

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Pemukiman di wilayah Bantul semakin meningkat. Saat ini banyak pembangunan rumah rumah non teknik/ sederhana sebagai pemukiman padat penduduk di wilayah Kabupaten Bantul dan resiko bencana gempa juga semakin meningkat dengan diiringi banyaknya pergerakan lempeng lempeng Indo Australia. Penelitian mengenai kajian material konstruksi pembangunan rumah didaerah rawan gempa di Indonesia.

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan tentang Kajian material konstruksi pembangunan rumah didaerah rawan gempa di Indonesia:

1. Kajian Uji Laboratorium Nilai Modulus Elastisitas Bata Merah Dalam Sumbangan Kekakuan Pada Struktur Sederhana. (Sehonanda dkk, 2013)
2. Evaluasi Kemampuan Struktur Rumah Tinggal Sederhana Akibat Gempa. (Sumajouw dkk.,2014)
3. Pengembangan Model Desain Rumah Ramah Gempa Di Desa Jayapura Kecamatan Cigalontang Kabaupaten Tasikmalaya Provinsi Jawa Barat Atas Dasar Inspirasi Arsitektur Tradisional Sunda. (Nuryanto, 2014)
4. Kesiapan Fisik Rumah Masyarakat terhadap Potensi Gempa Bumi di Lembang, Jawa Barat. (Damayanti dkk., 2013)
5. Analisa Konstruksi Tahan Gempa Rumah Tradisional Suku Besemah Di Kota Pagaralam Sumatra Selatan. (Rinaldi dkk., 2015)
6. Analisis Bahan Bangunan Pada Daerah Rawan Gempa dan Tsunami Di Pesisir Pantai Teluk Palu. (Fitriani, 2014)
7. Zona Daerah Rawan Gempa Bumi di Kecamatan Pundong, Bantul Berdasarkan Pendekatan Geomorfologi. (Marsell , 2013)
8. Studi Mitigasi Gempa di Bengkulu Dengan Membangun Rumah Tahan Gempa. (Supriani, 2013)
9. Pembangunan Berkelanjutan Dalam Rekonstruksi Rumah Pasca Gempa Yogyakarta 2006 Di Dusun Ngibikan ,Bantul. (Setyonugroho, 2013)

10. Aplikasi Material Bekas Pakai Pada Rekonstruksi Rumah Tinggal Pasca Benacana Alam Gempa Bumi. (Wibowo, 2015).
11. Model Rekonstruksi Rumah Pasca Gempa Di Yogyakarta Dan Klaten. (Handayani, 2013)
12. Persepsi Pengembangan Peta Rawan Gempa Kota Semarang Melalui Penelitian Hazard Gempa Deterministik. (Partono dkk., 2015)
13. Penyuluhan Rumah Tahan Gempa Di Dusun Jaringan Kulon Progo, Yogyakarta Sebagai Upaya Pengurangan Risiko Dampak Gempa Bumi. (Amin dkk., 2015).
14. Komposisi dan Kuat Tekan Beton Pada Campuran *Portland Composite Cement*, Pasir dan Kerikil Dari Beberapa *Quarry* di Kota Padang (Mulyati dkk., 2015).
15. Identifikasi Faktor Dominan Penyebab Kerentanan Bangunan Di Daerah Rawan Gempa Provinsi Sumatra Barat, Jurnal Ilmiah Semesta Teknika. (Zulfiar, 2014).
16. Pemetaan Kerentanan Bangunan Tempat Tinggal Terhadap Bahaya Gempa Bumi Di Kecamatan Pleret Kabupaten Bantul. (Saputra, 2012).
17. Seismic Vulnerability Assessment of Excisting Buildings. (Devi dkk., 2015).
18. Studi Kerentanan Bangunan Akibat Gempa Studi Kasus Perumahan Di Bantul. (Bawono dkk., 2016)

Maka penelitian “Kajian Material Konstruksi Pembangunan Rumah *Non-Engineered* di Daerah Rawan Gempa ” dengan studi kasus di Dusun Serut, Palbapang, Kabupaten Bantul, Yogyakarta merupakan suatu kajian yang asli atau baru

2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang Material Konstruksi

Menurut Fitriani (2014), dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis Bahan Bangunan Pada Daerah Rawan Gempa dan Tsunami Di Pesisir Pantai Teluk Palu” material bangunan yang digunakan harus benar-benar baik dan membuktikan, masyarakat harus mengerti tentang dasar-dasar pengujian material bangunan, rumah yang tahan terhadap gempa dan tsunami adalah rumah yang dibangun

sebagai satu kesatuan utuh antara pondasi, kolom, dan dindingnya, sehingga bagian-bagian bangunan tidak terlaepas saat gempa dan tsunami terjadi.

