

Analisis Sifat Mekanis Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir (BjTS)

Berdasarkan Pada Metode SNI 2052:2024

Arqowi Pribadi¹, Parmo²

^{1,2}Civil Engineering, UIN Sunan Ampel, Surabaya
e-mail : arqowi.pribadi@uinsa.ac.id, parmo99@uinsa.ac.id

ABSTRAK

Setiap pekerjaan konstruksi bangunan yang kuat, kokoh dan tahan lama tak lepas dari peran material berkualitas seperti pengaplikasian baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS). Baja tulangan beton sirip/ulir memiliki desain bagian permukaannya bersirip melintang dan memanjang untuk meningkatkan daya lekat dan daya menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengujian tarik bersifat merusak terhadap material baja tulangan beton sirip/ulir menggunakan mesin uji tarik untuk menganalisis sifat-sifat mekanismenya. Baja tulangan beton sirip/ulir berasal dari merk CBS berdiameter 10 mm (S 10), 13 mm (S 13), 16 mm (S 16), 19 mm (S 19), 22 mm (S 22) dan 25 mm (S 25) dengan panjang 500 mm sebanyak 3 buah setiap variasi diameternya. Standar penentuan mutu kelas baja tulangan beton sirip/ulir menggunakan metode SNI 2052:2024 untuk menganalisis kuat leleh, kuat tarik dan regangan dalam 200 mm. Hasil pengujian tarik didapatkan nilai kuat leleh rata-rata S 10, S 13, S 16, S 19, S 22; S 25 berturut-turut yaitu 420,801 N/mm²; 482,877 N/mm², 426,963 N/mm²; 443,027 N/mm²; 480,220 N/mm²; 459,116 N/mm² dengan nilai kuat tarik rata-rata sebesar 540,733 N/mm²; 618,000 N/mm²; 564,133 N/mm²; 581,333 N/mm²; 616,700 N/mm²; 623,133 N/mm². Hasil uji tarik menunjukkan bahwa S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 masuk dalam spesifikasi kelas baja tulangan BjTS 420 sesuai dengan standar mutu baja tulangan beton menggunakan metode SNI 2052:2024 serta telah memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan pada Rencana Kerja dan Syarat (RKS) tentang spesifikasi penggunaan baja tulangan beton.

Kata kunci : baja tulangan beton sirip/ulir, analisis sifat mekanis, standar mutu baja tulangan beton

1. PENDAHULUAN

Pada masa modern seperti sekarang ini, peranan sarana dan prasarana bangunan infrastruktur menjadi sebuah kebutuhan tak terhindarkan lagi demi mensukseskan pertumbuhan perekonomian bagi suatu negara. Seiring kemajuan pembangunan yang begitu pesat, kebutuhan akan material juga semakin bertambah dalam rangka mendukung percepatan pekerjaan konstruksi bangunan seperti gedung bertingkat tinggi, jembatan, jalan tol, pelabuhan, dermaga, bandara serta sarana dan prasarana bangunan infrastruktur lainnya. Berbagai material bangunan mulai diproduksi dalam skala besar seperti semen, batu bata, kayu, beton, baja profil dan baja tulangan beton untuk menjamin keberlangsungan pembangunan infrastruktur. Dalam dunia industri konstruksi, material baja tulangan beton merupakan salah satu bahan bangunan yang sering dipergunakan tentunya bersama dengan material beton membentuk bangunan yang kuat, kokoh dan tahan lama.

Baja tulangan beton adalah batang baja berbentuk menyerupai jala baja sebagai alat penekan pada beton bertulang serta struktur batu bertulang untuk memperkuat dan membantu beton di bawah tekanan. Baja tulangan beton bisa secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik struktur, stabilitas dan daya tahan yang tinggi apabila dikombinasikan dari segi fungsinya. Selain itu juga, baja tulangan beton merupakan baja karbon ataupun baja paduan berbentuk batang yang memiliki penampang bundar dengan permukaan polos atau sirip untuk kebutuhan penulangan beton yang diproduksi dari bahan baku *billet* dengan menggunakan canai panas (*hot rolling*). Baja tulangan beton disamping untuk memperkuat ikatan dalam campuran adukan beton juga bisa membuat material beton bertulang itu sendiri menjadi lebih ringan tanpa mengurangi nilai kekuatan tariknya. Karakteristik sifat tarik yang diberikan oleh baja tulangan beton akan mengurangi

retakan-retakan halus pada beton akibat adanya proses beban tegangan. Koefisien muai panas baja tulangan beton dan beton memiliki kemiripan karakteristik pemuaian panas selama terjadi perubahan suhu (Ruzuqi, R dkk, 2022).

Baja tulangan beton bisa dibedakan menjadi 2 (dua) jenis berdasarkan pada bentuknya yaitu baja tulangan beton polos (BjTP) dan baja tulangan beton sirip (BjTS). Baja tulangan beton polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip/berulir, sedangkan baja tulangan beton sirip ialah baja tulangan beton dengan bagian permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk menahan daya lekat dan daya guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton. Baja tulangan beton sirip ini biasanya akan memberikan kekuatan, fleksibilitas dan daya cengkram yang diperlukan dalam berbagai pekerjaan struktural. Sifat mekanik logam adalah suatu sifat terpenting karena sifat mekanik logam menyatakan kemampuan suatu logam untuk menerima beban atau gaya dari luar tanpa mengalami kerusakan dari logam tersebut. Sifat mekanik logam ini perlu dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan meskipun dalam proses pembuatannya telah diprediksikan sifat mekanik untuk mengetahui nilai mutlak dan akurat dari sifat mekanik logam tersebut (Rahmawan, A. N., 2024).

Analisis sifat mekanis dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebahan yang diberikan bisa berupa gaya, torsi ataupun gabungan keduanya. Ada 4 (empat) metode pengujian secara umum dipergunakan untuk mendapatkan nilai mekanis suatu material yaitu uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), uji geser (*shear test*). Pengujian tarik adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan/material dengan cara memberikan beban gaya yang sesumbu. Pengujian tarik dilakukan terhadap baja tulangan beton untuk mengetahui sifat-sifat mekanis seperti kekuatan tarik, kuat luluh, keuletan, modulus elastisitas, kelentingan dan ketangguhan dari bahan baja tulangan beton tersebut. Sifat mekanis baja tulangan beton bergantung pada kandungan karbonnya. Kandungan karbon yang kecil saja sudah cukup untuk mengubah besi lunak atau besi bulat menjadi material dengan sifat mekanis yang berbeda. Semakin tinggi kandungan karbon bisa diasumsikan baja tulangan beton akan semakin kuat, keras dan kurang ulet yang membuat pengrajananya menjadi lebih sulit terutama untuk baja dengan kandungan karbon di atas 0,3%. Selain itu, kandungan fosfor dan belerang dalam baja dapat menyebabkan sifat getas walaupun biasanya terdapat dalam jumlah kecil (rata-rata ada di sekitar 0,6%) (Rahmawan, A. N., 2024).

