

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

---

Fakultas Teknik (FT)  
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

---

Sihotang, Hotjon

2022

# Uji Peningkatan Kapasitas Lentur Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas Balok Tanpa Shear Connector.

---

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/449>

*Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas*

**UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR DENGAN  
PENAMBAHAN DIMENSI PADA SISI ATAS BALOK TANPA  
SHEAR CONNECTOR**

(PENELITIAN)

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil  
(Struktur)

Disusun oleh :

**HOTJON SIHOTANG**

**140310035**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS**

**SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2022**

**UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR DENGAN PENAMBAHAN  
DIMENSI PADA SISI ATAS BALOK TANPA SHEAR CONNECTOR  
(PENELITIAN)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil  
(Struktur)**

**Disusun Oleh :**

**HOTJON SIHOTANG**  
**140310035**

Seminar Proposal : 28 Mei 2021


Seminar Isi : 22 Oktober 2021


Sidang Meja Hijau : 14 Januari 2022


**DISETUJUI OLEH :**

  
**(Samsuardi Batubara, ST, MT)**  
**Pembimbing Utama**

**DISAHKAN OLEH :**

  
**(Ir. Simon Dertha Tarigan, MT)**  
**Koordinator Tugas Akhir**

  
**(Ir. Binsar Silitonga, MT)**  
**Ketua Program Studi Teknik Sipil**

  
**(Ir. Oloan Sitohang, MT)**  
**Dekan Fakultas Teknik**

**UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR DENGAN PENAMBAHAN  
DIMENSI PADA SISI ATAS BALOK TANPA SHEAR CONNECTOR  
(PENELITIAN)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil  
(Struktur)**

**Disusun Oleh :**

**HOTJON SIHOTANG**  
**140310035**

Seminar Proposal : 28 Mei 2021

Seminar Isi : 22 Oktober 2022


Sidang Meja Hijau : 14 Januari 2022

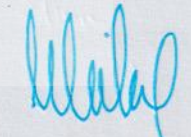
**DISETUJUI OLEH :**

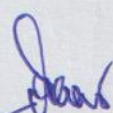
  
**(Samsuardi Batubara, ST, MT)**

**Penguji I/Pembimbing**

**DISAHKAN OLEH :**

  
**(Ir. Martius Ginting, MTSi)**  
**Penguji II**

  
**(Ir. Simon Dertha Tarigan, MT)**  
**Pembanding III**

  
**(Ir. Binsar Silitonga, MT)**  
**Pembanding IV**

Medan, 31 Januari 2022

No :  
Lampiran : Draft Tugas Akhir  
Hal : Sidang (Meja Hijau)

Kepada Yth :  
Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Katolik St. Thomas Medan Sumatera Utara

Dengan Hormat,

Dengan surat ini kami beritahukan bahwa Tugas Akhir mahasiswa yang kami bimbing di bawah ini :

Nama : Hotjon Sihotang

NIM : 140310035

Judul : **UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR DENGAN  
PENAMBAHAN DIMENSI PADA SISI ATAS BALOK TANPA  
SHEAR CONNECTOR**

Dengan ini kami menyatakan bahwa Tugas Akhir (Skripsi) ini siap untuk di meja hijau kan. Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terima kasih.

Pembimbing

  
**(Ir. Samsuardi Batubara, MT)**

Medan, 30 November 2021

No :  
Lampiran : Draft Tugas Akhir  
Hal : Sidang (Meja Hijau)

Kepada Yth :  
Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Katolik St. Thomas Medan Sumatera Utara

Kami sebagai pembanding menerangkan bahwa Tugas Akhir (Skripsi) mahasiswa yang telah mengikuti seminar isi pada tanggal 22 Oktober 2021 di bawah ini :

Nama : Hotjon Sihotang

NIM : 140310035

Judul : **UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR DENGAN  
PENAMBAHAN DIMENSI PADA SISI ATAS TANPA  
SHEAR CONNECTOR**

Telah selesai kami bimbing dan diperbaiki.

