

PENGARUH PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN BAJA POLOS SEPANJANG 300 MM, 325 MM, DAN 350 MM PADA BALOK BETON BERTULANG DENGAN MUTU NORMAL TERHADAP KUAT LENTUR MAKSIMUM

Slamet Prayitno¹⁾, Endang Rismunarsi²⁾, Kartika Wirastuti³⁾

^{1), 2)} Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

³⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email: kartika.wirastutika@gmail.com

Abstract

Concrete often chosen because this material is a construction material that has many advantages which are economical, capable of receiving good compressive strength, durable, easy to work by mixing cement, aggregates, water and other additives when needed by a certain ratio. Concrete but also has the disadvantage of having a low tensile strength. Then the concrete on the building structural elements such as beams must be flexible reinforcement to withstand tensile force occurs on the beam. Reinforcing steel produced with a standard length, generally normal reinforcement length was 12 meters. For continuous beams and plates with a lot of length, it is not practiced in the implementation of over 12 meters is used directly, then needed lap splices. The goal of this experimental was to know the influence of lap splices through bending. The method used was an experimental method. Beam-shaped test piece with a size of $80 \times 120 \times 1100$ mm. Each test specimen consists of 3 pieces for 1 lap splice. Lap Splices connection that was used was 300 mm, 325 mm, 350 mm, and beam without lap splice (the reference beam). Tests using Bending Machine Test. A calculation used the statistical analysis by calculating maximum moment using the Microsoft Excel program. Results from this research is going up little by little and began stable after the lap splices along 300 mm. The greatest maximum moment value occurred in the reference beam. Axial load increases that occur when loading led to an increase in the value of deflection.

Keywords: Lap Splices, Maximum Bending Strength, Maximum Moment.

Abstrak

Beton sering dipilih karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan diantaranya adalah ekonomis, mampu menerima kuat tekan dengan baik, awet, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Tetapi beton juga memiliki kelemahan yaitu memiliki kuat tarik yang rendah. Maka beton pada elemen struktur bangunan seperti balok harus diberi penulangan lentur untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada balok. Tulangan baja diproduksi dengan panjang yang standar 12 meter. Untuk balok dan pelat yang menerus dengan banyak bentang, tidaklah praktis dalam pelaksanaan apabila tulangan sepanjang 12 meter digunakan langsung, maka diperlukan sambungan lewatan tulangan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi panjang sambungan lewatan terhadap kuat lentur balok. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Benda uji berbentuk balok dengan ukuran $80 \times 120 \times 1100$ mm. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah untuk 1 variasi panjang sambungan. Panjang Sambungan lewatan yang digunakan adalah 300 mm, 325 mm, 350 mm, dan balok tanpa sambungan lewatan (balok referensi). Pengujian menggunakan alat uji kuat lentur (*Bending Machine Test*). Penghitungan yang digunakan adalah analisis statistik dengan menghitung Momen saat runtuh (*maximum*) menggunakan program *Microsoft Excel*. Hasil dari penelitian ini adalah nilai momen maksimum yang naik sedikit demi sedikit dan mulai stabil setelah panjang sambungan 300 mm. Nilai momen maksimum terbesar terjadi pada balok referensi. Peningkatan beban aksial yang terjadi saat pembebanan menyebabkan peningkatan nilai lendutan.

Kata kunci : Panjang Sambungan Lewatan, Kuat Lentur Maksimum, Momen Maksimum

PENDAHULUAN

Beton sering dipilih karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan diantaranya adalah ekonomis, mampu menerima kuat tekan dengan baik, awet, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Tetapi beton juga memiliki kelemahan yaitu memiliki kuat tarik yang rendah. Beton pada elemen struktur bangunan seperti balok harus diberi penulangan lentur untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada balok. Tulangan baja diproduksi dengan panjang yang standar 12 meter. Untuk balok dan pelat yang menerus dengan banyak bentang, tidaklah praktis dalam pelaksanaan apabila tulangan sepanjang 12 meter digunakan langsung, maka diperlukan sambungan lewatan tulangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Sambungan Lewatan

