



---

**BUKU AJAR**  
**MATA KULIAH**  
**STRUKTUR BETON I**

---

Disusun oleh:  
**NANIN MEYFA U., S.T., M.T.**

Tahun 2018

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER

**BUKU AJAR**  
**MATA KULIAH**  
**STRUKTUR BETON I**



Disusun Oleh:

NANIN MEYFA UTAMI, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL  
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER

2018

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga “Buku Ajar Mata Kuliah Struktur Beton 1” ini dapat disusun dengan baik.

Adapun maksud dan tujuan dari buku ajar ini agar dapat menjadi pegangan dosen dan mahasiswa sebagai referensi utama atau tambahan. Dalam kegiatan belajar mahasiswa tidak hanya mengamati dan mencermati penjelasan dosen, namun membutuhkan referensi atau acuan untuk menggali ilmu agar pemahaman mahasiswa semakin dalam dan dapat mengoptimalkan kemampuannya.

Penyusunan buku ajar ini disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku saat ini, kesesuaian antara metode dengan materi yang disampaikan menjadikan buku ajar ini memiliki kriteria yang baik. Buku ajar ini merujuk pada referensi teks book, jurnal nasional dan internasional, serta peraturan-peraturan/standar perancangan terbitan baru sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah Struktur Beton I.

Struktur Beton I merupakan salah satu mata kuliah wajib Struktur Beton tahap pertama pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Mata kuliah Struktur Beton I dengan bobot 3 SKS ini, berisi konsep perancangan bangunan dari material beton bertulang.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ajar ini. Akhirnya jika dalam penyajian buku ajar ini terdapat kekurangan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian akan sangat membantu. Semoga buku ajar ini bermanfaat.

Jember, 30 Agustus 2018

Nanin Meyfa Utami, S.T., M.T.

## PRAKATA

Buku ajar merupakan buku instruksional yang sangat penting untuk keberlangsungan proses belajar. Buku ajar ini agar dapat menjadi pegangan dosen dan mahasiswa sebagai referensi utama atau tambahan. Dalam kegiatan belajar mahasiswa tidak hanya mengamati dan mencermati penjelasan dosen, namun membutuhkan referensi atau acuan untuk menggali ilmu agar pemahaman mahasiswa semakin dalam dan dapat mengoptimalkan kemampuannya.

Penyusunan buku ajar ini disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku saat ini, kesesuaian antara metode dengan materi yang disampaikan menjadikan buku ajar ini memiliki kriteria yang baik. Buku ajar ini merujuk pada referensi teks book, jurnal nasional dan internasional, serta peraturan-peraturan/standar perancangan terbitan baru sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah Struktur Beton I.

Struktur Beton I merupakan salah satu mata kuliah wajib Struktur Beton tahap pertama pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember. Mata kuliah Struktur Beton I dengan bobot 3 SKS ini, berisi konsep perancangan bangunan dari material beton bertulang.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penyusunan buku ajar ini.

