

PENGARUH VARIASI MODEL TERHADAP RESPONS BEBAN DAN LENDUTAN PADA RANGKA KUDA-KUDA BETON KOMPOSIT TULANGAN BAMBU

Ristinah S., Retno Anggraini, Wawan Satryawan
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang
Jl. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

ABSTRAK

Dalam konstruksi suatu bangunan, beton dan kayu merupakan material yang paling banyak digunakan untuk membangun rumah tinggal. Namun material ini terlalu mahal jika hanya digunakan untuk membangun perumahan rakyat kecil. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif yang bisa menggantikan material tersebut. Salah satu gagasan dalam penelitian ini adalah membuat beton rangka kuda-kuda dengan menggunakan tulangan bambu. Dalam penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh variasi model terhadap respons beban dan lendutan pada rangka kuda-kuda beton komposit tulangan bambu. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan beban terpusat pada benda uji yaitu kuda-kuda beton komposit tulangan bambu model A dan model B dengan faktor air semen tetap pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan pada kuda-kuda beton dengan bentang 240 cm, tinggi 100 cm dan tebal 8 cm. Diameter tulangan bambu 1 cm dan sengkang besi diameter 4 mm. Data yang diambil dari hasil pengujian adalah data beban maksimum kuda-kuda beton saat mengalami keruntuhan dan nilai lendutan setiap pembebanan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai beban maksimum dan lendutan pada kuda-kuda beton komposit tulangan bambu model A dengan model B. Kuda-kuda beton komposit model B mampu menahan beban maksimum hingga 5320 kg dengan nilai lendutan 6,045 mm, sedangkan kuda-kuda beton komposit model A hanya mampu menahan beban maksimum sebesar 4389 kg dengan nilai lendutan 8,246 mm.

Kata kunci : model, tulangan bambu, kuda-kuda beton, beban, lendutan.

PENDAHULUAN

Sebagai negara berkembang, Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami pertumbuhan penduduk relatif pesat di setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan tempat tinggal semakin meningkat pula. Sementara disisi lain fenomena tersebut tidak disertai dengan pertumbuhan ekonomi yang seimbang sehingga banyak penduduk Indonesia yang belum mempunyai tempat tinggal layak huni. Dengan melihat hal tersebut maka diperlukan suatu cara yang efektif untuk membangun perumahan rakyat yang memiliki struktural yang kuat, ringan, terjangkau, dan tahan terhadap perubahan lingkungan sekitar seperti cuaca, angin maupun gempa bumi.

Sebagai material bangunan, beton dan kayu merupakan material yang paling banyak digunakan untuk membangun rumah tinggal. Beton bertulang merupakan campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan baja sebagai tulangan. Namun material ini terlalu mahal jika hanya digunakan untuk membangun perumahan rakyat kecil. Sedangkan kayu merupakan material struktural dari alam yang relatif lebih ekonomis, akan tetapi karena kelangkaannya membuat bahan bangunan ini tidak ekonomis lagi. Oleh karena itu diperlukan bahan alternatif yang bisa menggantikan material tersebut.

Penggunaan bahan tulangan bambu sebagai tulangan besi pada rangka beton dapat digunakan sebagai alternatif pemecahan masalah. Bambu tersedia dalam jumlah yang cukup banyak dan

harganya juga relatif lebih murah dibandingkan dengan harga besi.

Salah satu gagasan yang akan kami teliti adalah membuat beton untuk rangka kuda-kuda dengan menggunakan tulangan bambu dan diisi dengan spesi. Kemampuan dari rangka beton-tulangan bambu dalam menahan beban yang bekerja harus diketahui sehingga rangka beton tersebut dapat dipakai pada struktur rangka atap pada bangunan rumah.

Dengan memberikan tulangan bambu pada beton komposit ini diharapkan tulangan bambu akan berfungsi sebagai tulangan pada saat rangka beton mengalami lendutan. Tulangan bambu akan berperan dalam menahan lendutan yang terjadi bersamaan dengan beton sehingga diharapkan dapat menambah fleksibilitas dari mortar dan mengurangi risiko keruntuhan berbahaya. Kontribusi tulangan bambu nampak pada momen inersia polar ekuivalen yang terjadi pada balok komposit. Keruntuhan terjadi karena tegangan tarik ijin dari balok terlampaui. Beton tidak dapat menahan tegangan tarik yang besar. Pada saat tegangan tarik beton telah terlampaui maka tulangan bambu mulai bekerja menahan lendutan yang terjadi.