Demikian surat ini dibuat untuk dapat dipergunakan dalam memenuhi persyaratan yang ada. Atas perhatian dan kerja sama yang baik saya ucapkan terima kasih.

Pembanding 1

  
**(Ir. Martius Ginting, MTSi)**

Pembanding 2

  
**(Ir. Simon Dertha, MT)**

Pembanding 3

  
**(Ir. Binsar Silitonga, MT)**

17  
12 2021

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kemurahan hati-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas. Tugas Akhir ini berjudul “UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR DENGAN PENAMBAHAN DIMENSI PADA SISI ATAS BALOK TANPA SHEAR CONNECTOR”. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa dukungan moril, material, spiritual maupun dari segi administrasi.

Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Oloan Sitohang, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
2. Bapak Ir. Charles Sitindaon, MT. Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Binsar Silitonga, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
4. Bapak Reynaldo Siahaan, ST, M,Eng, selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera utara.
5. Bapak Ir. Simon Dertha, MT. Selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
6. Bapak Samsuardi Batubara, ST. MT. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, dukungan, bimbingan serta meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu penulis Tugas Akhir ini.
7. Bapak Ir. Martius Ginting, MT, Selaku Dosen Pengajar yang selalu sabar “menghadapi” penulis dalam memberikan materi perkuliahan serta ilmu akademik bagi sang penyusun selama perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas.
9. Teristimewa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta Ayahanda H. Sihotang dan Ibunda R. br Sitanggang. Serta saudara-saudara saya dan semua keluarga dan sanak saudara yang telah banyak memberikan doa, motivasi dan wejangan, serta finansial kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dan perkuliahan ini.
10. Kepada teman-teman mahasiswa angkatan 2014 Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
11. Abang/kakak stambuk dan adik-adik stambuk serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Unika Santo Thomas, yang telah memberikan banyak masukan, dukungan dan pengalaman yang berarti selama masa perkuliahan.
12. Serta pihak-pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan. Sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan juga kekurangan, maka penulis sangat berterimakasih atas kritikan yang disampaikan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini di lain hari kemudian.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, Februari 2022

Hormat Saya

**Hotjon Sihotang**

NPM : 140310035

## ABSTRAK

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui besar peningkatan kapasitas lentur pada balok beton bertulang yang diperkuat dengan penambahan dimensi pada sisi atasnya. Dalam penelitian ini digunakan 2 buah benda uji balok beton bertulang dengan dimensi  $150\text{ mm} \times 300\text{ mm}$  dengan bentang  $3000\text{ mm}$ . benda uji pertama adalah tanpa perkuatan, yang kedua adalah diperkuat dengan penambahan dimensi pada sisi atas. Dengan penambahan dimensi  $150\text{ mm} \times 100\text{ mm}$  dengan bentang  $300\text{ mm}$ . pemberian beban untuk benda uji tanpa perkuatan dilakukan dengan *jack hidrolis* pada tengah bentang dan dibebani hingga runtuh, sementara untuk benda uji dengan perkuatan pemberian beban dilakukan dengan pemberian beban dengan 2 tahap. Hasil pengujian menunjukkan bahwa benda uji dengan penambahan dimensi pada sisi atas balok beton bertulang, kapasitas lentur meningkat sebesar 3.05 % terhadap benda uji tanpa perkuatan. Berdasarkan peningkatan lentur tersebut dapat disimpulkan bahwa penambahan dimensi pada sisi atas balok beton bertulang aman untuk dilakukan.

