

PENGARUH VARIASI PANJANG SAMBUNGAN LAS TERHADAP KAPASITAS KUAT TARIK BAJA TULANGAN

Abdul Rokhman
Dosen Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik – PLN
email : abdul_sipsttpln@yahoo.com

Adi Supriatna
Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik - PLN

ABSTRAK : Pada proses suatu konstruksi bangunan sering menggunakan adanya sambungan tulangan baja terutama untuk struktur dari beton bertulang. Sambungan yang sudah umum dilakukan yaitu dengan memakai sambungan lewatan dengan mengikuti aturan panjang lewatan sebesar $14D$ dari tulangan yang dipakai. Dengan pemasangan sambungan seperti ini berakibat akan terjadi pemborosan tulangan yang dipakai sebagai akibat adanya panjang lewatan tersebut. Alternatif sambungan yang dipakai yaitu dengan pengelasan antara tulangan baja yang disambung.

Penelitian ini menggunakan tiga buah model untuk setiap sampel panjang pengelasan. Variasi panjang pengelasan yang digunakan masing masing bernilai 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, 16 cm, 20 cm dan tulangan referensi dengan tanpa sambungan. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan beban statis terpusat pada tengah bentang dengan memberikan kekangan pada kedua ujung tumpuannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hampir semua benda uji menunjukkan daerah leleh terjadi pada daerah tulangan utuhnya bukan pada sambungan las namun ada satu benda uji yaitu pada panjang pengelasan 6 cm mengalami kegagalan pada sambungan lasnya.

Kata kunci : Sambungan Las, Kapasitas Tarik Baja Tulangan

ABSTRACT: In the construction process of a building often use the presence of steel reinforcement connection especially for reinforced concrete structures . The connection is already commonly done is by using the connection throughput by following the rules of long passes $14D$ of reinforcement used . With this kind of connection would result in wastage of reinforcement is used happens as a result of the lap splices . Alternative connections are used by welding between steel reinforcement to be joined. This study uses three models for each sample length welding . Variations in length are used welding each worth 6 cm , 8 cm , 10 cm , 12 cm , 16 cm , 20 cm and reinforcement without reference to the connection . Tests were performed using a static load concentrated at midspan to provide restraints on both ends of the pedestal . The results show that almost all the area of the test specimen showed melting occurs in areas not on the reinforcement intact but there is a weld test specimen is at 6 cm length of weld failure on welding connection .

Keywords: Weld connection, tension strength of rebar

LATAR BELAKANG

Pada proses suatu konstruksi bangunan sering digunakan sambungan tulangan baja terutama untuk struktur yang terbuat dari beton bertulang. Elemen struktur yang sering dijumpai adanya sambungan tulangan di daerah tengah bentang misalnya pada elemen struktur kolom, dan dinding geser. Sambungan yang sudah umum dilakukan yaitu dengan memakai sambungan lewatan dengan mengikuti aturan panjang lewatan sebesar 14D dari tulangan yang dipakai. Dengan pemasangan sambungan seperti ini berakibat akan terjadi pemborosan tulangan yang dipakai sebagai akibat adanya panjang lewatan tersebut. Alternatif sambungan yang dipakai yaitu dengan pengelasan antara tulangan baja yang disambung. Pengelasan dilakukan dengan memberikan alat sambung tulangan dengan panjang tertentu dan diameter yang sama dengan tulangan yang disambung dengan memanfaatkan sisa dari pemotongan tulangan yang ada sehingga dapat mengurangi waste tulangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Panjang Penyaluran

Menurut SNI 03-2847-2002 Pasal 3.36, yang dimaksud dengan panjang penyaluran adalah panjang tulangan tertanam yang diperlukan untuk mengembangkan kuat rencana tulangan pada suatu penampang kritis. SNI 03-2847-2002 Pasal 14.2.1 menyatakan panjang penyaluran l_d , dinyatakan dalam diameter d_b untuk batang ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik, harus ditentukan sesuai Tabel 1 atau Persamaan 2.1, tetapi l_d tidak boleh kurang dari 300 mm. Untuk batang ulir atau kawat ulir, l_d/d_b harus diambil:

$$\frac{l_d}{d_b} = \frac{9f_y}{10\sqrt{f_c^1}} \frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{\left(\frac{c+K_{tr}}{d_b}\right)} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan nilai $\frac{(c+K_{tr})}{d_b}$ tidak boleh lebih besar dari 2,5.

$$K_{tr} = \frac{A_{tr}f_{yt}}{10s_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Tabel 1 Panjang penyaluran batang ulir ulir (SNI 03-2847-2002 Pasal 14.2.2)