Menurut SNI 2052:2024 bahwa tulangan utama harus dirancang dengan diameter dan luas penampang yang sesuai dengan memiliki kuat tarik minimal 525 MPa serta tingkat perpanjangan (daktilitas) tertentu untuk mencegah keruntuhan mendadak. Selain itu, komposisi kimia tulangan juga diatur untuk memenuhi suatu batasan maksimum apabila sifat-sifat tulangan yang tersedia secara komersial di pasaran akan digunakan dalam konstruksi tidak memenuhi asumsi desain ini berakibat pada potensi kegagalan struktur akan sangat tinggi. Analisis sifat mekanis baja tulangan beton sirip/ulir akan memberikan hasil nilai besaran kuat luluh (leleh), kuat tarik dan prosentase regangan/uluran dalam 200 mm secara cepat, akurat dan tepat. Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Pemilihan dan penggunaan material baja tulangan beton baik polos maupun ulir harus mempertimbangkan persyaratan mutu kelas yang telah ditetapkan oleh pemerintah sehingga akan terjamin tingkat keberhasilan, kekuatan, ketahanan dan keamanan pekerjaan konstruksi bangunan.

Seorang perencana konstruksi bangunan harus menciptakan struktur bangunan yang optimal dan efisien agar tidak terjadi kesalahan fatal dalam merencanakan dan menghindari kejadian yang tidak diharapkan di kemudian hari terutama dalam hal pemilihan material baja tulangan beton baik polos maupun sirip/ulir secara tepat. Baja tulangan beton sirip/ulir yang memiliki bentuk khusus akan memberikan tambahan kekuatan daya lekat dan daya guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton melalui sirip melintang dan memanjangnya. Diharapkan dengan adanya penelitian ini bisa diperoleh suatu informasi yang memperkaya metode maupun data pembanding untuk keperluan rekayasa teknik dan desain produk komponen maupun struktur melalui pemeriksaan terhadap sifat mekanis baja tulangan beton sirip/ulir yang memenuhi standar mutu sesuai dengan Rencana Kerja dan Syarat (RKS) yang telah ditetapkan pada pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Baja tulangan beton umumnya terbuat dari *billet* baja tuang kontinu dengan komposisi kimia spesifik terutama bahan karbon yang memiliki sifat daya tahannya yang cukup tinggi. Komposisi baja tulangan beton mencakup unsur perpaduan *billet* seperti kandungan karbon (C), silikon (S), Mangan (Mn) maksimal sesuai kelas baja tulangan mulai dari BjTS 280 sampai dengan BjTS 690 sehingga material dasar ada jaminan sudah memenuhi standar yang berlaku. Kualitas bahan dan proses pembuatan akan mempengaruhi kekuatan tarik dan kekuatan leleh dari baja tulangan beton itu sendiri. Pemilihan material yang cermat akan menentukan kualitas baja tulangan beton dan berpengaruh pada ketahanannya terhadap gaya dan tekanan yang diberikan oleh konstruksi bangunan. Proses pembuatan yang tepat dan kontrol kualitas yang ketat dapat memastikan baja tulangan beton memiliki kinerja optimal dalam mendukung struktur bangunan yang kuat, kokoh dan tahan lama. Para pengguna diharapkan dapat memahami sifat-sifat baja tulangan beton sebelum mengaplikasikan untuk tujuan desain dan atau pekerjaan pembangunan infrastruktur berkelanjutan.

Baja Karbon

Menurut Supriyono, dkk (2015) baja adalah logam paduan dimana logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai gradenya. Unsur lain yang ada dalam baja meliputi karbon, mangan, fosfor, sulfur, nitrogen, aluminium, silikon dan sebagian kecil lainnya oksigen. Penambahan unsur elemen lain seperti halnya mangan, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium dan vanadium memiliki tujuan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja. Penambahan kandungan karbon pada baja akan dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya (*tensile strength*) namun di lain sisi membuatnya bisa menjadi getas (*brittle*) serta menurunkan keuletan (*ductility*). SNI 2052 tahun 2024 mendefinisikan sebagai baja karbon atau baja paduan berbentuk batang berpenampang bundar dengan permukaan polos atau sirip/ulir untuk penulangan beton yang diproduksi dari bahan baku *billet* baja tuang kontinu dengan komposisi kimia tertentu melalui sistem canai panas (*hot rolling*) berdasarkan pada sertifikat kesesuaian bahan baku (*mill certificate*).

Bahan-bahan logam biasanya bisa diklasifikasikan sebagai bahan liat (*ductile*) atau bahan rapuh (*brittle*). Bahan liat mempunyai gaya regangan (*tensile strain*) yang relatif besar sampai mencapai titik kerusakan seperti halnya baja atau aluminium, sedangkan bahan rapuh mempunyai gaya regangan yang relatif kecil sampai dengan titik yang sama seperti besi cor dan beton. Batas mengalami regangan 0,05 sering dipakai untuk garis pemisah di antara bahan liat dan bahan rapuh. Bahan baku baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS)

terbuat dari *billet* baja tuang kontinyu dengan komposisi karbon (C), silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), belerang (S) dan karbon ekivalen (Ceq) sesuai dengan SNI 2052:2024. Standar mutu kelas baja tulangan beton telah ditetapkan juga prosentasi kandungan unsur maksimum terhadap berat murni dan kode warna umumnya digunakan sebagai penanda kelas mutu baja tulangan itu sendiri.