Untuk menjadikan tulangan bambu dan mortar bersifat komposit diperlukan suatu perlakuan khusus terhadap tulangan bambu. Kekuatan dari beton rangka atap ini dipengaruhi sifat komposit yang timbul antara tulangan bambu dan beton, sedangkan agar terjadi sifat komposit antara tulangan bambu dan mortar diperlukan pelapisan tulangan bambu dengan bahan pernis. Dengan demikian sistem komposit tulangan bambu-beton dapat menjadi solusi konstruksi dengan biaya ekonomis apabila tekniknya dapat diterima dan dikembangkan.

Tujuan penelitian skripsi ini adalah mengetahui pengaruh variasi model pada rangka kuda-kuda beton komposit tulangan bambu terhadap respons beban

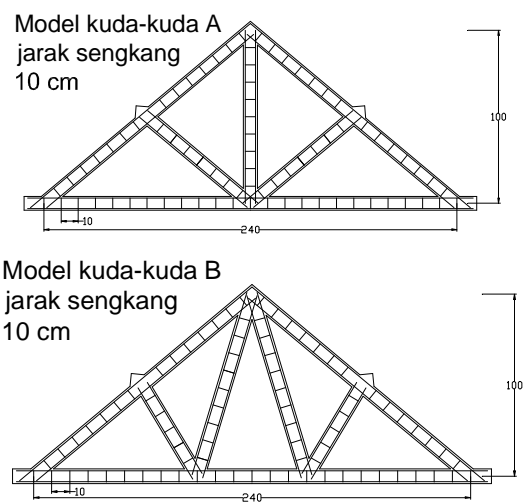
dan lendutan yang terjadi, mengetahui apakah kuda-kuda beton komposit tulangan bambu memiliki kekuatan yang cukup sebagai bahan bangunan pengganti rangka kuda-kuda kayu serta mengetahui perbedaan nilai lendutan pada rangka kuda-kuda beton komposit tulangan bambu antara pengujian eksperimental dengan analisis teoritis.

Dalam studi ini batasan permasalahannya adalah pengujian dilakukan pada rangka kuda-kuda beton komposit dan rangka kuda-kuda kayu meranti kelas IV dan pembahasan hanya mencakup kekuatan pada rangka kuda-kuda beton komposit tulangan bambu (lendutan dan beban maksimum) terhadap beban tetap.

METODE

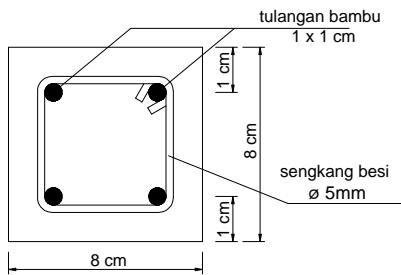
Penelitian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi dengan 6 buah benda uji yaitu 3 (tiga) buah kuda-kuda berukuran (240 x 100) cm tebal 8 cm dengan model rangka A dan 3 (tiga) buah kuda-kuda berukuran (240 x 100) cm tebal 8 cm dengan model rangka B.

Dalam penelitian ini, perlakuan yang berbeda yaitu pada variasi model kuda-kuda. Pemodelan dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Model Kuda-Kuda Komposit Tulangan Bambu

Detail potongan melintang pada beton komposit digambarkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Detail Potongan Melintang Beton Komposit

Pengambilan data dilakukan dengan pengujian benda uji sebanyak tiga buah, baik untuk kuda-kuda dengan model rangka A dan B. Pengambilan data dengan mencatat besarnya beban yang diberikan pada saat keruntuhan mulai terjadi, serta lendutan yang dihasilkan akibat dari pemberian beban tersebut.

Setelah data diambil, maka akan dibuat sebuah grafik yang menghubungkan antara besarnya pembebanan (kg) yang diberikan pada kuda-kuda hingga mencapai keruntuhan dengan besarnya lendutan yang terjadi (mm). Proses pemberian beban dihentikan ketika alat pembaca lendutan (*dial gauge*) sudah tidak mengalami perubahan lagi atau *strain gauge* sudah tidak terbaca lagi.