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| Halaman Judul.....                                       | i    |
| Kata Pengantar .....                                     | ii   |
| Prakata .....  | iii  |
| Daftar Isi .....   | iv   |
| Daftar Gambar .....                                      | v    |
| Daftar Tabel .....                                       | vii  |
| Tinjauan Mata Kuliah.....                                | viii |
| Bab 1 Pengenalan Beton Bertulang.....                    | 1    |
| Bab 2 Lentur Murni pada Balok.....                       | 14   |
| Bab 3 Pembatasan Tulangan dan Jenis Keruntuhan .....     | 33   |
| Bab 4 Pelat .....  | 45   |
| Bab 5 Penulangan Rangkap .....                           | 78   |
| Bab 6 Balok T dan L .....                                | 89   |
| Bab 7 Geser pada Balok.....                              | 104  |
| Bab 8 Torsi .....  | 119  |
| Bab 9 Panjang Penyaluran dan Pendetailan Sambungan ..... | 132  |
| Bab 10 Sistem Rangka Pemikul Momen .....                 | 146  |
| Indeks .....   | 159  |
| Daftar Pustaka .....                                     | 162  |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 1.1 Diagram Tegangan-Regangan Benda Uji Beton .....               | 4  |
| Gambar 1.2 Diagram Tegangan-Regangan .....                               | 5  |
| Gambar 1.3 Komponen Struktur Beton Bertulang .....                       | 10 |
| Gambar 2.1 Balok Sederhana .....   | 15 |
| Gambar 2.2 Balok Kantilever .....  | 15 |
| Gambar 2.3 Balok Terjepit .....  | 15 |
| Gambar 2.4 Balok Overhang .....  | 16 |
| Gambar 2.5 Balok Terjepit pada Satu Ujung .....                          | 16 |
| Gambar 2.6 Balok Kontinyu .....  | 16 |
| Gambar 2.7 Beban Terpusat .....  | 17 |
| Gambar 2.8 Beban Terdistribusi .....                                     | 17 |
| Gambar 2.9 Beban Merata.....   | 17 |
| Gambar 2.10 Beban Berubah Secara Linier .....                            | 18 |
| Gambar 2.11 Kopel .....  | 18 |
| Gambar 2.12 Ilustrasi Asumsi Teori Lentur .....                          | 20 |
| Gambar 2.13 Diagram Tegangan dan Regangan .....                          | 21 |
| Gambar 2.14 Tahap Sebelum Retak .....                                    | 22 |
| Gambar 2.15 Tahap Retak, Belum Meleh dan Beban Layan .....               | 22 |
| Gambar 2.16 Tahap Keruntuhan .....                                       | 23 |
| Gambar 2.17 Diagram Alir Perencanaan Balok pada Kondisi Lentur .....     | 24 |
| Gambar 2.18 Tegangan pada Lentur Murni .....                             | 25 |
| Gambar 2.19 Potongan Melintang Penampang Balok dan Distribusi Gaya ..... | 26 |
| Gambar 3.1 Diagram Regangan .....  | 34 |
| Gambar 3.2 Tulangan Tumpuan dan Lapangan .....                           | 37 |
| Gambar 3.3 Potongan Penulangan pada Wilayah Tumpuan .....                | 37 |
| Gambar 3.4 Potongan Penulangan pada Wilayah Lapangan .....               | 38 |
| Gambar 3.5 Penulangan .....  | 38 |
| Gambar 4.1 Pelat yang Ditumpu Balok pada Ke-4 Sisinya .....              | 46 |
| Gambar 4.2 Perletakan Sendi-Sendi One Way Slab .....                     | 47 |
| Gambar 4.3 Kantilever One Way Slab.....                                  | 47 |
| Gambar 4.4 Satu Ujung Menerus One Way Slab .....                         | 47 |
| Gambar 4.5 Kedua Ujung Menerus One Way Slab .....                        | 48 |
| Gambar 4.6 Pelat Two Way Slab .....                                      | 50 |
| Gambar 4.7 Statika Pelat Two Way Slab .....                              | 51 |
| Gambar 4.8 Struktur Atas Bangunan dengan Flat Plate.....                 | 52 |
| Gambar 4.9 Detail Bangunan dengan Flat Plate .....                       | 52 |
| Gambar 4.10 Transfer Beban ke Kolom .....                                | 53 |

