



# PERBEDAAN DESAIN TULANGAN ELEMEN STRUKTUR BETON BERTULANG BERDASARKAN JENIS TANAH PADA SNI-1726-2002

FENGKY SATRIA YORESTA

*Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga Bogor 16001 (✉ [syfengky@gmail.com](mailto:syfengky@gmail.com))*

Naskah diterima : 6 Januari 2017. Disetujui: 18 Februari 2017. Diterbitkan : 4 Maret 2017

---

## ABSTRAK

Runtuhnya bangunan menjadi penyebab utama banyaknya korban jiwa saat terjadi gempa. Peraturan gempa 2002 (SNI-1726-2002) telah mengatur tata-tata cara desain ketahanan struktur gedung terhadap gempa dengan membagi kondisi tanah menjadi tiga (tanah lunak, sedang, dan keras) pada respon spektrum gempa rencana. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh ketiga jenis tanah tersebut terhadap desain tulangan elemen struktur. Sebuah struktur beton bertulang dimodelkan sebagai gedung parkir yang berlokasi di wilayah gempa 4. Hasil analisis dan desain (berdasarkan SNI 03-2847-2002) menunjukkan bahwa kebutuhan tulangan terbesar pada balok maupun kolom terdapat pada struktur dengan kondisi tanah lunak. Sementara kebutuhan tulangan yang paling kecil terdapat pada kondisi tanah keras. Perbedaan keduanya bahkan mencapai dua kali lipat untuk balok, dan tiga kali lipat untuk kolom.

Kata kunci : balok, beton bertulang, desain tulangan, ketahanan gempa, kolom

---

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu negara yang berada di daerah cincin api (ring of fire), setiap tahun gempabumi mengguncang wilayah Indonesia dengan berbagai intensitas. Salah satu yang terbaru adalah gempa berkekuatan 6.5 SR di Kabupaten Pidie Jaya propinsi Aceh pada tanggal 7 Desember 2016 lalu, yang mengakibatkan banyak korban jiwa dan kerusakan bangunan yang sangat parah. Beberapa sumber menyebutkan bahwa ratusan bangunan mengalami rusak berat dan hancur total (collapse) (Gambar 1). Jatuhnya korban jiwa dapat dipastikan hampir seluruhnya disebabkan karena tertimpa reruntuhan bangunan. Desain konstruksi bangunan yang buruk menjadi penyebab utama banyaknya korban meninggal dunia. Coburn et.al. (2002) menyatakan banyaknya korban jiwa akibat gempa tersebut menunjukkan parahnya tingkat permasalahan yang dihadapi.

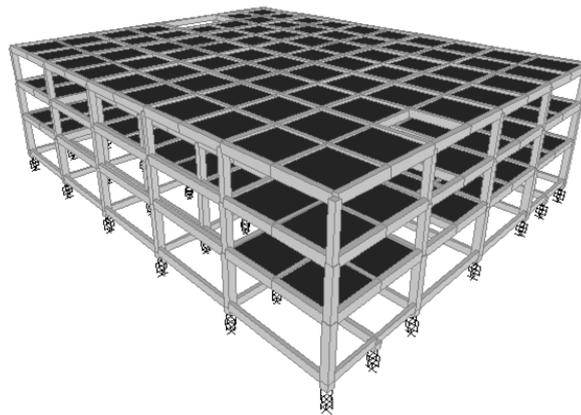
Desain bangunan yang aman terhadap gempa telah menjadi fokus para ahli struktur di seluruh belahan dunia bahkan hingga saat ini. Berbagai metode dan konsep desain pun kemudian dikembangkan. Tujuannya sama yaitu untuk menciptakan bangunan yang kokoh dan kuat ketika menghadapi getaran gempa sehingga kerusakan bangunan dapat

dikendalikan. Peraturan gempa 2002 (SNI-1726-2002) telah mengatur tata-tata cara desain ketahanan struktur gedung terhadap gempa. Meskipun saat ini sudah terbit peraturan terbaru (SNI-1726-2012), namun SNI-1726-2002 masih perlu dipertimbangkan sebagai perbandingan. SNI-1726-2002 membagi kondisi tanah menjadi tiga, yaitu tanah lunak, tanah sedang, dan tanah keras. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh jenis tanah di lokasi bangunan terhadap desain tulangan elemen struktur.