Tabel 1. Komposisi kimia *billet* baja tuang kontinyu (*ladle analysis*)

Kelas Baja Tulangan	Kandungan unsur maksimum (% berat)					
	C	Si	Mn	P	S	Ceq ^a
BjTP 280	—	—	—	0,050	0,050	—
BjTS 280	—	—	—	0,050	0,050	—
BjTS 420	0,32	0,55	1,65	0,050	0,050	0,600
BjTS 520	0,35	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625
BjTS 550	0,33	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625
BjTS 690 ^b	0,33	0,55	1,65	0,050	0,050	0,625

CATATAN Nilai karbon (C) pada produk baja tulangan beton diperbolehkan lebih besar 0,03% dari nilai maksimum

a $Ceq = C + Mn/6 + Cu/40 + Ni/20 + Cr/10 - Mo/50 - V/10$

b BjTS 690 dapat ditambahkan salah satu atau kombinasi dari unsur paduan seperti Cu, Ni, Cr, Mo, V, Nb, Ti atau Zr sesuai kebutuhan

(Sumber : SNI 2052:2024)

Menurut SNI 2052:2024 persyaratan fisik suatu material yang dibutuhkan berupa dimensi, tinggi sirip, jarak sirip melintang, lebar sirip membujur dan berat minimum yang harus dicapai agar memenuhi standar yang telah ditetapkan dari segi kualitas fisiknya. Produsen baja tulangan beton sangat jarang memproduksi baja tulangan beton dengan dimensi presisi seperti yang dipersyaratkan sehingga perlu memberikan batasan toleransi untuk berat baja per meter panjang dengan persentase tertentu. Berikut ini disajikan ukuran diameter baja tulangan sirip/ulir dan berat per meter panjang baja tulangan beton yang biasanya umum tersedia di pasaran.

Tabel 2. Ukuran baja tulangan beton sirip/ulir

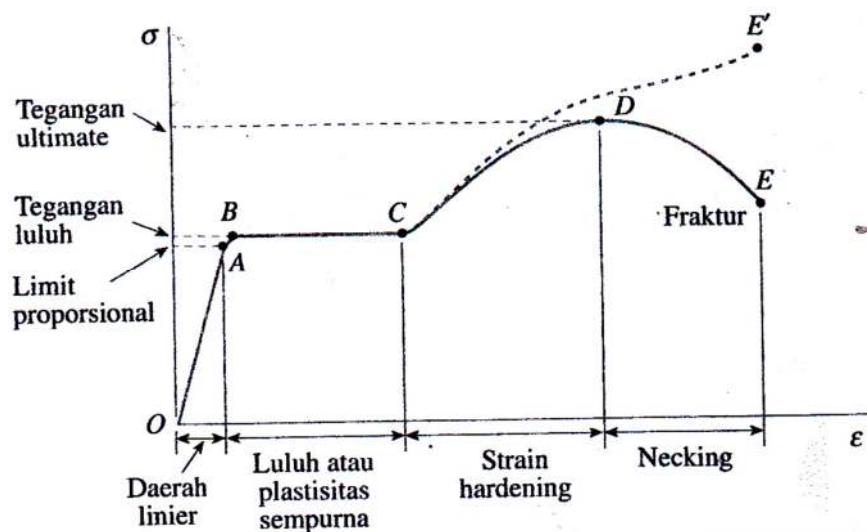
No.	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas Penampang Nominal (A)	Tinggi Sirip (H)		Jarak Sirip Melintang (P)	Lebar Sirip Membujur (T)	Berat nominal per meter
				Min	Maks			
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/m
1.	S 6	6	28,27	0,30	0,60	4,20	4,70	0,222
2.	S 8	8	50,27	0,40	0,80	5,60	6,30	0,395
3.	S 10	10	78,54	0,50	1,00	7,00	7,90	0,617
4.	S 13	13	132,73	0,70	1,30	9,10	10,20	1,042
5.	S 16	16	201,06	0,80	1,60	11,20	12,60	1,578
6.	S 19	19	283,53	1,00	1,90	13,30	14,90	2,226
7.	S 22	22	380,13	1,10	2,20	15,40	17,30	2,984
8.	S 25	25	490,87	1,30	2,50	17,50	19,70	3,853
9.	S 29	29	660,52	1,50	2,90	20,30	22,80	5,185
10.	S 32	32	804,25	1,60	3,20	22,40	25,10	6,313
11.	S 36	36	1017,88	1,80	3,60	25,20	28,30	7,990
12.	S 40	40	1256,64	2,00	4,00	28,00	31,40	9,865
13.	S 43	43	1452,20	2,20	4,30	30,10	33,80	11,400
14.	S 50	50	1963,50	2,50	5,00	35,00	39,30	15,413
15.	S 54	54	2290,22	2,70	5,40	37,80	42,30	17,978

16.	S 57	57	2551,76	2,90	5,70	39,90	44,60	20,031
(Sumber : SNI 2052:2024)								

Sifat-Sifat Mekanik Baja Tulangan Beton

Menurut Yahya, A. (2024) bahwa setiap material memiliki sifat mekanik yang berbeda-beda. Sifat mekanik dapat diketahui melalui kekuatan dan elastisitas dari logam. Banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Sifat mekanik logam merupakan suatu hal vital karena menyatakan kemampuan suatu logam untuk menerima beban atau gaya dari luar tanpa mengalami kerusakan. Salah satu cara untuk mengetahui besaran sifat mekanik dari logam adalah dengan melakukan uji tarik. Pengujian tarik merupakan metode yang digunakan untuk menguji kekuatan (*tensile strength*) suatu material/bahan dengan cara memberikan beban (gaya statis) yang sesumbu dan diberikan secara lambat atau cepat. Uji tarik dilakukan dengan cara menarik spesimen hingga putus untuk mengetahui bagaimana material tersebut bereaksi terhadap gaya tarikan dan sejauh mana material tersebut bertambah panjang. Beberapa sifat-sifat mekanis suatu material khususnya logam yang bisa dilakukan analisis dari hasil pengujian tarik meliputi kekuatan tarik, kuat luluh (kuat leleh), keuletan, kelentongan, modulus elastisitas dan ketangguhannya.

Dengan melakukan uji tarik akan diperoleh profil tarikan yang lengkap berupa diagram/kurva hubungan antara tegangan dengan regangan yang diperlukan sekali dalam proses mendesain terhadap penggunaan material tersebut. Hasil-hasil pengujian tarik biasanya tergantung pada benda ujinya. Hal ini biasa disebabkan oleh kecil kemungkinannya menggunakan struktur ukurannya sama dengan ukuran benda ujinya sehingga perlu menyatakan hasil pengujian dalam bentuk yang dapat diterapkan pada elemen struktur dengan berukuran berapapun. Metode sederhana yang bisa digunakan untuk mencapai tujuan ini adalah mengkonversikan hasil pengujian tersebut ke dalam grafik/kurva hubungan antara tegangan dan regangan pada material yang dilakukan pengujian sehingga besaran sifat-sifat mekanis seperti halnya kuat luluh/leleh, kuat tarik dan regangan/uluran dapat di analisis nilainya.