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 4.11 Pelat Waffle Slab .....                               | 54  |
| Gambar 4.12 Detail Bangunan dengan Waffle Slab .....              | 54  |
| Gambar 4.13 Pelat Tipe A (Tulang Bawah).....                      | 55  |
| Gambar 4.14 Pelat Tipe A (Tulang Atas).....                       | 56  |
| Gambar 4.15 Pelat Tipe B (Tulang Bawah).....                      | 57  |
| Gambar 4.16 Pelat Tipe B (Tulang Atas).....                       | 58  |
| Gambar 4.17 Pelat Tipe C (Tulang Bawah).....                      | 59  |
| Gambar 4.18 Pelat Tipe C (Tulang Atas).....                       | 60  |
| Gambar 5.1 Letak Tulangan pada Balok.....                         | 79  |
| Gambar 5.2 Tulangan Rangkap.....                                  | 80  |
| Gambar 5.3 Diagram Regangan .....                                 | 81  |
| Gambar 5.4 Diagram Alir Analisa Penampang Bertulang Rangkap ..... | 83  |
| Gambar 6.1 Balok T dan L.....                                     | 90  |
| Gambar 6.2 Balok T .....  | 91  |
| Gambar 6.3 Balok L .....  | 92  |
| Gambar 6.4 Analisis Balok T untuk $a \leq hf$ .....               | 93  |
| Gambar 6.5 Analisis Balok T untuk $a > hf$ .....                  | 94  |
| Gambar 6.6 Analisis Balok T .....                                 | 95  |
| Gambar 7.1 Retak pada Balok.....                                  | 105 |
| Gambar 7.2 Tulangan Geser dan Tulangan Lentur .....               | 107 |
| Gambar 7.3 Pemasangan Tulangan Geser Balok .....                  | 107 |
| Gambar 7.4 Diagram Perencanaan Tulangan Geser Balok .....         | 109 |
| Gambar 7.5 Sistem Distribusi Pembebanan Pelat .....               | 110 |
| Gambar 7.6 Beban Segitiga I .....                                 | 111 |
| Gambar 7.7 Beban Segitiga II .....                                | 111 |
| Gambar 7.8 Beban Trapesium.....                                   | 112 |
| Gambar 8.1 Torsi pada Balok Bulat .....                           | 120 |
| Gambar 8.2 Torsi pada kantilever .....                            | 120 |
| Gambar 8.3 Torsi pada Balok Lengkung .....                        | 121 |
| Gambar 8.4 Torsi pada Kanopi .....                                | 121 |
| Gambar 8.5 Tegangan Torsi pada Penampang.....                     | 121 |
| Gambar 8.6 Torsi Kompatibilitas .....                             | 122 |
| Gambar 8.7 Kuat Momen Torsi .....                                 | 123 |
| Gambar 8.8 Luas Sengkang Tulangan Torsi .....                     | 124 |
| Gambar 9.1 Gaya Dalam Pada Balok.....                             | 133 |
| Gambar 9.2 Gaya Pada Tulangan Baja .....                          | 133 |
| Gambar 9.3 Penyaluran pada Kondisi Tarik .....                    | 134 |
| Gambar 9.4 Kait Standar ACI 318 M-11 .....                        | 136 |
| Gambar 9.5 Kait Sengkang dan Sengkang Ikat ACI 318 M-11 .....     | 136 |
| Gambar 9.6 Perletakan Sambungan Tulangan Balok.....               | 137 |

|  |     |
|--|-----|
| Gambar 9.7 Penampang Struktur Tekan dengan Sengkang Ikat .....   | 140 |
| Gambar 10.1 Contoh Sengkang Tertutup .....   | 150 |
| Gambar 10.2 Geser Desain untuk Balok dan Kolom .....   | 152 |
| Gambar 10.3 Konsep Kolom Kuat-Beton Lemah .....  | 153 |
| Gambar 10.4 Persyaratan Tulangan Transversal untuk Sengkang Spiral dan Sengkang Tertutup Persegi ..... | 155 |
| Gambar 10.5 Contoh Detail Penampang Kolom .....  | 155 |
| Gambar 10.6 Kekuatan Geser Joint Rangka Momen Khusus .....   | 158 |





**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1 Faktor Reduksi Kekuatan ..... 9  
Tabel 9.1 Penyaluran pada Kondisi Tarik ..... 134  
Tabel 9.2 Kelas Sambungan Lewatan dalam Kondisi Tarik ..... 139