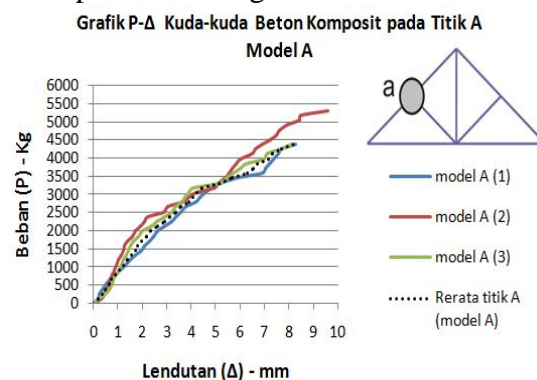
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian utama dari penelitian ini adalah pengujian pembebanan kuda-kuda beton komposit tulangan bambu dengan beban tekan eksentris. Beberapa pengujian lain dilakukan untuk melengkapi data yang diperlukan oleh pengujian utama, antara lain : pengujian kuat tekan beton keras dengan benda uji silinder diameter 10 cm dan tinggi 15 cm. Sedangkan komposisi spesi sudah ditentukan yaitu 1:4 dengan dimensi beton 8x8 cm. Untuk mendapatkan masing-masing komposisi campuran beton dilakukan dengan cara perbandingan volume pekerjaan. Dari hasil perhitungan didapat volume pekerjaan beton untuk model A sebesar 0,051 m³ dengan berat isi beton sebesar 2400 kg/m³ sehingga didapatkan 122,4 kg untuk 1 benda uji. Sedangkan

untuk model B diperoleh volume pekerjaan beton sebesar 0,05579 m³ dan berat isi beton sebesar 2400 kg/m³ sehingga didapatkan 133,9 kg untuk 1 benda uji.

Adapun hasil uji kuat tekan beton silinder didapatkan kuat tekan rata-rata 18,73 MPa untuk spesi 1:4. Untuk analisa rangka batang kuda-kuda komposit dalam penelitian ini menggunakan kuat tekan aktual tersebut diatas. Sedangkan modulus elastisitas beton diperoleh dengan menggunakan persamaan 4700. Dari perhitungan didapatkan modulus elastisitas untuk beton spesi 1:4 sebesar 20340,74 Mpa.

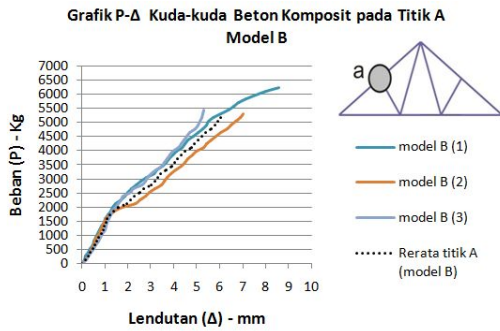
Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan nilai beban dan lendutan untuk kuda-kuda beton komposit dengan variasi model kuda-kuda yaitu model A dan model B. Dalam melakukan pembacaan dial gauge untuk memperoleh nilai lendutan di pasang pada dua titik. Data ini kemudian diolah dan ditampilkan dalam grafik berikut ini:



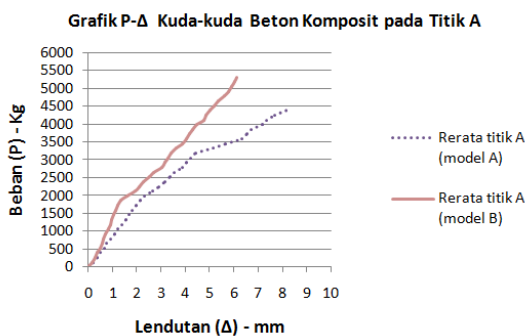
Gambar 3. Grafik Hubungan Beban – Lendutan pada Titik A untuk Model A

Dari **Gambar 3** dapat diketahui nilai lendutan semakin meningkat secara linear dengan bertambahnya beban yang bekerja pada struktur kuda-kuda. Adapun nilai lendutan maksimum rata-rata titik A untuk model A sebesar 8,188 mm pada saat beban mencapai berat sebesar 4389 kg.