Gambar 1. Diagram (kurva) tegangan – regangan baja tulangan beton

Batas proporsional (*proportional limit*) yaitu tegangan maksimum yang terjadi selama diberikan beban sehingga tegangan merupakan fungsi linier dari regangan. Batas elastis (*elastic limit*) yaitu tegangan

maksimum yang terjadi selama diberikan beban sehingga tidak terjadi perubahan bentuk atau deformasi ketika pembebahan dipindahkan. Kebanyakan bahan nilai batas elastis dan batas proporsional hampir memiliki kesamaan. Nilai batas elastis selalu sedikit lebih besar dari pada batas proporsi. Selang elastis (*elastic ranges*) ialah rentang kurva hubungan tegangan dengan regangan yang terjadi dari awal mulai sampai dengan batas proporsi. Selang plastis (*plastic ranges*) adalah rentang kurva tegangan-regangan yang ditarik dari batas proporsi sampai material tersebut terjadi keruntuhan. Persentase pengurangan luas penampang dapat digambarkan sebagai penurunan luas penampang dari luasan awal pada bagian patah dibagi dengan luasan awalnya dikalikan dengan seratus, sedangkan persentase pertambahan panjang (*elongation*) yaitu pertambahan panjang setelah patah dibagi dengan panjang awal dan dikalikan dengan seratus persen (Mulyati, 2013).

Titik leleh adalah suatu titik dimana terjadi peningkatan atau penambahan regangan tanpa adanya penambahan tegangan lagi (hanya terjadi pada baja lunak). Mode kelelahan suatu material akan terjadi setelah pembebahan mencapai titik leleh. Tegangan maksimum, terjadi dimana titik maksimum pada kurva diketahui sebagai tegangan maksimum atau tegangan puncak dari bahan, sedangkan tegangan putus akan terjadi pada titik dimana tegangan putus dari bahan itu berada. Kekuatan leleh (*yield strength*) yaitu dimana bahan mengalami perubahan bentuk atau deformasi yang tetap ketika pembebahan dipindahkan. Perubahan bentuk biasanya diambil 0,0035. Modulus tangen yaitu laju perubahan tegangan terhadap perubahan regangan dan merupakan bentuk modulus sesaat. Koefisien ekspansi linier, yaitu perubahan panjang per unit panjang suatu batang lurus karena perubahan suhu sebesar satu derajat. Beberapa bahan logam paduan non ferro dan baja-baja keras *yield point* sulit dideteksi begitu juga batas limitnya sehingga biasanya dinyatakan perpanjangan non proporsional adalah misalnya 0,2 % (Mulyati, 2013).

Tegangan tarik merupakan tegangan nominal maksimum yang ditahan oleh batang uji sebelum patah serta merupakan perbandingan antara beban maksimum yang dicapai selama percobaan tarik dan penampang mula-mula. Kekuatan tarik baja tulangan beton dengan tingkat pembebahan yang berbeda pengujian menunjukkan bahwa tingkat pemuaatan yang lebih tinggi dapat meningkatkan obligasi tegangan antara tulangan baja dan beton. Peningkatan stres ikatan terutama disebabkan oleh slip cepat dan kekuatan luluhan dinamis yang relatif tinggi daripada tulangan tergantung pada tegangannya keadaan penguatan. Kekuatan tarik baja terhadap penetrasi proyektil pada besi beton hambatan langsung dan tidak langsung pada tulangan baja masing-masing dengan kedalaman penetrasi dan kerusakan permukaan, rasio tulangan yang tinggi dan padat pengaturan penguatan ditemukan untuk lebih meningkatkan penetrasi resistensi dan mengurangi kedalaman penetrasi untuk beton bertulang (Pamenang, S.G. dan Mulyono, S.G., 2023).

SNI 2052:2024 menjelaskan pembagian klasifikasi kelas baja tulangan beton sirip/ulir berdasarkan pada hasil analisis sifat-sifat mekanis yang didapatkan dari hasil pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik sampai benda uji baja tulangan beton sirip/ulir mengalami keruntuhan (putus/patah). Persyaratan mutu kelas baja tulangan kelas baja tulangan beton sirip/ulir terbagi menjadi 5 kelas sesuai dengan minimal dan maksimal kuat luluhan/kuat lelehnya serta biasanya juga tertera dalam baja tulangan keluaran pabrikan. Selain itu juga, dipastikan syarat minimal harus terpenuhi seperti halnya kuat tariknya, regangan/uluran dalam 200 mm dan rasio kuat tarik dibagi dengan kuat luluhan/leleh. Hasil analisis sifat-sifat mekanis menurut ketentuan metode SNI 2052:2024 dapat secara jelas disajikan dalam bentuk **Tabel 3.** sebagai berikut ini.

Tabel 3. Sifat mekanis baja tulang beton sirip/ulir untuk pengujian tarik

Kelas Baja Tulangan	Uji Tarik			Rasio TS/YS (Hasil Uji)
	Kuat Luluh/Leleh (YS) (N/mm ²)	Kuat Tarik (TS) (N/mm ²)	Regangan/uluran dalam 200 mm	

			min. (%)	
BjTS 280	min. 280 maks. 405	min. 350	11 ($d \leq 10$ mm) 12 ($d \geq 13$ mm)	min. 1,25
BjTS 420	min. 420 maks. 545	min. 525	14 ($d \leq 19$ mm) 12 ($22 \leq d \leq 36$ mm) 10 ($d > 36$ mm)	min. 1,25
BjTS 520	min. 520 maks. 645	min. 650	7 ($d \leq 25$ mm) 6 ($d \geq 29$ mm)	min. 1,25
BjTS 550	min. 550 maks. 675	min. 687,5	12 ($6 \leq d \leq 36$ mm) 10 ($d > 36$ mm)	min. 1,25
BjTS 690	min. 690 maks. 815	min. 805	10	min. 1,17