**Kata kunci :** Balok Bertulang, Kapasitas lentur , Perkuatan struktur

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| KATA PENGANTAR .....                             | i    |
| ABSTRAK .....                                    | iii  |
| DAFTAR ISI.....                                  | iv   |
| DAFTAR GAMBAR .....                              | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                | x    |
| DAFTAR NOTASI.....                               | xi   |
| <b>BAB I</b>                                     |      |
| <b>PENDAHULUAN</b> .....                         | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                         | 1    |
| 1.2 Maksud dan Tujuan.....                       | 4    |
| 1.3 Permasalahan.....                            | 4    |
| 1.4 Pembatasan Masalah .....                     | 7    |
| 1.5 Metodologi .....                             | 8    |
| <b>BAB II</b>                                    |      |
| <b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                    | 9    |
| 2.1 Hasil Penelitian Sebelumnya.....             | 9    |
| 2.2 Bahan Beton .....                            | 9    |
| 2.3 Bahan Agregat.....                           | 11   |
| 2.4 Beton Bertulang .....                        | 12   |
| 2.5 Baja Tulangan .....                          | 15   |
| 2.6 Lentur Murni Pada Balok.....                 | 16   |
| 2.7 Kuat Lentur Persegi.....                     | 19   |
| 2.8 Perkuatan Struktur Beton Bertulang .....     | 21   |
| 2.9 Lendutan ( <i>Defleksi</i> ) Pada Balok..... | 22   |

|  |    |
|--|----|
| 2.10 Keruntuhan Lentur Akibat Kondisi Batas ( <i>Ultimate</i> )..... | 25 |
| 2.11 Geser Pada Beton Bertulang .....                                | 29 |
| 2.12 Sika Bond Adhesive .....  | 28 |
| 2.13 Formula Perkuatan Lentur Dengan SKSNI .....                     | 29 |
| 2.13.1 Balok Beton Normal .....                                      | 29 |
| 2.13.2 Balok Beton Dengan Perkuatan .....                            | 31 |
| 2.14 Momen Inersia Penampang Retak .....                             | 32 |
| 2.15 Lendutan Pada Balok .....                                       | 35 |
| <b>BAB III</b>   |    |
| <b>METODOLOGI PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....                       | 38 |
| 3.1 Studi Pustaka.....   | 38 |
| 3.2 Lingkup Perkerjaan.....  | 38 |
| 3.3 Syarat – Syarat Pelaksanaan.....                                 | 38 |
| 3.3.1 Perencanaan Csampuran Beton.....                               | 39 |
| 3.3.2 Baja Tulangan .....  | 39 |
| 3.4 Bahan Dan Peralatan.....   | 40 |
| 3.4.1 Bahan .....  | 40 |
| 3.4.2 Peralatan.....   | 40 |
| 3.5 Persiapan Material.....  | 42 |
| 3.6 Persiapan Pembuatan Benda Uji .....                              | 43 |
| 3.7 Persiapan Benda Uji.....   | 45 |
| 3.7.1 Pengecoran Benda Uji Balok Normal .....                        | 45 |
| 3.7.2 Pengecoran Benda Uji Balok Perkuatan .....                     | 45 |
| 3.8 Perawatan Benda Uji.....   | 46 |
| 3.9 Sika Bond Adhesive.....  | 47 |
| 3.10 Pengujian Kuat Tekan Beton .....                                | 47 |

|  |    |
|--|----|
| 3.11 Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja.....   | 48 |
| 3.12 Pengujian Balok Beton Bertulang.....  | 48 |
| 3.12.1 Pengujian Balok I (Balok Tanpa Perkuatan).....  | 48 |
| 3.12.2 Pengujian Balok II (Balok Dengan Perkuatan).....  | 49 |
| 3.13 Bagan Alur Penelitian ( <i>flow chart</i> ).....  | 51 |
| <b>BAB IV</b>  |    |
| <b>ANALISA DATA</b> .....  | 52 |
| 4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton .....   | 52 |
| 4.2 Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja.....  | 54 |
| 4.3 Analisa Kapasitas Penampang Secara Teoritis.....   | 54 |
| 4.3.1 Balok Beton Tanpa Penambahan Dimensi (15 x 20).....  | 54 |
| 4.3.2 Balok Beton Normal Dengan Dimensi (15 x 30).....   | 58 |
| 4.3.3 Balok Beton Perkuatan Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas.....                                    | 62 |
| 4.4 Lendutan Yang Terjadi Pada balok.....  | 66 |
| 4.4.1 Menghitung Lendutan Yang Terjadi Pada Balok Normal Dengan<br>Dimensi (15 x 30).....                    | 66 |
| 4.4.2 Menghitung Lendutan Yang terjadi Pada Balok Dengan Perkuatan<br>Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas..... | 72 |
| 4.5 Pengujian Balok Beton Beertulang.....  | 79 |
| 4.5.1 Pengujian Balok Beton Bertulang Normal (15 x 30).....  | 79 |
| 4.5.2 Pengujian Balok Beton Bertulang Perkuatan Dengan Penambahan<br>Dimensi Pada Sisi Atas.....             | 82 |
| 4.6 Pola Retak Pada Penelitian.....  | 86 |
| 4.7 Pembahasan.....  | 89 |