Gambar 1. Kerusakan bangunan akibat gempa Pidie Jaya Aceh pada 7 Desember 2016 (sumber: liputan6.com; viva.co.id)

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 2. Model struktur tiga dimensi (3D)

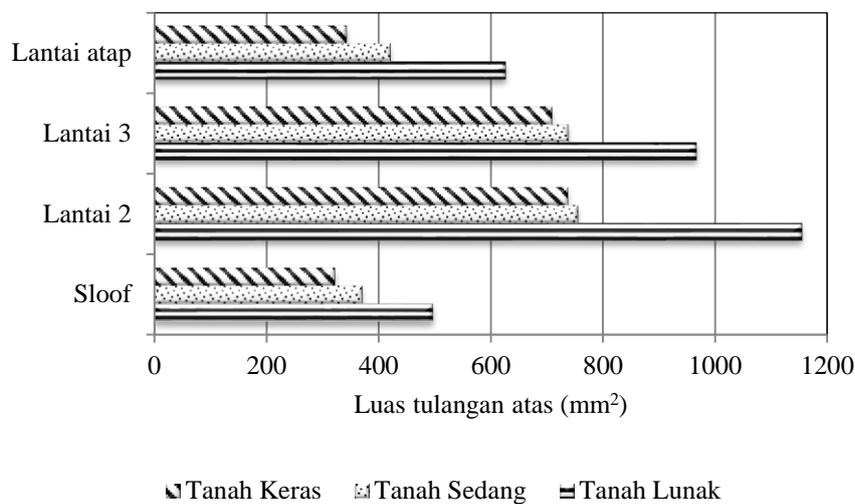
Penelitian ini menggunakan model struktur beton bertulang tiga lantai seperti pada Gambar 2. Bangunan tersebut difungsikan sebagai sebuah gedung parkir (termasuk Gedung umum,  $I = 1$ ) yang berlokasi di pusat kota Bandung (wilayah gempa 4 pada SNI-1726-2002). Terdapat 5 buah kolom dalam arah sumbu-x dan 6 kolom dalam arah sumbu-y. Jarak antar kolom dalam arah sumbu-x dan y tersebut adalah sama, yaitu 8 meter. Ketinggian kolom lantai satu adalah 4 meter, sedangkan lantai dua dan tiga masing-masingnya adalah 3.5 meter.

Struktur menggunakan beton dengan kekuatan ( $f_c'$ ) 25 MPa, yang memiliki berat jenis 2400 kg/m<sup>3</sup> dan rasio poisson 0.2. Sedangkan Modulus Elastisitas beton ( $E_c$ ) adalah sebesar 23500 MPa. Tulangan beton yang digunakan berupa BJTD 40 ( $f_y = 400$  MPa) untuk tulangan longitudinal dan BJTP 24 ( $f_y = 240$  MPa) untuk tulangan transversal (senggang). Poisson ratio baja bernilai 0.3, sedangkan berat jenis baja sebesar 7850 kg/m<sup>3</sup>. Analisis

beban gempa dilakukan dengan metode respon spektrum dengan menganggap bangunan sebagai Struktur Rangka Pemikul Momen Menengah ( $R=5.5$ ), dan redaman diasumsikan bernilai konstan sebesar 5% untuk semua mode. Sementara itu, kombinasi pembebanan gempa dilakukan dengan mengasumsikan pengaruh gempa dalam arah utama (100%) terjadi bersamaan dengan pengaruh gempa dalam arah tegak lurus arah utama pembebanan (30%). Selanjutnya penulangan elemen struktur didesain dengan mengacu pada SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton untuk gedung.

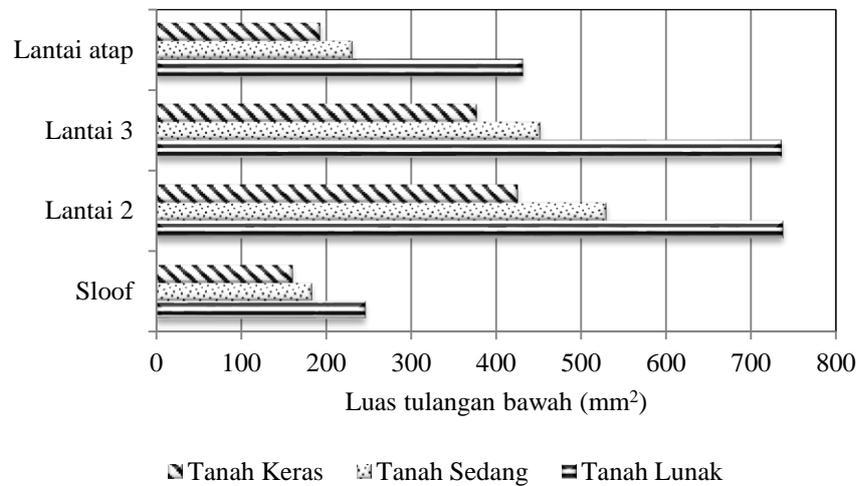
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 memperlihatkan perbandingan luas tulangan atas yang diperlukan pada balok untuk setiap level ketinggian struktur pada ketiga jenis kondisi tanah (lunak, sedang, dan keras) yang terdapat di wilayah gempa 4 (SNI-1726-2002). Perbandingan tersebut dilakukan dengan meninjau salah satu balok pada masing-masing lantai.