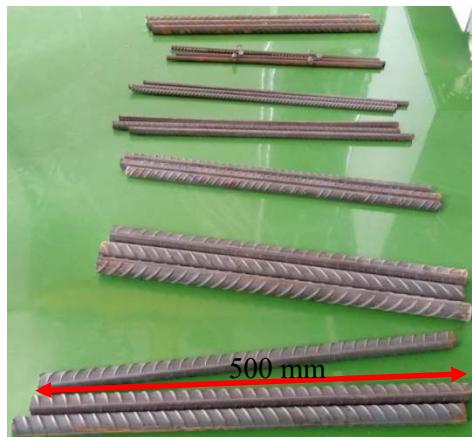
(Sumber : SNI 2052:2024)

3. METODE PENELITIAN

Sampel dalam penelitian ini berasal dari tipe merk CBS yang digunakan oleh kontraktor utama PT. Permata Lansekap Nusantara pada Pekerjaan Pembangunan Rumah Sakit Gresik Sehati Kabupaten Gresik Propinsi Jawa Timur. Kontraktor umumnya akan melakukan pemeriksaan beberapa material yang dipakai terlebih dahulu untuk dapat memilih dan memastikan bahwa baja tulangan beton sirip/ulir nantinya dapat memenuhi syarat spesifikasi atau tidak sesuai dengan peraturan dan ketentuan yang berlaku yaitu SNI 2052:2024. Material baja tulangan beton sirip/ulir diambil sesuai keperluan dengan panjang 500 mm sebanyak 18 buah yang memiliki diameter bervariasi mulai dari S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 berjumlah 3 buah sampel setiap diameternya. Baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 mempunyai kuat luluh/leleh sebesar 420 N/mm² (MPa) yang tertera jelas pada batang baja tulangannya dari pabrikan bermerk CBS dan bisa diuraikan pada **Tabel 3.** berikut ini.

Tabel 4. Bahan baja tulang beton sirip/ulir (BjTS) dalam penelitian

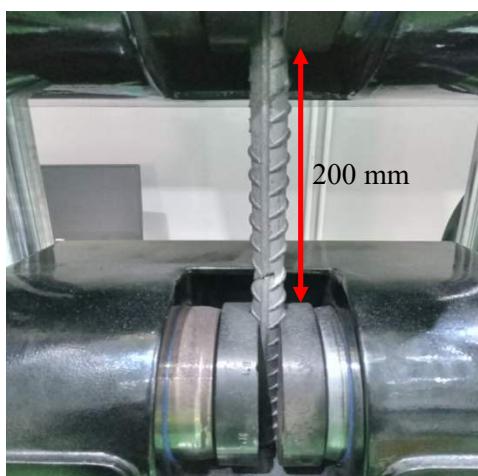
N o.	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Jumlah (buah)	Jenis Bahan	Merk	Pemesan
1.	S 10	500	3	BjTS 420	CBS	PT. Permata Lansekap Nusantara
2.	S 13	500	3	BjTS 420	CBS	PT. Permata Lansekap Nusantara
3.	S 16	500	3	BjTS 420	CBS	PT. Permata Lansekap Nusantara
4.	S 19	500	3	BjTS 420	CBS	PT. Permata Lansekap Nusantara
5.	S 22	500	3	BjTS 420	CBS	PT. Permata Lansekap Nusantara
6.	S 25	500	3	BjTS 420	CBS	PT. Permata Lansekap Nusantara



Benda uji baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS)



Benda uji keluaran spesifikasi pabrikan



Penempatan uji tarik baja tulangan



Mesin uji tarik kapasitas 60 ton

Gambar 2. Bahan dan peralatan dalam pengujian tarik baja tulangan beton

Beberapa tahapan-tahapan penelitian yang akan dilalui sebelum melakukan analisis sifat-sifat mekanis pada baja tulangan beton sirip/ulir dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda uji baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 masing-masing diameter berjumlah 3 buah;
2. Melakukan pemeriksaan ukuran yang meliputi dimensi, berat dan diameter terhadap masing-masing sampel benda uji tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25;
3. Melakukan pengujian bersifat merusak (*destructive test*) dengan menggunakan mesin uji tarik merk U TEST berkapasitas 60 ton untuk mendapatkan nilai sifat-sifat mekanis seperti kuat luluh/leleh, kuat tarik dan regangan/uluran dalam 200 mm terhadap masing-masing benda uji baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25;
4. Hasil pemeriksaan ukuran dan sifat-sifat mekanis terhadap masing-masing benda uji baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 yang telah diperoleh dalam langkah sebelumnya dan kemudian dilakukan pengujian kesesuaian masing-masing sampel benda uji baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 berdasarkan pada metode SNI 2052:2024.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut SNI 2052:2024 baja tulangan beton yang memenuhi persyaratan mutu berupa sifat tampak harus tidak boleh terdapat, serpihan, lipatan, retakan, gelombang, cerna dan hanya diperkenankan berkarat ringan

pada bagian permukaannya. Selanjutnya untuk memenuhi persyaratan bentuk baja tulangan beton sirip/ulir pada permukaan batang baja tulangan beton sirip/ulir harus bersirip/berulir teratur. Setiap batang dapat mempunyai sirip/ulir memanjang yang searah tetapi harus mempunyai sirip-sirip dengan arah melintang terhadap sumbu batang. Sirip-sirip/ulir-ulir melintang sepanjang batang baja tulangan beton harus terletak pada jarak yang teratur. serta mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Bila diperlukan tanda angka- angka atau huruf-huruf pada permukaan baja tulangan beton, maka sirip/ulir melintang pada posisi di mana angka atau huruf dapat ditiadakan. Sirip/ulir melintang tidak boleh membentuk sudut kurang dari 45° terhadap sumbu batang. Hasil pemeriksaan secara visual menunjukkan bahwa baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 keluaran spesifikasi pabrikan bermerk CBS yang dipesan oleh PT. Permata Lansekap Nusantara pada pada Pekerjaan Pembangunan Rumah Sakit Gresik Sehati Kabupaten Gresik Propinsi Jawa Timur sudah memenuhi persyaratan mutu apabila dilihat dari parameter sifat tampak dan bentuknya.