## TINJAUAN MATA KULIAH

Mata kuliah Struktur Beton 1 adalah mata kuliah wajib bidang keahlian teknik sipil dengan bobot 3 SKS yang diberikan pada mahasiswa semester 4. Mata kuliah ini berisi tentang konsep perancangan bangunan dari material beton bertulang. Referensi berupa buku teks untuk mata kuliah ini pada umumnya buku teks dalam tulisan bahasa Inggris yang menjadikan mahasiswa yang menempuh mata kuliah ini enggan untuk membaca. Seperti buku karangan James G. Macgregor berjudul Reinforced Concrete Mechanics & Design, Buku Reinforced Concrete Struktur karangan R. Park and Paulay, dan Buku karangan Nawy berjudul Reinforced Concrete. Tanpa disertai dengan membaca maka mahasiswa tidak bisa menguasai konsep teori perancangan pada mata kuliah ini. Sehingga tujuan pembelajaran pun juga tidak dapat tercapai dengan baik.

Dengan penyusunan buku ajar ini diharapkan dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami konsep, berlatih mengaplikasikan konsep pada soal-soal latihan dan dapat merangsang penyampaian umpan balik pada proses pembelajaran. Penyusunan buku ajar ini disesuaikan dengan kurikulum yang berlaku saat ini, kesesuaian metode dengan materi yang disampaikan sehingga buku ajar ini memiliki kriteria yang baik. Buku ajar mata kuliah struktur beton 1 ini merujuk pada referensi teks book, jurnal nasional dan internasional, serta peraturan-peraturan/standar perancangan terbitan baru sehingga memudahkan mahasiswa dalam mempelajari mata kuliah struktur beton 1.

---

# Indeks

---

## A

agregat, 2, 5, 12  
agregat halus, 2  
agregat kasar, 2

## B

baja tulangan, 4, 7, 12, 13, 32,  
33, 35, 39, 40, 86, 102, 142  
balok kantilever, 15  
balok menerus, 16  
balok sederhana, 15  
balok tergantung, 16  
balok terjepit, 15, 16, 28  
beban angin, 8  
beban atap, 8  
beban eksentrik, 120, 124  
beban gempa, 8  
beban hidup, 8, 36, 63, 64, 125  
beban horisontal, 12  
beban hujan, 8  
beban mati, 8, 36, 100, 125,  
127  
beban merata, 17, 28  
beban struktural, 8  
beban tekanan fluida, 8  
beban tekanan tanah, 8

beban terdistribusi, 17, 28  
beban terpusat, 17, 28, 125,  
127  
beban yang berubah secara  
linier, 18, 28  
beton, 3, 9, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,  
9, 10, 12, 13, 14, 19, 20, 22,  
27, 28, 32, 33, 35, 39, 40, 45,  
48, 50, 51, 53, 61, 76, 78, 86,  
91, 92, 99, 100, 102, 104,  
105, 106, 108, 112, 114,  
115, 116, 119, 122, 131,  
132, 133, 134, 135, 137,  
138, 139, 140, 142, 144,  
145, 146, 148, 156, 157, 158  
beton bertulang, 2, 3, 4, 6, 162  
beton biasa, 4  
beton penyekat panas, 4  
beton polos struktural, 10  
beton ringan, 4