Dari **Gambar 4** dapat diketahui nilai lendutan semakin meningkat secara linear dengan bertambahnya beban. Adapun nilai lendutan maksimum rata-rata titik A untuk model B sebesar 6,14 mm pada saat beban mencapai 5320 kg.

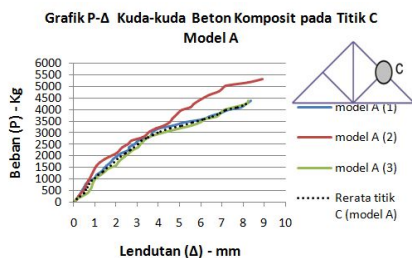


Gambar 4. Grafik Hubungan Beban – Lendutan pada Titik A untuk Model B



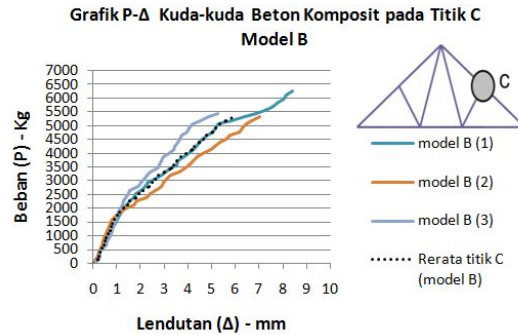
Gambar 5. Grafik Hubungan Beban – Lendutan Rata-Rata pada Titik A

Dari **Gambar 5** dapat diketahui nilai lendutan semakin meningkat secara linear dengan bertambahnya beban yang bekerja pada struktur kuda-kuda. Adapun perbandingan nilai lendutan maksimum rata-rata didapatkan bahwa nilai lendutan maksimum rata-rata titik A untuk model A sebesar 8,188 mm lebih besar dibandingkan dengan nilai lendutan maksimum rata-rata titik A untuk model B sebesar 6,14 mm. Kondisi ini sesuai dengan hipotesa awal penelitian bahwa lendutan untuk model A akan lebih besar daripada lendutan untuk model B.



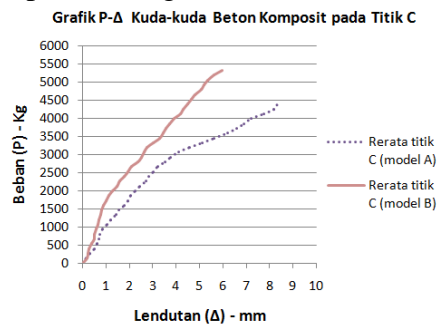
Gambar 6. Grafik Hubungan Beban – Lendutan pada Titik C untuk Model A

Dari **Gambar 6** dapat diketahui nilai lendutan semakin meningkat secara linear dengan bertambahnya beban. Adapun nilai lendutan maksimum rata-rata titik C untuk model A sebesar 8,305 mm pada saat beban mencapai 4389 kg.



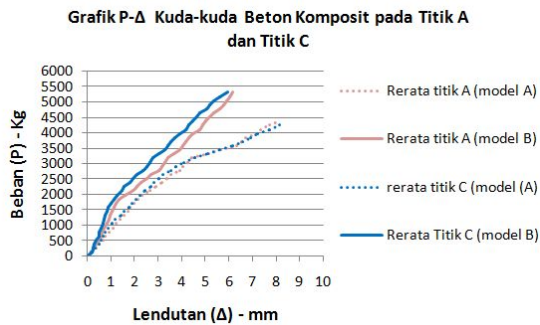
Gambar 7. Grafik Hubungan Beban – Lendutan pada Titik C untuk Model B

Dari **Gambar 7** dapat diketahui nilai lendutan semakin meningkat secara linear dengan bertambahnya beban. Adapun nilai lendutan maksimum rata-rata titik C untuk model B sebesar 5,95 mm pada saat beban mencapai 5320 kg.



Gambar 8. Grafik Hubungan Beban – Lendutan Rata-Rata pada Titik C

Dari **Gambar 8** dapat diketahui perbandingan nilai lendutan maksimum rata-rata bahwa nilai lendutan maksimum rata-rata titik C untuk model A sebesar 8,305 mm lebih besar dibandingkan dengan nilai lendutan maksimum rata-rata titik C untuk model B sebesar 5,95 mm. Kondisi ini sesuai dengan hipotesa awal penelitian bahwa lendutan model A lebih besar daripada lendutan model B.