Hasil pemeriksaan ukuran yang meliputi diameter nominal, tinggi sirip, jarak sirip melintang, lebar sirip membujur dan berat per meter terhadap masing-masing diameter baja tulangan beton sirip/ulir dengan panjang 1000 mm lebih jelas dan mudah dipahami disajikan dalam bentuk **Tabel 5**. Hasil pemeriksaan ukuran yang telah didapatkan sebelumnya kemudian dilakukan pengecekan kesesuaian antara keluaran spesifikasi pabrikan dengan SNI 2052:2024 yang akan diuraikan dalam bentuk **Tabel 6**. sebagai berikut ini. Hasil pemeriksaan ukuran dan pengecekan kesesuaian antara keluaran spesifikasi pabrikan bermerk CBS dengan SNI 2052:2024 menunjukkan bahwa baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 yang dipesan oleh PT. Permata Lansekap Nusantara pada pada Pekerjaan Pembangunan Rumah Sakit Gresik Sehati Kabupaten Gresik Propinsi Jawa Timur masih memenuhi batas toleransi yang diperbolehkan sebagai syarat mutu apabila ditinjau dari parameter ukuran baja tulangan beton sirip/ulirnya. Uraian ini juga bisa dijadikan sebagai bahan evaluasi oleh masyarakat luas terutama individu yang memiliki niatan untuk terjun secara langsung ke dunia industri sektor konstruksi betapa perlunya melakukan pemeriksaan dan pengecekan kesesuaian antara bahan keluaran spesifikasi pabrikan dengan ketentuan serta peraturan yang diberlakukan.

Tabel 5. Hasil pemeriksaan ukuran untuk baja tulang beton sirip/ulir (BjTS)

Jenis Besi \varnothing (mm)	Diameter Nominal (mm)	Diameter Dalam (mm)	Diameter Luar (mm)	Luas Penampang Nominal (mm ²)	Tinggi Sirip (mm)	Jarak Sirip Melintang (mm)	Lebar Sirip Membujur (mm)	Berat per Meter (mm)	Panjang Besi (mm)
S 10	9,80	8,90	10,70	75,4298	1,00	5,60	2,00	580	1000
	9,60	9,00	10,20	72,3825	1,00	5,70	2,00	580	1000
	9,80	9,00	10,60	75,4298	1,00	5,60	2,00	580	1000
S 13	12,85	12,00	13,70	129,6872	1,10	7,30	2,50	1000	1000
	12,85	12,00	13,70	129,6872	1,30	7,20	3,00	1000	1000
	12,75	12,30	13,20	127,6766	1,20	8,10	3,00	1000	1000
S 16	15,65	14,70	16,60	192,3621	1,10	10,70	3,00	1500	1000
	15,75	14,90	16,60	194,8283	1,10	10,60	3,00	1500	1000
	15,75	14,80	16,70	194,8283	1,20	10,70	3,00	1500	1000
S 19	19,05	18,10	20,00	285,0236	1,40	11,40	3,20	2120	1000
	18,70	17,80	19,60	274,6465	1,40	11,20	3,20	2120	1000
	19,05	18,60	19,50	285,0236	1,40	11,30	3,10	2120	1000
S 22	22,05	20,60	23,50	381,8634	1,50	13,60	3,50	2860	1000
	22,00	21,00	23,00	380,1336	1,60	13,80	3,40	2860	1000
	22,00	21,30	22,70	380,1336	1,50	13,30	3,60	2860	1000

S 25	24,65	23,50	25,80	477,2267	1,70	10,70	3,00	3670	1000
	24,85	23,60	26,10	485,0022	1,70	10,60	3,00	3670	1000
	24,85	23,50	26,20	485,0022	1,70	10,70	3,00	3670	1000

(Sumber : Analisis Pribadi, 2025)

Tabel 6. Perbandingan pemeriksaan ukuran antara keluaran spesifikasi pabrikan dengan SNI 2052:2024

Jenis Besi	Diameter Nominal	Tinggi sirip	Jarak Sirip Melintang	Lebar Sirip Membujur	Berat per Meter
(mm)					
S 10	Standar	min. (mm) maks. (mm)	9,60 10,40	0,50 1,00	— 7,00
	Hasil uji		9,73	1,00	5,63 2,00
	Keterangan		memenuhi	memenuhi	memenuhi memenuhi
S 13	Standar	min. (mm) maks. (mm)	12,60 13,40	0,70 1,30	— 9,10 10,20
	Hasil uji		12,82	1,20	7,53 2,83
	Keterangan		memenuhi	memenuhi	memenuhi memenuhi
S 16	Standar	min. (mm) maks. (mm)	15,50 16,50	0,8 1,6	— 11,20 12,60
	Hasil uji		15,72	1,13	10,67 3,00
	Keterangan		memenuhi	memenuhi	memenuhi memenuhi
S 19	Standar	min. (mm) maks. (mm)	18,50 19,50	1,00 1,90	— 13,30 14,90
	Hasil uji		18,93	1,40	11,30 3,17
	Keterangan		memenuhi	memenuhi	memenuhi memenuhi
S 22	Standar	min. (mm) maks. (mm)	21,50 22,50	1,10 2,20	— 15,40 17,30
	Hasil uji		22,02	1,53	13,57 3,50
	Keterangan		memenuhi	memenuhi	memenuhi memenuhi
S 25	Standar	min. (mm) maks. (mm)	24,50 25,50	1,30 2,50	— 17,50 19,70
	Hasil uji		24,78	1,70	10,67 3,00
	Keterangan		memenuhi	memenuhi	memenuhi memenuhi

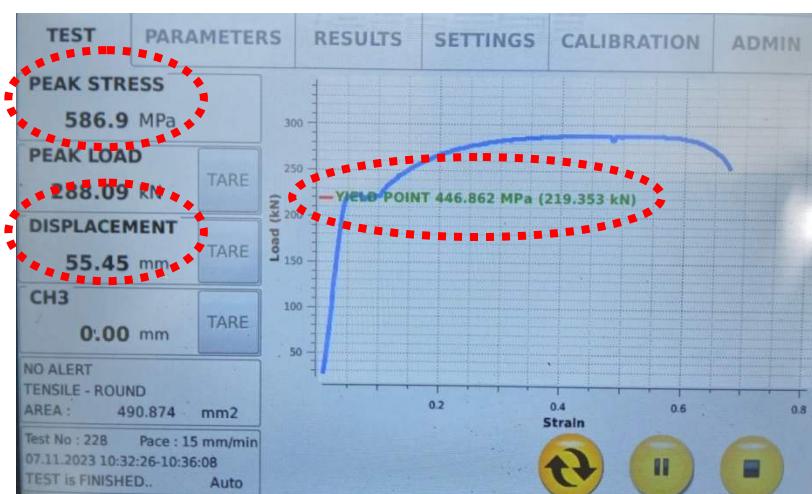
(Sumber : Analisis Pribadi, 2025)



Gambar 3. Hasil uji tarik menggunakan mesin uji tarik terhadap baja tulangan beton sirip/ulir S 22



Gambar 4. Hasil uji tarik menggunakan mesin uji tarik terhadap baja tulangan beton sirip/ulir S 25



Gambar 5. Hasil uji tarik menggunakan mesin uji tarik terhadap baja tulangan beton sirip/ulir S 19

Hasil pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik terhadap benda uji baja tulangan beton sirip/ulir S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 masing-masing 3 buah per diameternya yang meliputi kuat luluh/leleh, kuat

tarik dan regangan/uluran dalam 200 mm serta rasio kuat tarik dibagi dengan kuat luluh/leleh lebih jelas disajikan dalam bentuk **Tabel 7.** dibawah ini.