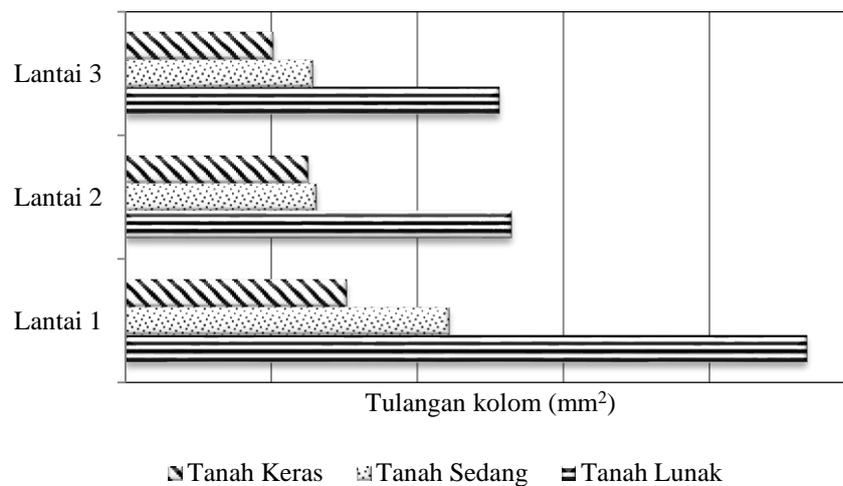
Gambar 3. Perbandingan luas tulangan atas balok

Secara umum, balok yang terdapat di lantai 2 membutuhkan luas tulangan atas paling besar untuk semua jenis kondisi tanah. Selain itu juga terlihat bahwa luas tulangan paling kecil terdapat dibagian sloof. Kondisi tanah lunak memerlukan luas tulangan atas balok paling besar, diikuti dengan tanah sedang, dan kemudian tanah keras yang memerlukan luas tulangan paling sedikit. Kebutuhan luas tulangan atas balok untuk kondisi tanah lunak lebih besar (bahkan melebihi 50%) dari kondisi tanah lainnya, yaitu 53,12% (lantai 2) dari kondisi tanah sedang dan 82,68% (lantai atap) dari tanah keras. Namun berbeda untuk kondisi tanah sedang dan tanah keras, perbedaan kebutuhan luas tulangan atas balok untuk kedua jenis tanah ini hanya sebesar 22,27%.



Gambar 4. Perbandingan luas tulangan bawah balok

Perbandingan kebutuhan luas tulangan bawah pada balok diperlihatkan pada Gambar 4. Dengan peninjauan terhadap balok yang sama pada setiap level ketinggian struktur, luas tulangan bawah terbesar dan terkecil masing-masingnya juga masih terdapat pada balok lantai 2 dan sloof. Peningkatan level ketinggian struktur cenderung mengurangi kebutuhan tulangan bawah balok. Namun demikian, perbedaan luas tulangan tersebut terjadi sangat kecil pada lantai 2 dan 3, yaitu sebesar 0,22% (tanah lunak). Sama seperti tulangan atas, kebutuhan tulangan bawah balok mulai dari yang paling besar hingga yang paling kecil berturut-turut juga masih terdapat pada struktur dengan tanah lunak, sedang, dan kemudian tanah keras. Perbedaan jenis tanah menunjukkan perbedaan karakteristik respon seismik tanah (Pitilakis et.al. 2004) yang akan mempengaruhi respon dan desain kebutuhan elemen struktur. Kebutuhan tulangan bawah balok pada tanah lunak mencapai 86,94% (lantai atap) lebih besar dari kebutuhan di tanah sedang, dan 124,05% (lantai atap) lebih besar dari kebutuhan di tanah keras. Sedangkan pada kondisi tanah sedang, kebutuhan tulangan bawah balok adalah 24,69% (lantai 2) lebih besar dari tanah keras.



