menurunkan sifat mulur dan kekuatan tumba.
- Karbon : meningkatkan kekuatan tarik menjadi sekitar 90% N/MM2 dalam keadaan tidak diperlakukan, dan meningkatkan batas luluh sekitar 45 N/MM2 untuk tiap 0,1% C. disamping itu meningkatkan kekerasan, sampai dengan kandungan karbon 0,22%, sifat mampu lasnya baik, kandungan karbon mulai dari 0,33% memungkinkan sifat mampu keras menurut sifat mampu mulur, kekuatan kejut pukulan tarik, sifat mampu tampa.
- Kobalt : meningkatkan kekuatan tarik, kekerasan dan kemampuan mempertahankan daya potong; menurunkan sifat liat dan kepekaan terhadap panas lanjut.
- Kromium : meningkatkan sifat mampu kedalaman kekerasan, sifat liat, kekuatan tarik, ketahanan terhadap suhu tinggi, ketahanan terhadap pembentukan kulit besi serta ketahanan terhadap korosi (dengan kandungan kromium lebih dari 13%, baja tidak akan berkarat); menurunkan sifat mulur, sifat mampu las, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk.
- Mangan : meningkatkan kekuatan tarik dan batas luluh dalam keadaan tidak diperlakukan. Sekitar 100 N/MM2, SETIAP % mangan meningkatkan sifat mampu keras keseluruhan dan sifat tahan aus. Menurunkan sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk dingin. Pada suhu tinggi cenderung membentuk butiran kasar. Baja mangan peka terhadap perlakuan yang lama dan panas lanjut.
- Melibdenum : meningkatkan kekuatan tarik, kekerasan, sifat tahan panas, tahan aus, sifat mampu kedalaman kekerasan dan sifat simpan

kekerasan; memurunkan sifat mampu tampa.

- Nikel : meningkatkan kekuatan tarik sifat liat, sifat mampu kedalaman kekerasan, sifat tahan panas dan ketahanan terhadap korosi menurunkan sifat mampu mesin, mampu cetak dalam dan daya hantar listrik.
- Nitrogen : meningkatkan batas luluh, kekuatan tarik, kekerasan sifat tahanaus dan tahan panas; menurunkan sifat mampu bentuk dingin dan menjurus kepada penuaan.
- Silikon : meningkatkan kekuatan tarik dan batas luluh dalam keadaan tidak diperlakukanaskan, yaitu sekitar 100 N/MM² per 1% silikon. Kekerasan elastisitas pun menjadi lebih besar; menurunkan sifat mampu mesin, sifat mampu las dan sifat mampu tampa.
- Tungsten : meningkatkan kekuatan tarik, batas luluh, kekerasan, ketahanan terhadap korosi, sifat tahan panas dan kemampuan mempertahankan daya potong; merupakan sifat mulur, sifat mampu tampa dan mampu mesin.
- Vanadium : meningkatkan kekuatan tarik, kekerasan, sifat tahan panas dan sifat simpan kekerasan; menurunkan sifat mampu mesin, sifat mampu mesin, sifat mampu bentuk dingin dan sikap mampu peka panas lanjut.

Nilai indentifikasi dan sifat teknis baja serta penentuannya

Batang uji tarik menurut standar DIN 2015 di pasang pada mesin pengujian tarik atau mesin pengujian universal dan diberi beban tarik secara merata sampai putus.

Struktur dan sifat logam

- Struktur micro
Struktur micro merupakan cirri bahan yang tidak dapat dilihat secara kasat mata dan untuk mengetahuinya diperlukan alat bantu (mikroskop), meliputi bentuk, ukuran dan orientasi Kristal-sifat mekanik.
- Struktur macro
Cirri bahan yang dapat dilihat oleh mata tujuan utama adalah untuk

mengetahui discontinuity (porosity,retak,inklusi dll, yang mempengaruhi daya guna – non destruktif test (SDT).

- Sifat tak peka struktur, sifat bahan yang tidak dipengaruhi oleh perubahan struktur micro mauoun makro, contoh sifat fisis logam seperti berat jenis dll
- Sifat peka struktur, sifat bahan yang dipengaruhi oleh perubahan struktur micro dan macro, contoh sifat-sifat mekanik seperti kuat tarik, kekerasan, tarik dll.