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| <b>BAB V</b>                      |      |
| <b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> ..... | 94   |
| 5.1 Kesimpulan .....              | 94   |
| 5.2 Saran.....                    | 94   |
| Mix Design .....                  | 95   |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....       | xii  |
| <b>LAMPIRAN</b> .....             | xiii |



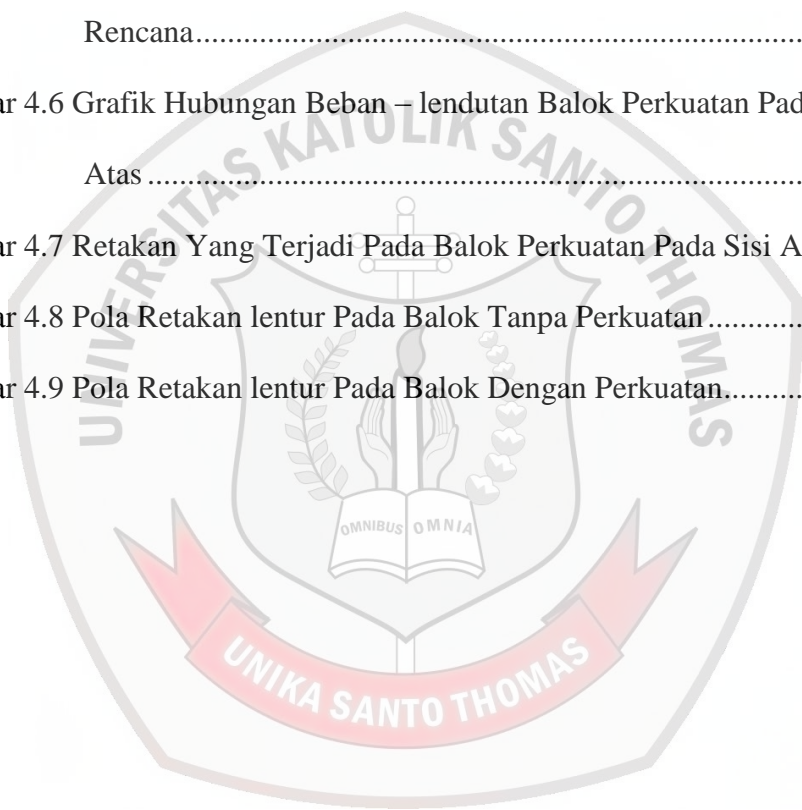
## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Defenisi Beton.....  | 10 |
| Tabel 2.2 Nilai Modulus Elastisitas (Ec) Berbagai Mutu Beton.....  | 15 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Balok Awal .....   | 53 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Balok Perkuatan .....  | 53 |
| Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja .....   | 54 |
| Tabel 4.4 Resume Perhitungan Kapasitas Penampang Secara Teoritis .....   | 65 |
| Tabel 4.5 Hasil Analisa Secara Teoritis Lendutan Pada Balok Normal Dengan<br>Dimensi 15 x 30.....                          | 70 |
| Tabel 4.6 Hasil Analisa Secara Teoritis Lendutan Pada Balok Dengan Perkuatan<br>Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas .....    | 76 |
| Tabel 4.7 Resume Perhitungan Secara teoritis.....  | 78 |
| Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Lendutan Pada Balok Normal.....   | 79 |
| Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Lendutan Dibebani 60% Dari Kapasitas<br>Rencana .....                                       | 82 |
| Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Lendutan Balok Bertulang Perkuatan Pada<br>Sisi Atas.....                                  | 83 |
| Tabel 4.11 Resume Hasil Pengujian .....  | 86 |
| Tabel 4.12 Kapasitas Penampang Teoritis Dan hasil Pengujian Benda Uji .....  | 90 |
| Tabel 4.13 Hasil Kapasitas Penampang Teoritis Dan Hasil Pengujian Perkuatan<br>Balok Sisi Atas Penelitian Sebelumnya ..... | 91 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1.1 Tower Telekomunikasi Pada Roof Top Gedung 3 Lantai.....  | 2  |
| Gambar 1.2 Balok Beton Bertulang Tanpa Penambahan Dimensi Pada<br>Sisi Atas .....                                       | 5  |