Sambungan tulangan di lapangan seringkali diperlukan karena keterbatasan panjang tulangan yang tersedia, persyaratan sambungan konstruksi, dan perubahan dari tulangan diameter besar ke tulangan lebih kecil. Panjang

sambungan lewatan diatur dalam SNI 2847 tahun 2013 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, pasal 12 halaman 122 tentang Penyaluran dan sambungan tulangan. Panjang minimum sambungan untuk sambungan lewatan tarik harus seperti disyaratkan untuk sambungan kelas A atau B, tetapi tidak kurang dari 300 mm.

Kuat Lentur

Kuat lentur balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji yang diberikan padanya, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 0-4431-1997).

Beton Normal

Beton adalah suatu material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambahan bila diperlukan. Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200 –2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

Bahan Tambah

Bahan tambah merupakan bahan selain unsur pokok bahan dalam pembentukan beton konvensional (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan kedalam adukan campuran material penyusun beton sebelum, selama atau setelah proses pencampuran. Bahan tambah ini biasanya ditambahkan kedalam campuran bertujuan untuk mengubah sifat-sifat beton dalam keadaan segar maupun setelah mengeras. Penggunaan campuran *admixture* telah lazim digunakan untuk beton. Penelitian ini menggunakan *Superplastizicer* dan *Bestmittel* sebagai bahan tambah. *Superplastizicer* digunakan sebanyak 3liter/m³ beton, sedangkan *Bestmittel* digunakan sebanyak 0,4% dari berat semen.

Pengujian

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh. Untuk mengetahui tegangan hancur benda uji tersebut dilakukan dengan hitungan :

$$f'c : \frac{P}{A} \left(\frac{N}{mm^2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

f'c: Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).

P: beban maksimum (N)

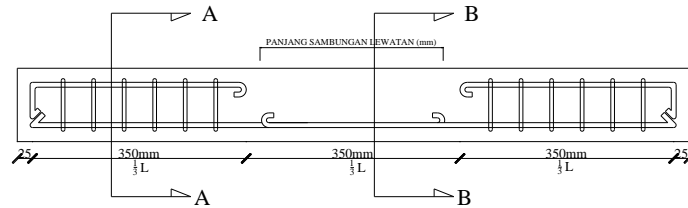
A: Luas penampang benda uji (mm²)

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Tahap awal, dilakukan pengujian terhadap bahan-bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji beton normal. Setelah pengujian bahan yang dilakukan memenuhi standar persyaratan, maka dilanjutkan dengan membuat benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 14 hari, setelah benda uji siap maka balok benda uji ditempatkan pada Alat Uji Kuat Lentur (*Bending Machine Test*) yang kuat dan ditumpu sendi – rol pada kedua ujungnya. Pembebanan dilakukan secara bertahap dengan interval kenaikan sebesar 2,5 kN. Pembebanan akan dihentikan apabila defleksi yang terjadi sudah cukup besar. Benda uji akan diuji dengan uji kuat lentur, gambar benda uji dapat dilihat pada Gambar 1. Pengujian kuat lentur menggunakan balok 8 cm x 12 cm x 110 cm dengan variasi panjang sambungan lewatan 300 mm, 325 mm, dan 350 mm, dan balok tanpa sambungan lewatan sebagai balok referensi,

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Lentur

| NO | Variasi Panjang Lewatan (mm) | Kode Benda Uji | Jumlah Benda Uji |
|----|------------------------------|----------------|------------------|
| 1 | 300 | P.300 | 3 |
| 2 | 325 | P.325 | 3 |
| 3 | 350 | P.350 | 3 |
| 4 | UTUH | P.U | 3 |



Gambar 1. Pemasangan Sambungan Pada Balok

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Hitungan Rancang Campur Adukan Beton Metode SNI 03-2834-2000