2.1 Sifat mekanik

Sifat mekanik adalah sifat suatu material yang dikaitkan dengan kemampuan material untuk menahan beban beberapa sifat:

1. Kekuatan (strength)
Kemampuan material menahan deformasi bila dikenai beban
2. Elastisitas (elasticity)
Kemampuan untuk kebetuk semula bila beban dilepas
3. Plastisitas (plasticity)
Sifat bahan yang mengalami deformasi permanen bila dikenai beban
4. Kekuatan (Stiffness)
Kekuatan bahan menahan beban deformasi elastic
5. Sifat getas (brittleness)
Sifat bahan yang mengalami patah mengalami deformasi plastis,contoh cast iron
6. Keuletan (ductility)
Sifat dimana bahan yang dikenai beban akan mengalami deformasi plastis yang relative besar sebelum patah, contoh bahan kabel,aluminium,emas,perak,dan tembaga.
7. Ketangguhan (Toughness)
Ukuran suatu bahan untuk menyerap energy deformasi plastis – infact
8. Kekerasan (hardness)
Kemampuan bahan untuk menahan indentasi permanen
9. Kelelahan (fatige)
Ketahanan bahan terhadap beban dinamik yang berulang-ulang, contoh Jembatan

2.2 Sifat-sifat pengujian

- a. Pengujian yang merusak (destructive)Benda yang akan di uji akan

mengalami proses kerusakan baik itu di potong maupun patah, umumnya dilakukan di laboratorium. Uji yang di lakukan di lab. Mekanik, pengujian mekanik adalah suatu proses uji untuk mengetahui sifat mekanik suatu material.

Jenis-jenis pengujian mekanik

1. Didasarkan pada beban static
 - Uji tarik (tensile test)
 - Uji kekerasan (hardness)
 - Uji takik (impact test)
 - Uji mulur (creep test)
2. Didasarkan pada beban dinamik
 - Uji lelah (fatigue test)

b. Pengujian yang tidak merusak materis (non destructive) NDT)

- Uji cacat las (ultra sonic)
- profil projector
- Strain gauge
- metallograhy
- Metal scane

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum kita melakukan pembahsan terhadap hasil yang di dapat, kita terlebih dahulu harus melakukan pembuktian uji laboratorium, guna untuk membuktikan hasil yang sebenarnya dari masing-masing perlakuan. Mulai pengujian terhadap material yang tanpa mengalami proses perlakuan, dan di nalnjutkan dengan pengujian dari masing-masing proses perlakuan, mulai dari pembengkokkan dengan menggunakan mesin, kemudian pembengkokkan dengan menggunakan tenaga manusia dan diluruskan kembali, kemudian di bengkokkan lagi sampai tiga kali pengulangan pelurusan dan pembengkokkan, adapun pembengkokkan dilakukan mulai dari 45° dan 90°, dari hasil pembengkokkan tersebut kemudian di lakukan pengujian Tarik, adapun data pengujian tarik dari masing-masing data adalah sebagai berikut :

1. Data pengujian dengan pembengkokkan 3 x 45°, kemudian diluruskan

No	F(N)	σ_t (N/mm ²)	ϵ (%)	Ys (N/mm ²)	A(mm ²)
1	66547	501,365	40	331,461	132,32
2	62700	472,379	40	292,454	132,32
3	64499	485,938	40	286,090	132,32
Rata-rata		486.561		303.335	

2. Data pengujian dengan pembengkokkan 1 x 90°, kemudian di luruskan

No	F(N)	σ_t (N/mm ²)	ϵ (%)	Ys (N/mm ²)	A(mm ²)
1	64150	483,304	40	309,732	132,32
2	64450	485,564	40	316,732	132,32
3	63450	478,030	40	301,807	132,32
Rata-rata		482.299		309.423	

3. Data pengujian dengan pembengkokkan 2 x 90°, kemudian diluruskan

No	F(N)	σ_t (N/mm ²)	ϵ (%)	Ys (N/mm ²)	A(mm ²)
1	59191	445,944	40	277,934	132,32
2	67850	511,179	40	344,178	132,32
3	51150	385,362	40	208,216	132,32
Rata-rata		447.495		276.776	

4. Data pengujian dengan pembengkokkan 3 x 45°, kemudian diluruskan

No	F(N)	σ_t (N/mm ²)	ϵ (%)	Ys (N/mm ²)	A(mm ²)
1	66547	501,365	40	331,461	132,32
2	62700	472,379	40	292,454	132,32
3	64499	485,938	40	286,090	132,32
Rata-rata		486.561		303.335	