	Batang D-19 dan lebih kecil atau kawat ulir	Batang D-22 atau lebih besar
Spasi bersih batang-batang yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari d_b , selimut beton bersih tidak kurang dari d_b , dan sengkang atau sengkang ikat yang dipasang melingkupi l_d tidak kurang dari persyaratan minimum sesuai peraturan atau spasi bersih batang-batang yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari $2d_b$ dan selimut beton bersih tidak kurang dari d_b .	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{12f_y\alpha\beta\lambda}{25\sqrt{f_c^1}}$	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{3f_y\alpha\beta\lambda}{5\sqrt{f_c^1}}$
Kasus-kasus lain	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{18f_y\alpha\beta\lambda}{25\sqrt{f_c^1}}$	$\frac{l_d}{d_b} = \frac{9f_y\alpha\beta\lambda}{10\sqrt{f_c^1}}$

Sambungan Lewatan

Menurut SNI 03-2847-2002 Pasal 14.15.1, panjang minimum sambungan lewatan tulangan tarik diambil berdasarkan persyaratan kelas yang sesuai tetapi tidak kurang dari 300 mm. Ketentuan masing-masing kelas sambungan tersebut adalah :

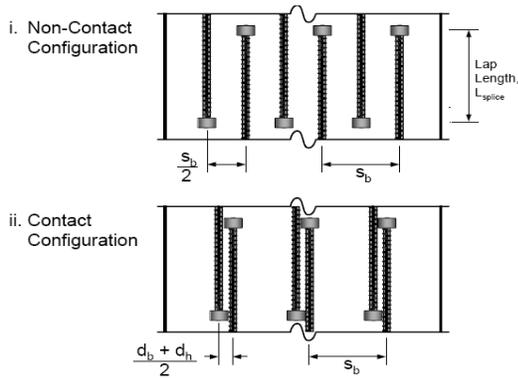
Sambungan Kelas A 1,0 l_d

Sambungan Kelas B 1,3 l_d

l_d adalah panjang penyaluran tarik untuk kuat leleh f_y .

Thompson et.al. (2003) melakukan penelitian tentang pengaruh sambungan lewatan tulangan tarik dengan tipe tulangan berkepala pada ujungnya (*headed*

reinforcement) yang diterapkan pada balok. Penelitian ini memfokuskan pengaruh variasi pada ukuran / bentuk kepala tulangan, panjang lewatan, jarak (spasi S_b) antar tulangan, konfigurasi lewatan tulangan dan tipe pengekanan pada daerah sambungan.



Gambar 1 Konfigurasi sambungan lewatan (Thompson et.al. 2003)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar nilai panjang lewatan yang digunakan akan memperbesar kapasitas momen lentur yang terjadi. Semakin kecil spasi tulangan yang terpasang akan menurunkan kapasitas dari sambungan. Bentuk dan ukuran kepala tulangan tidak mempengaruhi mekanisme transfer tegangan (Gambar 1).

Sambungan Las

Salmon G dan Jhonson E., (1994) Proses Pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Empat jenis las yang umum adalah las tumpul, sudut, baji (slot), dan pasak (plug). Setiap jenis las memiliki keuntungan tersendiri yang menentukan jangkauan pemakaiannya. Secara kasar, persentase pemakaian keempat jenis tersebut untuk konstruksi las adalah sebagai berikut : Las Tumpul 15 %, Las Sudut

80 %, dan sisanya terdiri dari las baji, las pasak dan las khusus lainnya.

Kemungkinan pengelasan baja beton tergantung dari komposisi kimia baja. Dalam hal ini unsur karbon memainkan peranan penting tetapi tidak menentukan sifat-sifat mekanis baja. Bila kadar karbon menanjak, maka kuat tarik menurun tetapi kegetasan baja akan naik pula. Selain unsur karbon (C) unsur-unsur yang lain juga mempengaruhi perubahan struktur. Unsur-unsur ini adalah : Mangan (Mn), Nikel (Ni), Molibden (Mo), Vanadium (V), Tembaga (Cu), dan Khrom (Cr).