Perhitungan rancang campuran adukan beton dilakukan dengan metode SNI 03-2834-2000. Dari hitungan tersebut didapat kebutuhan bahan per 1 m³ yaitu :

- a. Pasir = 707,463 kg
- b. Semen = 429,976 kg
- c. Agregat Kasar = 836,373 kg
- d. Air + admixture = 227,888 liter

Kebutuhan bahan untuk tiap sampel silinder beton

yaitu :

- a. Pasir = 3,751 kg
- b. Agregat Kasar = 4,434 kg
- c. Semen = 2,279 kg
- d. *Superplastizicer* = 0,016 lt
- e. Bestmittel = 0,009 kg
- f. Air = 1,192 lt

Kebutuhan bahan untuk tiap sampel balok yaitu :

- a. Pasir = 7,471 kg
- b. Agregat Kasar = 8,832 kg
- c. Semen = 4,541 kg
- d. *Superplastizicer* = 0,032 lt
- e. Bestmittel = 0,018 kg
- f. Air = 2,375 lt

Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

| No | Diameter Terukur (mm) | Luas Penampang (mm ²) | Gaya Leleh (N) | Tegangan Leleh (MPa) | Rata-Rata (MPa) |
|----|-----------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------|-----------------|
| 1 | 8 | 50,265 | 12000 | 238,732 | 245,364 |
| 2 | 8 | 50,265 | 12200 | 242,711 | |
| 3 | 8 | 50,265 | 12800 | 254,648 | |

Hasil Pengujian Berat Isi

Tabel 5. Hasil Pengujian Berat Isi

| No | Kode Benda Uji | Volume (x 10 ⁻³ m ³) | Berat benda uji (kg) | Berat Isi (kg/m ³) |
|-----------|----------------|---|----------------------|--------------------------------|
| 1 | SL-1 | 5,30 | 12,050 | 2272,968 |
| 2 | SL-2 | 5,30 | 12,100 | 2282,399 |
| 3 | SL-3 | 5,30 | 12,100 | 2282,399 |
| 4 | SL-4 | 5,30 | 12,050 | 2272,968 |
| Rata-Rata | | | | 2272,968 |

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan

| No | Kode Benda Uji | A'' (mm ²) | Pmaks (N) | f'c (MPa) |
|--------|----------------|------------------------|-----------|-----------|
| 1 | SL-1 | 17671,459 | 480000 | 27,162 |
| 2 | SL-2 | 17671,459 | 475000 | 26,880 |
| 3 | SL-3 | 17671,459 | 380000* | 21,504 |
| 4 | SL-4 | 17671,459 | 400000 | 22,635 |
| Rerata | | 17671,459 | 433750 | 25,559 |

Keterangan : (*) benda uji 3 tidak digunakan karena hasil pengujian terlalu kecil dibandingkan dengan benda uji lainnya