Gambar 5. Perbandingan luas tulangan kolom

Gambar 5 memperlihatkan perbandingan kebutuhan luas tulangan kolom untuk ketiga jenis kondisi tanah (lunak, sedang, dan keras). Seperti pada tulangan atas dan bawah balok, kebutuhan luas tulangan kolom paling besar juga dimulai dari tanah lunak, kemudian tanah sedang, dan yang paling kecil pada tanah keras. Kebutuhan tulangan kolom pada tanah lunak bahkan mencapai 110,49% (lantai 1) lebih besar dari kebutuhan tulangan pada tanah sedang, dan 208,43% (lantai 1) lebih besar dari tanah keras. Sementara kebutuhan tulangan kolom pada tanah sedang adalah 46,53% (lantai 1) lebih besar dari tanah keras.

Perbedaan nilai-nilai luas tulangan pada elemen struktur tersebut (balok dan kolom) di atas menunjukkan bahwa jenis tanah di lokasi bangunan sangat mempengaruhi kebutuhan jumlah tulangan struktur beton. Tanah lunak memiliki nilai spektra desain paling tinggi (0,85g) pada periode getar struktur terpendek (0,2 detik), sementara untuk tanah sedang dan tanah keras masing-masingnya adalah sebesar 0,7g dan 0,6g. Spektra desain akan mempengaruhi besar kecilnya nilai gaya gempa yang akan bekerja pada struktur (Freeman 2007). Nilai spektra desain yang tinggi menunjukkan bahwa gaya yang bekerja pada struktur selama terjadinya gempa juga akan tinggi (Erdey 2007) akibat besarnya spektra percepatan. Besarnya spektra percepatan akan mempengaruhi gaya geser maksimum yang bekerja pada dasar struktur, sehingga struktur akan memberikan respon yang besar pula. Oleh karena itu, jumlah kebutuhan tulangan pada setiap elemen struktur pun akan meningkat dikarenakan nilai gaya internal struktur yang besar.

#### 4. KESIMPULAN

Pengaruh jenis tanah di lokasi bangunan terhadap desain tulangan elemen struktur (balok dan kolom) dibahas dalam penelitian ini. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa jenis tanah yang terdapat di lokasi bangunan mempengaruhi penulangan elemen balok dan kolom pada struktur. Kebutuhan tulangan terbesar terdapat pada struktur dengan kondisi tanah lunak, kemudian diikuti dengan tanah sedang, dan yang paling kecil adalah pada tanah keras. Untuk elemen balok, kebutuhan tulangan pada kondisi tanah lunak mencapai 124.05% (tulangan bawah) dan 82.68% (tulangan atas) lebih besar dari tanah keras, serta 86.94% (tulangan bawah) dan 53.12% (tulangan atas) dari tanah sedang. Sementara untuk kolom, struktur di tanah lunak membutuhkan tulangan 208.43% lebih besar dari tanah keras dan 110.49% dari tanah sedang.

#### DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Coburn, A., Spence R. (2002). *Earthquake Protection*. John Wiley & Sons.
- Erdey, C.K. (2007). *Earthquake Engineering: Application to Design*. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, USA.
- Freeman, S.A. (2007). Response Spectra as A Useful Design and Analysis Tool for Practicing Structural Engineers. *ISET Journal of Earthquake Technology*, Vol.44(1), Pp.25-37.
- Pitilakis, K., Gazepis C., Anastasiadis A. (2004). Design Response Spectra and Soil Classification for Seismic Code Provisions. 13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No.2904. Vancouver, Canada.
- Standar Nasional Indonesia [SNI]. (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. SNI-1726-2002. Bandung [ID] : Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pemukiman.
- Standar Nasional Indonesia [SNI]. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. SNI-1726-2012. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Standar Nasional Indonesia [SNI]. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. SNI 03-2847-2002. Bandung.
- <http://nasional.news.viva.co.id/news/read/856743-foto-foto-dampak-gempa-aceh-6-5-sr> diakses: 7 desember 2016

<http://photo.liputan6.com/news/diguncang-gempa-sejumlah-bangunan-di-pidie-jaya-aceh-roboh-2671757> diakses: 7 desember 2016