5. Data pengujian dengan pembengkokkan 1 x 90°, kemudian di luruskan

No	F(N)	σ_t (N/mm ²)	ϵ (%)	Ys (N/mm ²)	A(mm ²)
1	64150	483,304	40	309,732	132,32
2	64450	485,564	40	316,732	132,32
3	63450	478,030	40	301,807	132,32
Rata-rata		482.299		309.423	

6. Data pengujian dengan pembengkokkan 2 x 90°, kemudian diluruskan

No	F(N)	σ_t (N/mm ²)	ϵ (%)	Ys (N/mm ²)	A(mm ²)
1	59191	445,944	40	277,934	132,32
2	67850	511,179	40	344,178	132,32
3	51150	385,362	40	208,216	132,32
Rata-rata		447.495		276.776	

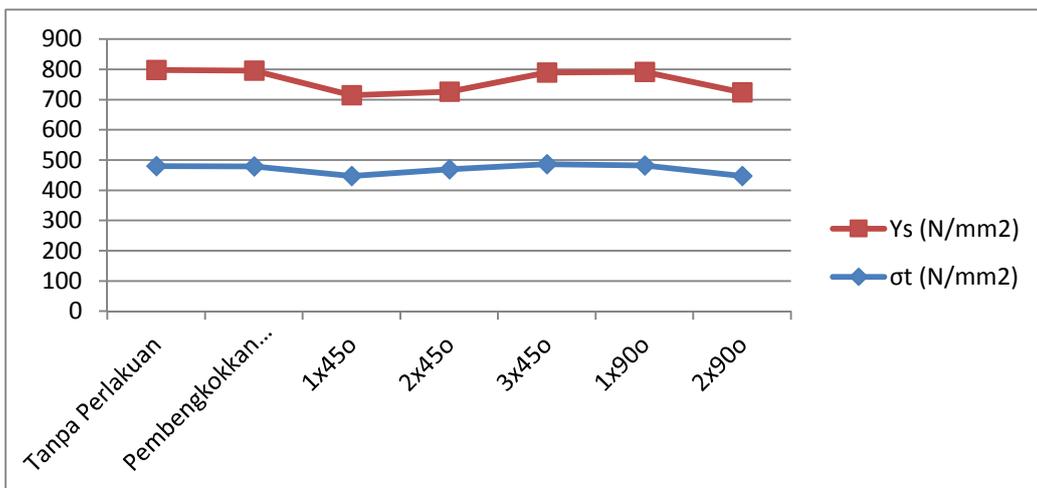
4. KESIMPULAN

Dari proses pengambilan data yang di lakukan dengan melakukan pengujian tarik pada laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya, menunjukkan bahwa pengaruh pembengkokkan terhadap baja tulangan ulir

13 mm, menunjukan bahwa sudut yang di bentuk tidak boleh terlalu tajam karena kalau sudut terlalu tajam dapat menyebabkan patah pada saat material tersebut diluruskan kembali, untuk membuktikan hal tersebut dapat di lihat pada yield stranght seperti data pada table pengujian di bawah ini.

Data akhir dari hasil pengujian dan penghitungan untuk masing-masing perlakuan

No	Proses	σ_t (N/mm ²)	Ys (N/mm ²)
1	Tanpa Perlakuan	480.120	318.302
2	Pembengkokkan dengan mesin	478.784	316.688
3	1x45°	447.369	267.334
4	2x45°	469.868	256.104
5	3x45°	486.561	303.335
6	1x90°	482.299	309.423
7	2x90°	447.495	276.776



Melihat dari hasil pengujian yang di lakukan ternyata tegangan yang sangat tinggi terjadi pada pembengkokkan 3 x 45°, sedangkan yield point yang tertinggi terjadi pada pembengkokkan 1 x 90°, untuk itu apabila kita

ingin melakukan pembuatan kontruksi sebaiknya dapat menghindari pembengkokkan yang berulang-ulang, karena dapat mengurangi kekuatan batang baja itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. A.Gatot Bintoro, Dasar-dasar pekerjaan las, Yogyakarta,Th.1999
2. Jhon Stefford dan Guy McMurdo,Teknologi Kerja Logam,Erlangga,Th.1999.
3. Sularso,Kiyokatsu Suga, Elemen Mesin, Jakarta,Th.2004
4. Takeshi Sato,N.Sugiarto.H, Teknik Menggambar Mesin, Jakarta, Th.2000
5. Herman Jute, "WESTERMENN TABLES",Weley eastern limited New delhi,Th.1985.
6. Mikell P.Groover, "Fundamentals of Modern Manufacturing"Materials, Processes,and system,edisi ke tiga, 20