Hasil Pengujian Kuat Lentur

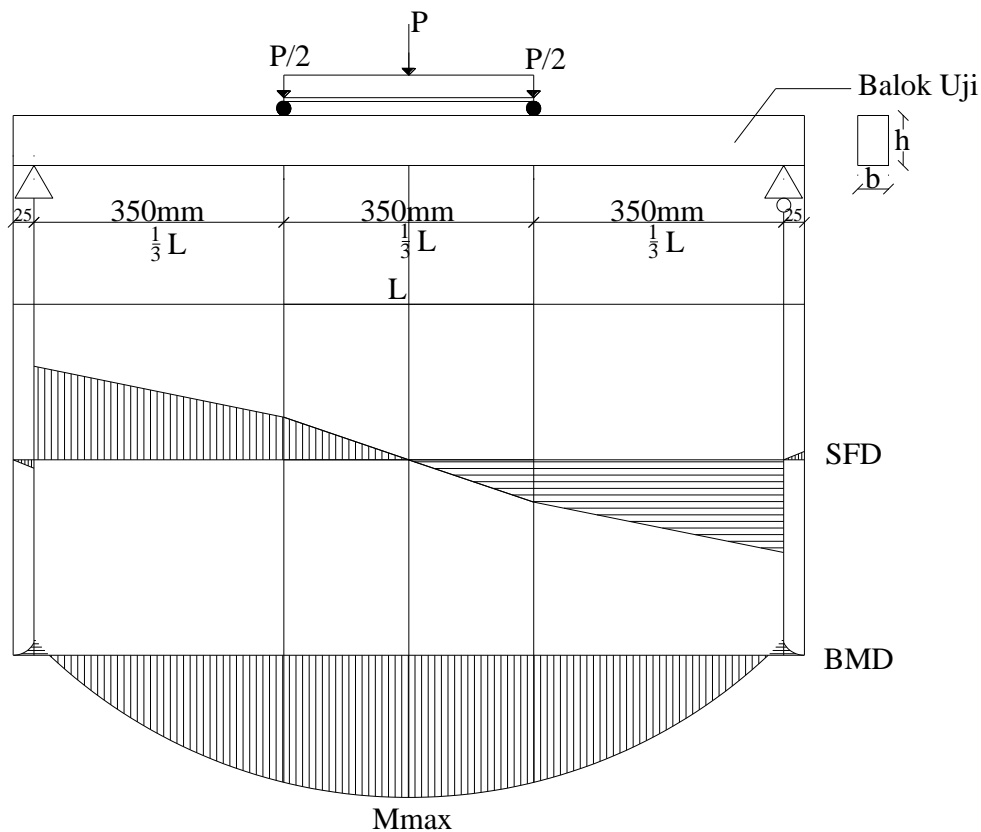
Pengujian kuat lentur balok menggunakan benda uji dengan dimensi lebar 80 mm, tinggi 120 mm dan panjang 1100 mm. Benda uji yang digunakan 12 buah dengan masing-masing panjang sambungan lewatan 300 mm, 325 mm, 350 mm dan utuh tanpa sambungan lewatan (balok referensi) dibuat 3 buah balok Hasil dari pengujian berupa data yang meliputi beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji, dan defleksi maksimum. *Dial gauge* yang digunakan 1 buah pada proses pengujian benda uji dan diletakkan di tengah bentang yang berjarak 52,5 cm dari tumpuan, karena penggunaan bentang benda uji 1,1 meter.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Lentur

| No | Kode | Panjang Sambungan (mm) | P CRACK (kN) | P max (kN) | Defleksi CRACK (x0,001") mm | Defleksi MAX (x0,001")m m |
|----|---------|------------------------|--------------|------------|-----------------------------|---------------------------|
| 1 | P.U 1 | Utuh | 20,0 | 27,5 | 180 | 290 |
| 2 | P.U 2 | | 17,5 | 27,5 | 105 | 235 |
| 3 | P.U 3 | | 17,5 | 25,0 | 167 | 230 |
| 4 | P.300 1 | 300 | 15,0 | 20,0 | 130 | 340 |
| 5 | P.300 2 | | 12,5 | 22,5 | 90 | 320 |
| 6 | P.300 3 | | 12,5 | 20,0 | 115 | 350 |
| 7 | P.325 1 | 325 | 12,5 | 20,0 | 90 | 263 |
| 8 | P.325 2 | | 17,5 | 25,0 | 140 | 270 |
| 9 | P.325 3 | | 12,5 | 20,0 | 100 | 240 |
| 10 | P.350 1 | 350 | 15,0 | 22,5 | 130 | 290 |
| 11 | P.350 2 | | 15,0 | 22,5 | 115 | 230 |
| 12 | P.350 3 | | 12,5 | 20,0 | 80 | 200 |

Momen Maksimum Pengujian

Penghitungan momen maksimum hasil pengujian ini menggunakan konsep statika dimana *simple beam* dibebani dengan beban merata q dan beban terpusat sebesar $1/2 P$ pada sepertiga bentangnya seperti **Gambar 1**. Dari hitungan ini dapat diketahui momen maksimal yang terjadi. Beban yang digunakan dalam perhitungan momen maksimum adalah beban saat beton mengalami keruntuhan (*rupture*).