Gambar 9. Grafik Hubungan Beban – Lendutan rata-rata Titik A dan Titik C

Dari **Gambar 9** dapat diketahui nilai lendutan maksimum rata-rata pada model kuda-kuda A sebesar 8,246 mm lebih besar jika dibandingkan dengan nilai lendutan maksimum rata-rata model kuda-kuda B sebesar 6,045 mm. Sedangkan beban maksimum yang mampu dipikul model kuda-kuda A sebesar 4389 kg lebih kecil jika dibandingkan dengan beban maksimum yang mampu dipikul model kuda-kuda B sebesar 5320 kg.

Dalam penelitian ini, analisa teori dipakai untuk menghitung beban maksimum yang dapat ditahan oleh struktur kuda-kuda beton komposit dengan menggunakan metode keseimbangan titik buhul, begitu juga untuk menghitung kuda-kuda kayu. Adapun perhitungan kayu berdasarkan Tata Cara Perencanaan Struktur Kayu Untuk Bangunan Gedung SNI 2002.

Pembahasan

A. Perbandingan Kuda-kuda Beton Komposit Tulangan Bambu Model A dengan Model B

Pada konstruksi kuda-kuda, pemilihan geometri kuda-kuda sangat berpengaruh terhadap kekuatan konstruksi bangunan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan distribusi beban pada setiap batang dari kuda-kuda itu sendiri. Kuda-kuda yang memiliki panjang batang yang besar akan menyebabkan lendutan semakin besar, begitu juga sebaliknya. Selain itu, batang yang panjang juga akan menyebabkan tekuk pada penampang. Oleh karena itu diperlukan

pemilihan geometri kuda-kuda yang baik sehingga diperoleh konstruksi yang kuat namun hemat.

Dalam penelitian ini, kuda-kuda beton komposit tulangan bambu dibedakan menjadi dua model yaitu kuda-kuda komposit model A dan kuda-kuda komposit model B. Dengan penggunaan geometri kuda-kuda yang memiliki jumlah batang lebih banyak diharapkan terjadi distribusi beban yang merata. Distribusi beban yang merata pada struktur kuda-kuda dapat meningkatkan kapasitas kuda-kuda. Hal ini disebabkan karena beban yang dipikul masing-masing batang relatif kecil jika dibandingkan kuda-kuda dengan jumlah batang yang sedikit. Oleh karena itu, semakin panjang suatu batang pada struktur kuda-kuda dapat mempengaruhi kekuatan dan lendutan pada struktur tersebut.

B. Perbandingan Kuda-Kuda Beton Komposit Tulangan Bambu dengan Kuda-Kuda Kayu Meranti

Kuda-kuda merupakan sistem rangka sederhana dimana sistem struktur yang diperoleh dengan menyambungkan batang-batang lurus satu sama lain lewat sambungan yang bersifat sendi, yang lazim dikenal sebagai titik buhul. Gaya luar dapat diatur hingga bekerja tepat pada titik buhul. Karena batang-batang umumnya akan memikul gaya aksial berupa gaya tarik, atau gaya tekan, ataupun tekan dan tarik secara bergantian (gaya bertukar), maka struktur rangka sederhana sering terbuat dari bahan baja / logam, kayu, yang memiliki sifat ketahanan yang hampir setara terhadap tarik dan tekan.

Dalam penelitian ini, kuda-kuda yang di analisa adalah kuda-kuda komposit dengan tulangan bambu dan kuda-kuda kayu. Baik kuda-kuda komposit tulangan bambu dan kuda-kuda kayu mendapatkan perlakuan dan respons beban yang sama.

Respons beban pada kuda-kuda beton komposit dan kuda-kuda kayu merupakan beban maksimum yang mampu ditahan oleh elemen struktur tersebut. Beban-beban yang bekerja pada kuda-kuda tersebut menyebabkan adanya lendutan pada elemen

struktur kuda-kuda beton komposit tulangan bambu dan kuda-kuda kayu. Lendutan pada struktur rangka batang seperti kuda-kuda merupakan deformasi total elemen-elemen batang pada titik pertemuan atau titik buhulnya akibat adanya gaya-gaya aksial dalam elemen-elemen batang tersebut.