Tabel 7. Hasil pemeriksaan sifat mekanis untuk baja tulang beton sirip/ulir (BjTS)

Jenis Besi	Diameter Nominal (mm)	Kuat Luluh/leleh (YS) (N/mm ²)	Uji Tarik (TS) (N/mm ²)	Regangan/uluran dalam 200 mm (%)	Rasio TS/YS (Hasil Uji)
S 10	9,80	422,945	548,400	22,76	1,297
	9,60	414,448	524,800	21,25	1,266
	9,80	425,011	549,000	20,63	1,292
S 13	12,85	493,174	627,900	19,00	1,273
	12,85	482,010	611,100	18,45	1,268
	12,75	473,446	615,000	17,65	1,299
S 16	15,65	436,820	575,200	25,52	1,317
	15,75	418,303	551,800	21,77	1,319
	15,75	425,766	565,400	23,35	1,328
S 19	19,05	448,129	589,800	20,86	1,316
	18,70	443,505	587,500	17,41	1,325
	19,05	437,446	566,700	22,07	1,295
S 22	22,05	485,942	616,500	21,25	1,269
	22,00	457,468	593,900	22,94	1,298
	22,00	497,251	639,700	21,24	1,286
S 25	24,65	465,352	640,800	22,79	1,377
	24,85	446,862	586,900	27,73	1,313
	24,85	465,135	641,700	23,54	1,380

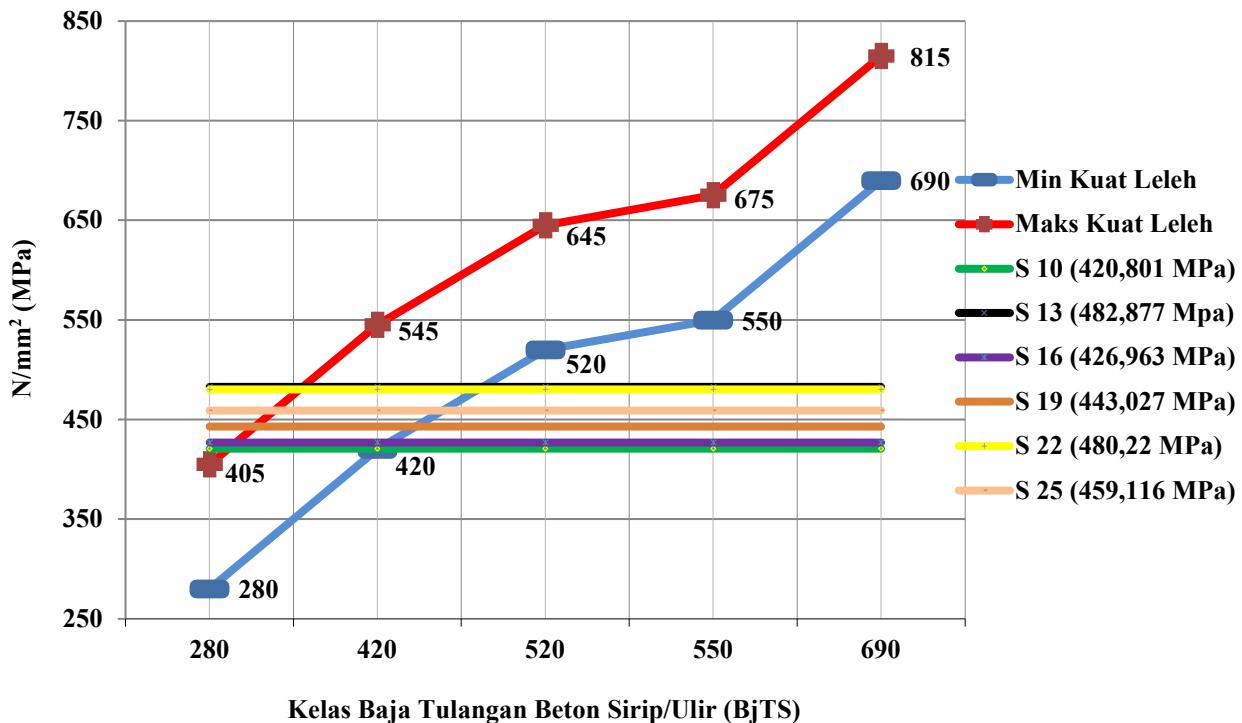
(Sumber : Analisis Pribadi, 2025)

Tabel 8. Perbandingan sifat mekanis antara keluaran spesifikasi pabrikan dengan SNI 2052:2024

Kelas Baja Tulangan BjTS 420					
Jenis Besi		Uji tarik			
Ø (mm)		Kuat luluh/leleh (YS) (N/mm ²)	Kuat tarik (TS) (N/mm ²)	Regangan/uluran dalam 200 mm (%)	Rasio TS/YS (Hasil uji)
S 10	Standar	min. 420	525	14 %	1,25
		maks. 545	—	—	—
	Hasil uji	420,801	540,733	21,545 %	1,285
S 13	Keterangan	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
	Standar	min. 420	525	14 %	1,25
		maks. 545	—	—	—
S 16	Hasil uji	482,877	618,000	18,363 %	1,280
	Keterangan	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
	Standar	min. 420	525	14 %	1,25
S 19		maks. 545	—	—	—
	Hasil uji	426,963	564,133	23,543 %	1,321
	Keterangan	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
S 22	Standar	min. 420	525	14 %	1,25
		maks. 545	—	—	—
	Hasil uji	443,027	581,333	20,112 %	1,312
	Keterangan	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi
	Standar	min. 420	525	12 %	1,25
		maks. 545	—	—	—
	Hasil uji	480,220	616,700	21,805 %	1,284
	Keterangan	memenuhi	memenuhi	memenuhi	memenuhi