Gambar 2. Diagram Gaya Pembebanan

Dengan panjang $L = 1050 \text{ mm}$ maka reaksi perletakan dan momen dapat dihitung seperti:

Reaksi Tumpuan:

$$\sum MB = 0$$

$$= R_{AV} \cdot L - \frac{P}{2} \cdot \frac{2}{3}L - \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{3} - q \cdot L \cdot \frac{L}{2} - q \cdot a \cdot (L + \frac{a}{2}) + q \cdot a \cdot \frac{a}{2}$$

$$R_{AV} = \frac{P}{2} + q \cdot \frac{L}{2} + \frac{q \cdot a \cdot (L + \frac{a}{2})}{L} - \frac{q \cdot a \cdot \frac{a}{2}}{L}$$

$$R_{AV} = R_{BV} = \frac{P}{2} + q \cdot \frac{L}{2} + \frac{q \cdot a \cdot (L + \frac{a}{2})}{L} - \frac{q \cdot a \cdot \frac{a}{2}}{L}$$

Momen :

Momen maksimum yang terjadi di tengah bentang:

$$M_{Max} = R_{AV} \cdot \frac{L}{2} - \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 - \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{6}$$

Hitungan momen maksimum benda uji P.300 (1), hasil pengujian sebagai berikut:

Data:

$$b = 0,08 \text{ m}$$

$$h = 0,12 \text{ m}$$

$$Bj \text{ beton} = 2278,302 \text{ kg/m}^3$$

$$P_{max} = 20 \text{ KN} = 20000 \text{ N}$$

maka:

$$q = 0,08 \times 0,12 \times 2278,302 = 21,87 \text{ kg/m} = 0,219 \text{ N/mm}$$

$$M_{\max} = R_{AV} \cdot \frac{L}{2} - \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 - \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{6}$$

$$= \left(\frac{P}{2} + q \cdot \frac{L}{2} - \frac{q \cdot a \cdot (L + \frac{a}{2})}{L} - \frac{q \cdot a \cdot \frac{a}{2}}{L} \right) \cdot \frac{L}{2} - \frac{1}{8} \cdot q \cdot L^2 - \frac{P}{2} \cdot \frac{L}{6}$$

$$\left(\left(\frac{20000}{2} + 0,219 \cdot \frac{1050}{2} - \frac{0,219 \cdot 25 \cdot (1050 + \frac{25}{2})}{1050} - \frac{q \cdot 25 \cdot \frac{25}{2}}{L} \right) \cdot \frac{1050}{2} - \frac{1}{8} \cdot 0,219 \cdot 1050^2 - \frac{20000}{2} \cdot \frac{1050}{6} \right)$$

$$= 3.533.013 \text{ Nmm} = 3,533 \text{ kNm}$$







Untuk hitungan momen maksimum hasil pengujian setiap balok benda uji selengkapnya disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Momen Maksimum Hasil Pengujian Sambungan Lewatan 300 mm, 325 mm, 350 mm, dan Utuh