| Gambar 1.3 Balok Beton Bertulang Setelah Dibebeani 60% Beban Rencana<br>Kemudian Diberi Penambahan Pada Sisi Atas ..... | 6  |
| Gambar 1.4 Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Dimensi Pada<br>Sisi Atas .....                                      | 6  |
| Gambar 2.1 Grafik Regangan – Tegangan Beton .....   | 13 |
| Gambar 2.2 Grafik Berbagai Kuat Tekan Beton.....  | 14 |
| Gambar 2.3 Diagram Tegangan – Regangan Batang Tulangan Baja .....   | 16 |
| Gambar 2.4 Balok Dibebeani Lentur Murni .....   | 17 |
| Gambar 2.5 Distribusi Tegangan – Regangan Pada Penampang Beton<br>Bertulang Dengan Momen Yang Semakin Besar .....       | 18 |
| Gambar 2.6 Diagram Regangan Beton Bertulang.....  | 19 |
| Gambar 2.7 Diagram Tegangan Beton Bertulang.....  | 20 |
| Gambar 2.8 Mekanisme Defleksi Pada Balok Beton.....   | 22 |
| Gambar 2.9 Hubungan Antara Beban Dan Deflekssi Pada Balok Beton<br>Bertulang.....                                       | 23 |
| Gambar 2.10 Balok Yang Dibebeani Sampai Runtuh .....  | 25 |
| Gambar 2.11 Kurva Momen- Kelengkungan Balok .....   | 26 |
| Gambar 2.12 Perilaku Keruntuhan Balok .....   | 27 |
| Gambar 2.13 Penampang Transformasi.....   | 33 |
| Gambar 2.14 Bidang Momen Sebagai Muatan Pada Beban terpusat .....   | 35 |
| Gambar 2.15 Bidang Momen Sebagai Muatan Pada Beban Terbagi Rata .....   | 36 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian( <i>flow chart</i> ) .....                          | 51 |
| Gambar 4.1 Grafik Hubungan Beban – Lendutan Pada Balok Normal.....                   | 71 |
| Gambar 4.2 Grafik Hubungan Beban – Lendutan Pada Balok Perkuatan .....               | 77 |
| Gambar 4.3 Grafik Hubungan Beban – Lendutan Pengujian Pada Balok<br>Normal .....     | 80 |
| Gambar 4.4 Keretakan Yang Terjadi Pada Balok Normal.....                             | 81 |
| Gambar 4.5 Grafik Hubungan Beban – lendutan Beban 60% Dari Kapasitas<br>Rencana..... | 82 |
| Gambar 4.6 Grafik Hubungan Beban – lendutan Balok Perkuatan Pada Sisi<br>Atas .....  | 84 |
| Gambar 4.7 Retakan Yang Terjadi Pada Balok Perkuatan Pada Sisi Atas .....            | 85 |
| Gambar 4.8 Pola Retakan lentur Pada Balok Tanpa Perkuatan .....                      | 87 |
| Gambar 4.9 Pola Retakan lentur Pada Balok Dengan Perkuatan.....                      | 87 |