## D

defleksi, 19, 79, 86, 138

## E

elemen struktural, 15, 28

## **F**

faktor reduksi, **10, 106**

## **G**

gaya aksial, **2, 153**

gaya geser, **2, 51, 105, 106, 112, 114, 116, 117**

gaya geser rencana, **116, 151**

## **K**

kapasitas geser, **19**

kekuatan geser nominal, **106**

keruntuhan, **12, 18, 19, 33, 39, 51, 53, 79, 86, 105, 112, 133, 138, 140**

kopel, **5, 18, 28**

kuat perlu, **8, 9, 100**

kuat tekan beton, **3, 5, 6**

## **L**

lentur murni, **14, 15, 76, 78, 102, 113**

## **M**

metode kekuatan batas, **12**

metode tegangan kerja, **12**

modulus elastisitas, **6**

momen lentur, **2, 19, 28, 29, 32, 50, 61, 102, 105, 113**

momen nominal, **81, 91, 99, 100, 119**

momen puntir, **2, 124**

momen tahanan, **27**

## **N**

nilai kuat rencana, **100**

nilai regangan baja, **7**

nilai tegangan beton, **7**

## **P**

pelat tanpa balok, **45, 46**

persamaan keseimbangan statis, **16**

## **R**

regangan tarik baja, **27, 102**

retak geser murni, **105**

retak geser lentur, **105**

retak lentur murni, **105**

## **S**

sengkang spiral, **106, 114**

statis tertentu, **16**

statis tidak tentu, **16**

## **T**

tegangan, **5, 6, 3, 4, 5, 6, 7, 19, 20, 21, 22, 25, 28, 35, 40, 119, 121, 133, 138, 140**

tegangan leleh, **7**

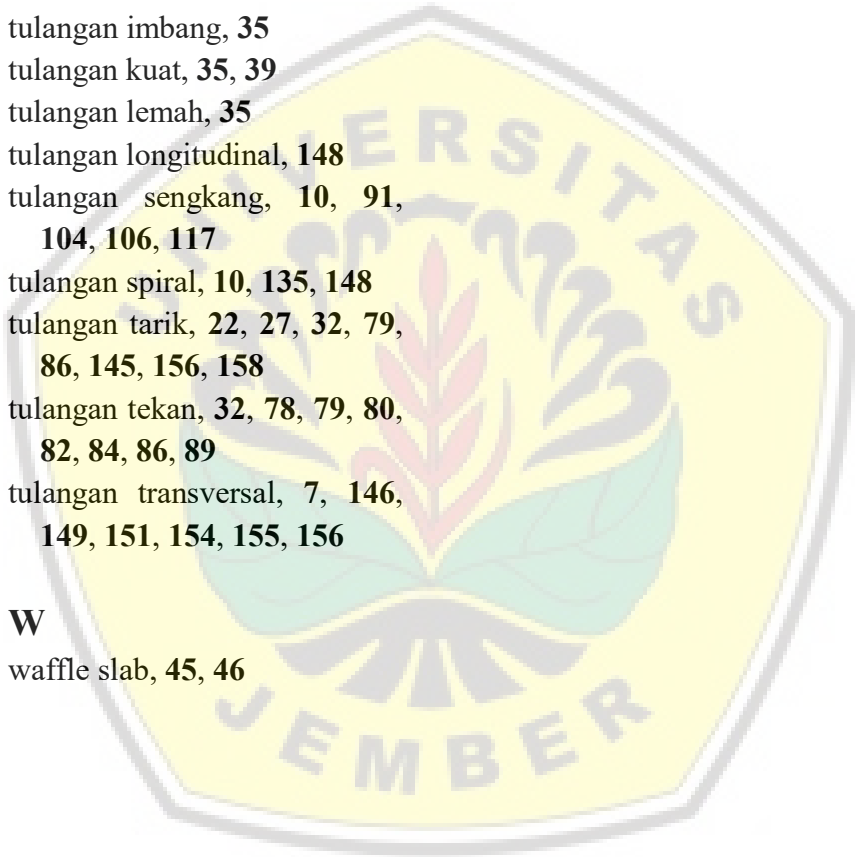
tegangan ultimit, **5**

tekanan fluida, **9**

tekanan lateral tanah, **9**  
torsi keseimbangan, **122**  
torsi kompatibilitas, **122**  
tulangan baja, **2, 3, 19, 20, 22,**  
**28, 132, 133, 135, 137, 138,**  
**140, 146**  
tulangan imbang, **35**  
tulangan kuat, **35, 39**  
tulangan lemah, **35**  
tulangan longitudinal, **148**  
tulangan sengkang, **10, 91,**  
**104, 106, 117**  
tulangan spiral, **10, 135, 148**  
tulangan tarik, **22, 27, 32, 79,**  
**86, 145, 156, 158**  
tulangan tekan, **32, 78, 79, 80,**  
**82, 84, 86, 89**  
tulangan transversal, **7, 146,**  
**149, 151, 154, 155, 156**