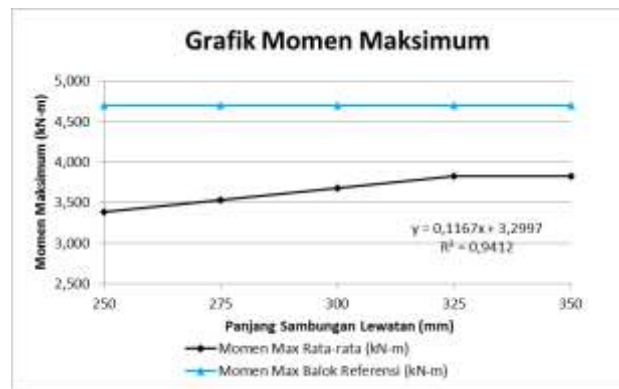
| No | Kode | P max | Momen Max (kN-m) | Momen Max Rata-rata (kN-m) |
|----|---------|-------|------------------|----------------------------|
| 1 | P.U 1 | 27,5 | 4,846 | 4,700 |
| 2 | P.U 2 | 27,5 | 4,846 | |
| 3 | P.U 3 | 25,0 | 4,408 | |
| 4 | P.300 1 | 20,0 | 3,533 | 3,679 |
| 5 | P.300 2 | 22,5 | 3,971 | |
| 6 | P.300 3 | 20,0 | 3,533 | |
| 7 | P.325 1 | 20,0 | 3,533 | 3,825 |
| 8 | P.325 2 | 25,0 | 4,408 | |
| 9 | P.325 3 | 20,0 | 3,533 | |
| 10 | P.350 1 | 22,5 | 3,971 | 3,825 |
| 11 | P.350 2 | 22,5 | 3,971 | |
| 12 | P.350 3 | 20,0 | 3,533 | |

Dengan menggunakan Data sekunder dari saudara **Aziz Asidiq (I1113020)** didapatkan, beban dan defleksi yang terjadi, pada balok dengan panjang sambungan lewatan sebesar 250 mm dan 275 mm

Tabel 11. Rekapitulasi Momen Maksimum Yang Terjadi

| No. | Panjang Sambungan Lewatan (mm) | Keterangan | Momen Maksimum (kN-m) | Simbol |
|-----|--------------------------------|------------------|-----------------------|--|
| 1 | 250 mm | Hasil pengujian* | 3,387 |  |
| 2 | 275 mm | Hasil pengujian* | 3,533 |  |
| 3 | 300 mm | Hasil pengujian | 3,679 |  |
| 4 | 325 mm | Hasil pengujian | 3,825 |  |
| 5 | 350 mm | Hasil pengujian | 3,825 |  |
| 6 | Tanpa sambungan lewatan | Hasil pengujian | 4,700 |  |

Keterangan : (*) hasil pengujian yang diperoleh dari data sekunder



Gambar 3. Grafik Momen Maksimum

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

- Nilai Momen Maksimum (*Rupture*) semakin besar saat sambungan lewatan semakin panjang, momen maksimum terbesar terjadi pada balok tanpa sambungan lewatan (balok referensi), hal ini menunjukkan balok tanpa sambungan (balok referensi) tahan terhadap beban yang besar dibandingkan bila diberi sambungan lewatan
- Nilai defleksi balok yang diberi sambungan lewatan semakin pendek, semakin besar defleksi yang terjadi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ir. Slamet Prayitno, MT. dan Ir. Endang Rismunarsi, MT. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- Anonim, SNI-07-2052-2002, *Baja Tulang Beton*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, SNI-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Beton Normal*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, SNI-2847-2013, *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, SNI-4431-2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*, Puslitbang Permukiman, Departemen Pekerjaan Umum.
- beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta : C.V Andi Offset (Penerbit ANDI).
- Ginting, Arusmalem, 2008. *Tinjauan kekakuan Sambungan Lewatan Tarik*. Wahana TEKNIK SIPIL Volume 13 No. 3. (Universitas Janabadra).
- Marsiano, 2010. *Penggunaan Admixtures Superplasticizer Untuk Meningkatkan Mutu Beton*. Jurnal Teknik Sipil (Institut Sains dan Teknologi Nasional).
- McCormac, Jack C, 2003. *Desain Beton Bertulang, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, Paul & Antoni, 2007. *TEKNOLOGI BETON dari Material, Pembuatan, ke*
- Rokhman, Abdul, 2010. *Pengaruh Penggunaan Lap splices Tulangan Baja Tarik Terhadap Nilai Kekakuan dan Daktilitas Balok Beton*, Jurnal Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknik PLN, Jakarta.
- Sulistiyawati, Reni, 2009. *Pengaruh Penggunaan Zat Additive Bestmittel Terhadap Kuat Tekan Beton*, Jurnal Teodolita Volume 11 No 2.