## DAFTAR NOTASI

|           |  |
|-----------|--|
| A         | = Luas Penampang ( $\text{mm}^2$ )   |
| ACI       | = American Concrete Institute  |
| $A_s$     | = Luas Tulangan Tarik ( $\text{mm}^2$ )                                    |
| b         | = Lebar Badan Penampang Balok (mm)   |
| c         | = Jarak Dari Serat Tekan Luar ke Garis Netral (mm)                         |
| CL        | = <i>Center Line</i> (Titik Tengah Bentang)                                |
| d         | = Jarak Dari Serat Tekan Terluar ke Pusat Tulangan Tarik (mm)              |
| D         | = Beban Mati, Atau Momen Dan Gaya Dalam Yang Berhubungan Dengan Beban Mati |
| d'        | = Jarak Dari Serat Tekan Terluar Ke Pusat Tulangan Tekan (mm)              |
| E         | = Modulus Elastisitas  |
| $E_c$     | = Modulus Elastisitas Beton  |
| $E_y$     | = Modulus Elastisitas Baja   |
| Fas       | = Faktor Air Semen   |
| $f'_c$    | = Kuat Tekan Beton (MPa)   |
| $F'_{cr}$ | = Kuat Tekan Beton Rata-rata (MPa)   |
| FM        | = Susunan Gradasi Butiran  |
| $f_s$     | = Tegangan Dalam Tulangan Pada Beban Kerja (MPa)                           |
| $f_y$     | = Tegangan Leleh Tulangan Baja (MPa)                                       |
| h         | = Tinggi Balok (mm)  |
| L         | = Jarak Bentang Penampang (mm)   |
| M         | = Momen Lentur Yang Terjadi Pada Balok Tunggal Pemikul Lentur              |
| $M_u$     | = Momen Ultimate   |
| N         | = Gaya Aksial Sentris  |

- P = Gaya Luar Yang Terjadi
- PBI = Peraturan Beton Indonesia
- Q = Gaya Angkat
- S = Jarak Sengkang
- SD = Standard Deviasi
- SNI = Standard Nasional Indonesia
- $W_c$  = Berat isi Beton
- Z = Besaran Pembatas Distribusi Tegangan Lentur
- $\frac{1}{4}$  L-L = Titik Yang Berada Pada  $\frac{1}{4}$  Bentang Dari Kiri
- $\frac{1}{4}$  L-R = Titik Yang Berada Pada  $\frac{1}{4}$  Bentang Dari Kanan
- $\epsilon_b$  = Regangan Beton
- $\epsilon_y$  = Regangan Baja
- $\rho$  = Rasio Tulangan Tarik
- $M_n$  = Momen Nominal Penampang



## DAFTAR PUSTAKA

Ali Asroni , “*Balok dan Pelat Beton Bertulang*” , Edisi Pertama, Penerbit Graha ilmu.

Franscois Siregar “*Uji Peningkatan Kapasitas Lentur Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Bawah Balok Dan Sisi atas balok*”. Universitas Khatolik, St. Thomas Medan, SU.2020

Ida Bagus Rai Widiarsa dan Made Sukrawa, “*Perilaku Beton T Jembatan Dengan Pelat Baja Sebagai Perkuatan Lentur*”, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.10 No. 2, Juli 2006 129.

Istimawan Dipohusodo,”*Struktur Beton Bertulang*”, berdasarkan SK- SNI T-15-199-03 Depertemen PU , Penerbit Gramedia Pustaka Utama.

*Peraturan Beton Bertulang Indonesia* 1971. NI-2 Depertemen Pekerja Umum Jakarta.

Prof . Dr . Ing Johannes Tarigan , “*Analisa Struktur I*”. Universitas Khatolik, St. Thomas Medan, SU.

Prof.Dr ing. Johannes Tarigan dan Ir. Martius Ginting. MT, “*Buku Penuntun Laboratorium Beton Dan Bahan Bangunan*”, Laboratorium Beton dan Bahan Bangunan Unika ST. Thomas SU. Medan , 1998.

SNI 2847-2019 ‘*Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 1726-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*’.