Menurut **Welding Handbook**, Proses Pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga akan yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Beberapa proses pengelasan dipakai khusus untuk logam dan dipengaruhi oleh ketebalan. Macam-macam proses pengelasan adalah sebagai berikut:

Bidang Las Efektif

Luas Bidang Efektif Las Tumpul atau Sudut sama dengan hasil kali *tebal efektif* t_e dan panjang las. Dimensi tebal efektif las sudut adalah jarak nominal terpendek dari titik siku ke muka las. Dengan menganggap las sudut memiliki panjang kaki nominal yang sama dengan a , *tebal efektif* t_e adalah $0,707 a$. Pembatasan pada ukuran dan panjang las sudut maksimum dan minimum berhubungan dengan pertimbangan perencanaan praktis. Syarat tersebut berkaitan dengan ukuran las yang sesungguhnya dibuat. Namun bila kita meninjau kekuatan, ukuran las tentunya tidak boleh direncanakan dengan tegangan yang lebih besar dari tegangan ijin bahan dasar didekatnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan Penelitian

1. Baja Tulangan yang digunakan terdiri dari baja berdiameter 10 mm polos.
2. Sambungan yang digunakan dengan diameter tulangan yang sama dengan tulangan yang disambung.
3. Metode pengelasan dengan menggunakan las listrik.

Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan meliputi pengadaan bahan dan persiapan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji.
2. Pemotongan benda uji untuk sambungan yang akan di las antara lain untuk panjang sambungan 6 cm, 10 cm, 12 cm, 16 cm, 20 cm.
3. Pengujian tarik baja dengan pengujian tarik baja dilakukan untuk mengetahui secara pasti kuat tarik baja yang akan dipakai sebagai tulangan.
4. Pengelasan benda uji sesuai dengan variasi panjang yang telah ditentukan.



Gambar 2. Benda uji dengan variasi panjang pengelasan

HASIL PENELITIAN

Hasil Pengujian Benda Uji

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa benda uji tulanganbaja yang dipakai mempunyai tegangan leleh adalah seperti yang tercantum dalam tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan
(benda uji tanpa sambungan)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	29000	44000	78,5	369,4	560,5
2	28000	42000	78,5	356,7	535,0
3	29000	43000	78,5	369,4	547,8
Nilai rata-rata				365,1	547,8

Hasil pengujian tarik tulangan utuh tanpa sambungan, maka didapatkan tegangan leleh rata-rata 365,1 MPa dan tegangan putus rata-rata 547,8 MPa. Dari pengamatan terlihat benda uji putus di daerah tengah panjang benda uji seperti yang ditunjukkan gambar 3.



Gambar 3 Hasil pengujian tarik benda uji tanpa sambungan

Pada pengujian benda uji yang divariasikan sambungan, untuk panjang variasi 6 mm dari ketiga benda uji menunjukkan tegangan leleh terjadi pada nilai 369 MPa, sedangkan tegangan putusnya untuk dua benda uji terjadi pada nilai 535 MPa, dan satu benda uji memiliki tegangan putus sebesar 471 MPa. Adanya perbedaan tegangan putus ini dikarenakan oleh terjadi kegagalan atau terlepasnya lasan pada sambungan. Peristiwa ini terjadi dikarenakan kekuatan las dengan panjang sambungan sebesar 6 mm sudah mendekati kekuatan kuat putus baja tulangnya. Sedang untuk dua benda uji lainnya terjadi putus pada bahan dasarnya

artinya kekuatan sambungan las lebih besar dari kuat bahan dasarnya.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan (variasi sambungan 6 cm)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	29000	42000	78,5	369	535
2	29000	42000	78,5	369	535
3	29000	37000	78,5	369	471 *)
Rata-rata				369	535

*) Benda uji ke tiga mengalami putus pada sambungan las.



Gambar 4 Hasil pengujian tarik benda uji variasi sambungan 6 cm

Pada pengujian benda uji variasi panjang sambungan 8 cm, dari hasil pengujian pengujian menunjukkan tegangan leleh rata-rata terjadi pada 365 MPa dan tegangan putus rata-rata terjadi pada nilai 535 MPa. Pada pengujian ini semua benda uji putus pada material dasar, karena kekuatan las dengan panjang sambungan 8 cm mempunyai kekuatan yang lebih besar dengan kuat putus bahan dasarnya.

Tabel 4 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan (variasi panjang sambungan 8 cm)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	29000	42000	78,5	369	535
2	28000	42000	78,5	357	535
3	29000	42000	78,5	369	535
Rata-rata				365	535



Gambar 5 Hasil pengujian tarik benda uji variasi sambungan 8 cm

Pada pengujian benda uji dengan variasi panjang pengelasan 10 cm, dari hasil pengujian tegangan leleh rata-rata terjadi pada nilai 365 MPa dengan tegangan putus rata-rata 539,3 MPa. Pada pengujian ini, semua benda uji putus pada material dasar, hal ini dikarenakan kekuatan sambungan dengan panjang pengelasan sebesar 10 cm sudah melebihi dari kekuatan putus dari bahan dasarnya. Dari gambar 6 terlihat bahwa dua dari tiga benda uji mengalami putus pada bahan dasar di daerah tepi sambungan lasnya. Hal ini disebabkan karena adanya konsentrasi tegangan yang sangat besar terjadi di daerah tepi sambungan las tersebut.