## **W**

waffle slab, **45, 46**



## DAFTAR PUSTAKA

James G Macgregor; Reinforced Concrete Mechanics & Design

Nawy; Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar

R Park and T Paulay; Reinforced Concrete Structures

Wang & Salmon; Desain Beton Bertulang

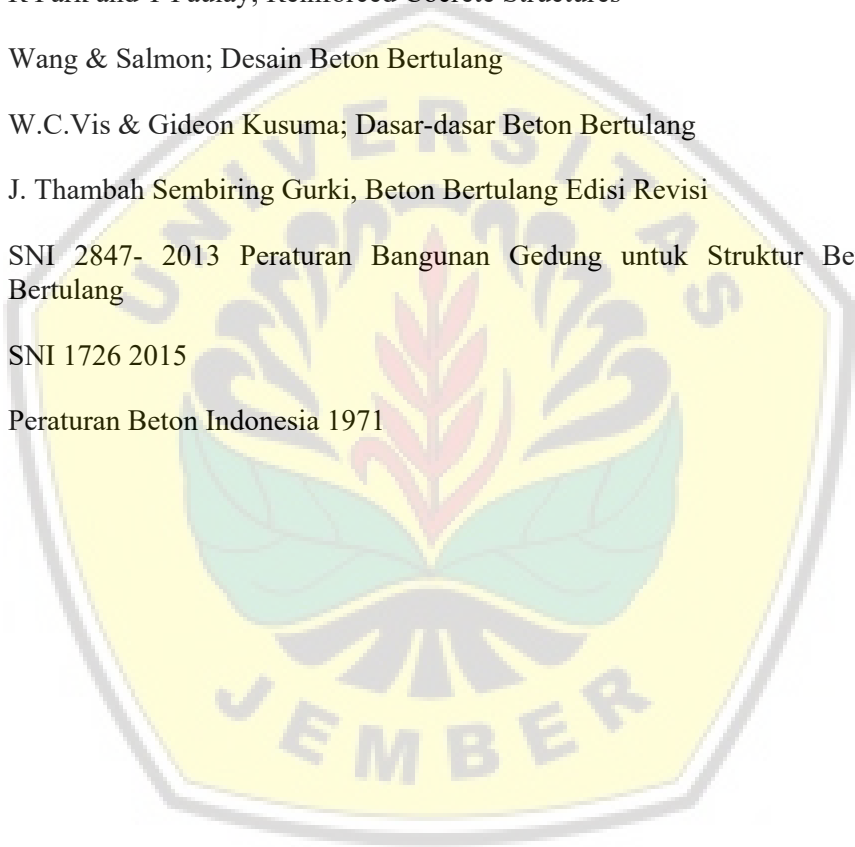
W.C.Vis & Gideon Kusuma; Dasar-dasar Beton Bertulang

J. Thambah Sembiring Gurki, Beton Bertulang Edisi Revisi

SNI 2847- 2013 Peraturan Bangunan Gedung untuk Struktur Beton Bertulang

SNI 1726 2015

Peraturan Beton Indonesia 1971



## **DAFTAR MATERI BAB 1:**

- 1.1 Definisi beton bertulang
- 1.2 Sifat bahan pada struktur beton bertulang
- 1.3 Keuntungan dan kerugian penggunaan beton bertulang
- 1.4 Perkembangan peraturan beton di Indonesia
- 1.5 Jenis-jenis beban
- 1.6 Filosofi perencanaan beton bertulang

## **DAFTAR MATERI BAB 2 :**

- 2.1 Pengenalan balok
- 2.2 Definisi dan asumsi pada teori lentur murni
- 2.3 Diagram tegangan dan regangan beton pada balok
- 2.4 Bentuk perubahan tegangan pada balok
- 2.5 Perencanaan balok pada kondisi lentur murni