S 25	Standar	min.	420	525	12 %	1,25
		maks.	545	—	—	—
	Hasil uji		459,116	623,133	24,683 %	1,357

(Sumber : Analisis Pribadi, 2025)



Kelas Baja Tulangan Beton Sirip/Ulir (BjTS)

Gambar 6. Analisis sifat mekanis baja tulangan beton sirip/ulir

Hasil pemeriksaan sifat-sifat mekanis baja tulangan beton sirip/ulir berdasarkan pada metode SNI 2052:2024 dilihat dari nilai parameter kuat luluh/leleh, kuat tarik dan regangan/uluran dalam 200 mm serta rasio kuat tarik dibagi dengan kuat luluh/leleh menunjukkan bahwa semua sampel benda uji S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 masuk dalam kategori kelas baja tulangan BjTS 420 dengan spesifikasi nilai kuat leleh minimal sebesar 420 N/mm^2 (MPa) dan maksimal sebesar 545 N/mm^2 . Selain hal itu juga, besaran nilai kuat tarik, regangan/uluran dalam 200 mm dan rasio kuat tarik dibagi dengan kuat leleh telah memenuhi batas standar mutu yang dipersyaratkan pada kondisi masing-masing sesuai dengan ketentuan SNI 2052:2024. Hasil pengujian tarik juga menggambarkan bahwa nilai kuat tarik berbanding lurus dengan ukuran diameter baja tulangan beton sirip/ulir (Setiawan, A. dan Idris, S., 2020). Nilai kuat tarik baja tulangan beton sirip/ulir akan semakin tinggi jika diameternya diperbesar karena diameter besar biasanya memiliki derajat deformasi kecil sehingga kekuatan tariknya semakin tinggi. Diameter yang kecil akan mempunyai derajat deformasi besar sehingga dapat menyebabkan adanya sisa tegangan yang terdapat dalam baja tulangan (*strain hardening*).

Baja tulangan beton sirip/ulir pastinya mempunyai keungulan dan kelemahan terkait dengan sifat-sifat mekanisnya karena sangat dimungkinkan oleh pembentukan dari spesifikasi keluaran pabrikan yang berbeda-beda. Tentunya sangat sulit sekali menetapkan distribusi pencampuran kadar kandungan karbon pada baja tulangan beton sirip/ulir yang merata sehingga saat ada pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik nilai prosentase memenuhi dan berhasil (tidak gagal) cukup besar sekali. Para *supplier* baja tulangan beton sirip/ulir memang harus lebih bekerja keras karena permintaan spesifikasi persyaratan mutu pastinya

lebih detail dibandingkan dengan baja tulangan polos. Keadaan ini tentu bisa menambahkan suatu keyakinan bahwa spesifikasi baja tulangan beton sirip/ulir keluaran pabrikan bermerk CBS yang dipesan oleh kontraktor PT. Permata Lansekap Nusantara sudah memenuhi persyaratan mutu dilihat dari parameter sifat tampak, bentuk, ukuran dan toleransi, toleransi berat per batang serta sifat mekanisnya sehingga bisa lanjut diaplikasikan pada pekerjaan konstruksi bangunan Rumah Sakit Gresik Sehati di Kabupaten Gresik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pada pemeriksaan visual dan hasil pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik terhadap benda uji baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Hasil pemeriksaan terhadap benda uji baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 sudah memenuhi persyaratan mutu apabila dilihat dari parameter sifat tampak dan bentuknya.
2. Hasil pemeriksaan ukuran meliputi diameter nominal, tinggi sirip, jarak sirip melintang, lebar sirip membujur dan berat per meternya terhadap benda uji baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 masih memenuhi batas toleransi yang diperbolehkan sebagai syarat mutu apabila ditinjau dari parameter pemeriksaan ukuran baja tulangan beton sirip/ulirnya.
3. Hasil pemeriksaan sifat-mekanis seperti kuat luluh/leleh, kuat tarik, regangan/uluran dalam 200 mm dan rasio kuat tarik dibagi dengan kuat luluh/leleh terhadap benda uji baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 masuk dalam kategori kelas baja tulangan BjTS 420 sesuai dengan metode SNI 2052:2024.
4. Hasil uji tarik menggunakan mesin uji tarik menunjukkan bahwa grafik hubungan antara tegangan dengan regangan adalah berbanding lurus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada PT. Permata Lansekap Nusantara yang telah bersedia melakukan pengujian tarik terhadap benda uji baja tulangan beton sirip/ulir (BjTS) S 10, S 13, S 16, S 19, S 22 dan S 25 dari keluaran pabrikan CBS pada pekerjaan Pembangunan Rumah Sakit Gresik Sehati Kabupaten Gresik Propinsi Jawa Timur di Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Ampel Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. SNI 2052:2024 tentang Baja Tulangan Beton. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 2024.
- Anonim. SNI 8389:2017, tentang Cara Uji Tarik Logam. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 2017.
- Mulyati. (2013). *Bahan Ajar Terseleksi Mekanika Bahan*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang. Padang.
- Pamenang, S.G. dan Mulyono, S.G. (2023). Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 23, Surakarta, 21 Maret 2023, 2459-9727.
- Pribadi, A. (2023). Laporan Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan Beton Pada Pekerjaan Pembangunan Rumah Sakit Gresik Sehati Kabupaten Gresik Oleh PT. Permata Lansekap Nusantara. Laboratorium Bahan Bangunan Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Ampel. Surabaya. 2023.
- Rahmawan, A. N. (2024). *Evaluasi Mikrostruktur Baja Tulangan Terhadap Sifat Mekanis*. Skripsi. Program Studi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. 2024.
- Ruzuqi, R., dkk. (2022). Kuat Tarik Baja Tulangan Polos (Studi Kasus : PT. Ghody Bimantara Mandiri), *Jurnal METIKS*, Vol.2 No.1, 9-14, 2022.
- Setiawan, A. dan Idris, S. (2020). Analisis Sifat Mekanik Baja Ulir Berdasarkan Diameter. *Jurnal Suara Teknik*, Vol.11 No.2, 70-78. Oktober 2020.
- Supriyono, dkk (2015). Penelitian Sifat Mekanik Baja Karbon ST41 Hasil Reduksi Pada Mesin Roll Datar. *Jurnal Teknik FTUP*, Vol.28 No.2, 71-78. Juni 2015.
- Yahya, A. (2021). Prosiding Seminar Teknologi Majalengka STIMA 5.0. Majalengka. 21 Mei 2021, 114-118.