Tabel 5 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan (variasi sambungan 10 cm)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	28000	43000	78,5	357	548
2	29000	42000	78,5	369	535
3	29000	42000	78,5	369	535
Rata-rata				365	539,3



Gambar 6 Hasil pengujian tarik benda uji variasi sambungan 10 cm

Pada pengujian benda uji dengan variasi panjang pengelasan 12 cm, dari hasil pengujian tegangan leleh rata-rata terjadi pada nilai 369 MPa dengan tegangan putus rata-rata 535 MPa. Pada pengujian ini, semua benda uji putus pada material dasar, hal ini dikarenakan kekuatan sambungan dengan panjang pengelasan sebesar 12 cm sudah melebihi dari kekuatan putus dari bahan dasarnya.

Tabel 6 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan (variasi panjang sambungan 12 cm)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	29000	42000	78,5	369	535
2	29000	42000	78,5	369	535
3	29000	42000	78,5	369	535
Rata-rata				369	535



Gambar 7 Hasil pengujian tarik benda uji variasi sambungan 12 cm

Pada pengujian benda uji dengan variasi panjang pengelasan 16 cm, dari hasil pengujian tegangan leleh rata-rata terjadi pada nilai 369 MPa dengan tegangan putus rata-rata 526,3 MPa. Pada pengujian ini, semua benda uji putus pada material dasar, hal ini dikarenakan kekuatan sambungan dengan panjang pengelasan sebesar 16 cm sudah melebihi dari kekuatan putus dari bahan dasarnya.

Tabel 7 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan (variasi panjang sambungan 16 cm)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	29000	42000	78,5	369	535
2	29000	41000	78,5	369	522
3	29000	41000	78,5	369	522
Rata-rata				369	526,3



Gambar 8 Hasil pengujian tarik baja benda uji variasi panjang sambungan 16 cm

Pada pengujian benda uji dengan variasi panjang pengelasan 20 cm, dari hasil pengujian tegangan leleh rata-rata terjadi pada nilai 369,3 MPa dengan tegangan putus rata-rata 539,3 MPa. Pada pengujian ini, semua benda uji putus pada material dasar, hal ini dikarenakan kekuatan sambungan dengan panjang pengelasan sebesar 20 mm sudah melebihi dari kekuatan putus dari bahan dasarnya. Dari gambar 9 terlihat bahwa semua mengalami putus pada bahan dasar dengan posisi putus jauh tepi sambungan lasnya. Hal ini disebabkan karena pengaruh kekuatan sambungan las yang besar sehingga konsentrasi tegangan berada jauh dari titik sambungan.

Tabel 8 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan (variasi panjang sambungan 20 cm)

Benda uji	P leleh (N)	P putus (N)	A (mm ²)	Tegangan Leleh (MPa)	Tegangan Putus (MPa)
1	30000	43000	78,5	382	535
2	29000	42000	78,5	369	548
3	28000	43000	78,5	357	535
Rata-rata				369,3	539,3



Gambar 9 Hasil pengujian tarik benda uji variasi sambungan 20 cm

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan $\varnothing 10$, menunjukkan bahwa mutu baja yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai nilai tegangan leleh $f_y = 365,1$ MPa dan $f_u = 547,8$ MPa. .
2. Variasi panjang sambungan las 6 cm menghasilkan kekuatan sambungan las sudah mendekati kekuatan bahan dasarnya.
3. Variasi panjang sambungan las 20 cm benda uji akan mengalami putus pada titik yang jauh terhadap posisi sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Setiawan, 2008, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRDF (Berdasarkan SNI 03- 1729-2002, Penerbit Erlangga Jakarta.
2. Charles G. Salmon , Jhon E Jhonson, Wira , 1990 , Desain dan Perilaku , Erlangga , Jakarta
3. Chu- Kia Wang , Charles G. Salmon , Binsar Hariandja. 1989 , Desain Beton Bertulang Edisi Keempat Erlangga , Jakarta .
4. James M Gere, Stephen P Timoshenko , Hans J Wospakrik , 1987 , Mekanika Bahan, Edisi Kedua Versi Si Erlangga , Jakarta
5. Purwono, R. dkk. (2007, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) Dilengkapi Penjelasan (S-2002) ". ITSPress.
6. Thompson M.K. et all, 2003, "Anchorage Behavior of Headed Reinforcement", Research Report 1855-3, Center For Transportation Research Bereau of Engineering Research The University of Texas at Austin.