Keuntungan dari material beton komposit adalah tidak adanya perlemahan kekuatan akibat adanya sambungan, sehingga lendutan yang terjadi akan semakin kecil. Adapun kuda-kuda kayu kekuatannya akan berkurang akibat adanya perlemahan pada sambungan di setiap titik buhulnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dalam analisis struktur bangunan, suatu struktur haruslah memiliki kemampuan untuk menahan beban dari luar. Beban luar yang mampu ditahan oleh kuda-kuda beton komposit tulangan bambu inilah yang menimbulkan lendutan pada masing-masing batang kuda-kuda. Besarnya lendutan serta hubungan antara beban dan lendutan pada kuda-kuda beton komposit dapat dilihat pada grafik hubungan $P-\Delta$.

Dari penelitian dan pengolahan data dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan nilai lendutan dan beban maksimum pada kuda-kuda beton komposit tulangan bambu model A dengan model B. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa beban maksimum yang mampu ditahan kuda-kuda model A sebesar 4389 kg dengan nilai lendutan 8,246 mm. Sedangkan beban maksimum yang mampu ditahan kuda-kuda model B sebesar 5320 kg dengan nilai lendutan 6,045 mm. Hal ini menunjukkan bahwa kuda-kuda komposit tulangan bambu model B lebih kuat jika dibandingkan dengan kuda-kuda komposit tulangan bambu model A.
2. Kuda-kuda komposit tulangan bambu tidak memiliki kekuatan yang cukup dibandingkan dengan kuda-kuda kayu meranti. Kuda-kuda komposit tulangan bambu mampu menahan beban maksimum hingga 5320 kg, sedangkan

kuda-kuda kayu meranti sebesar 3825,76 kg. Lendutan yang terjadi pada kuda-kuda beton komposit tulangan bambu model A sebesar 8,246 mm lebih besar jika dibandingkan dengan lendutan pada kuda-kuda kayu meranti model A sebesar 1,1037 mm dan lendutan pada kuda-kuda beton komposit tulangan bambu model B sebesar 6,045 mm juga lebih besar jika dibandingkan lendutan kuda-kuda kayu meranti model B sebesar 0,9728 mm. Selain itu, lendutan yang terjadi pada kuda-kuda komposit tulangan bambu model A dan B yaitu sebesar 8,246 mm dan 6,045 mm melebihi lendutan yang diizinkan masing-masing sebesar 6 mm untuk model A dan 5,83 mm untuk model B. Hal ini membuktikan bahwa kuda-kuda komposit tulangan bambu lebih lemah terhadap lendutan jika dibandingkan kuda-kuda kayu.

Saran

Adapun saran yang bisa disampaikan antara lain:

1. Sambungan di setiap titik buhul merupakan daerah rawan terjadi keruntuhan pada tulangan (putus), sehingga perlu memerhatikan perkuatan pada titik buhul.
2. Untuk pekerjaan struktur, kuda-kuda komposit tulangan bambu model B bisa menjadi pilihan baik dikarenakan beban yang dapat dipikul kuda-kuda tersebut cukup besar dan nilai lendutan yang relatif kecil.
3. Pengujian lanjutan tentang geometri kuda-kuda terhadap kekuatan struktur beton komposit bisa dilakukan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, S.M. 2008. Mekanika Struktur Komposit. Bargie Media, Malang.
- Dipohusodo, I. 1999. Struktur Beton Bertulang, Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Frick, H. 2004. Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu. Kanisius & Soegijapranata University Press, Semarang.
- Hariandja, B. 1996. Mekanika Teknik: Statika Dalam Analisis Struktur Berbentuk Rangka. Erlangga, Jakarta.
- Nawy, Edward G. 1998. Beton Bertulang, Suatu Pendekatan Dasar. Terjemahan Ir. Bambang Suryoatmono, M.Sc. PT Erika Aditama, Bandung.
- Nurlina, S. 2008. Buku Ajar Struktur Kayu.
- Puspantoro, I.B. 1996. Konstruksi Bangunan Gedung Tidak Bertingkat. Edisi Revisi. Penerbitan Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Schodek, D.L. 1995. Struktur. Terjemahan Ir. Bambang Suryoatmono, M.Sc. PT Eresco, Bandung.
- SNI 03-1729-2000. Tata Cara Perencanaan Struktur Kayu Untuk Bangunan Gedung. Departemen Pekerjaan Umum.