Menurut Soehanda dkk., (2013), berdasarkan Penelitiannya yang berjudul “Kajian Uji Laboratorium Nilai Modulus Elastisitas Bata Merah Dalam Sumbangan Kekakuan Pada Struktur Sederhana”, menunjukkan bahwa pada bangunan sederhana seperti rumah 1 tingkat, ternyata dinding menyumbangkan kekakuan pada struktur. Ini dapat dilihat pada hasil perhitungan, apabila diberikan beban maka struktur tanpa dinding mengalami perpindahan sebesar 0,1189 mm atau lebih besar dibandingkan dengan struktur yang menggunakan dinding yaitu sebesar 0,0028mm.

Menurut Wibowo, (2015), menyatakan bahwa akibat gempa bumi banyak material sisa bangunan rumah yang masih bisa kita manfaatkan untuk meringankan biaya rekonstruksi. Kuda-kuda kayu, kusen, daun pintu-jendela merupakan contoh material yang mengalami kerusakan tidak terlalu parah saat terjadi gempa, sehingga bisa langsung digunakan kembali (re-used). Genteng, batu bata, keramik, potongan besi tulangan merupakan material yang biasanya mengalami kerusakan sedang atau bahkan parah pasca gempa bumi, jenis material jenis ini perlu didaur ulang (refurbished) dan bahkan diolah kembali (reconstituted) untuk bisa digunakan sebagai bahan bangunan. Material bekas/sisa akibat gempa bumi tidak bisa 100% digunakan kembali, kita tetap membutuhkan bahan-bahan lain (material baru) untuk dikombinasikan dengan material sisa agar proses rekonstruksi tidak memakan dana yang besar dan bisa segera dilakukan (efisiensi biaya dan waktu).

2.1.2. Penelitian Terdahulu tentang Bangunan Rumah *Non-Engineered*

Menurut Bawono, (2016), menyatakan bahwa nilai probabilitas kerusakan setiap bangunan berbeda-beda, hal ini disebabkan karena jarak dari pusat gempa, kondisi tanah topografi, dan jenis tanah yang terdapat di bawah masing-masing bangunan berbeda.

Menurut Rinaldi dkk., (2015), menyatakan bahwa prinsip utama konstruksi tahan gempa meliputi, denah yang sederhana dan simetris, bahan bangunan harus seringan mungkin dan sistem konstruksi yang memadai dalam mengurangi resiko gempa. Secara keseluruhan itu rumah itu termasuk rumah *non-engineered*.

Menurut Nuryanto, (2014), menyatakan bahwa model desain rumah ramah gempa dapat dilakukan dengan pertimbangan bentuk pondasi yang digunakan yaitu umpak yang diletakan di atas permukaan tanah, kolong di bawah lantai rumah dapat digunakan sebagai sirkulasi udara yang sangat baik pada saat siang dan malam hari, sehingga temperaturnya tetap terjaga, atap rumah menggunakan bentuk atap julang ngapak, jolopong, badak heuay, tagog anjing, sulah nyanda dan lain sebagainya.

Dalam penelitian yang berjudul “Model Rekonstruksi Rumah Pasca Gempa Di Yogyakarta Dan Klaten “ Handayani, (2013), menyatakan bahwa rumah bantuan yang dibangun pasca gempa 2006 di Bantul, Sleman, dan Klaten sangat bermanfaat. Ini dapat dilihat dari 180 rumah yang diambil sebagai sampel hanya satu rumah yang tidak dihuni lagi. Lebih dari 75% dari rumah bantuan telah mengalami perubahan berupa penambahan jenis ruang. Luas rerata rumah bantuan setelah dilakukan pengembangan adalah 62,5 m² . ukuran ini memenuhi untuk ber-penghuni 4 orang dengan standar hunian 9-18m² per orang. Jenis ruang yang dibutuhkan adalah ruang tidur, ruang keluarga, dapur dan KM/WC.

Menurut Sumajouw dkk., (2014), menyatakan bahwa dari variasi nilai kuat tekan beton dapat dilihat bahwa semakin besar kuat tekan beton maka semakin kecil nilai *performance point* dari bangunan tersebut. Evaluasi letak sendi plastis yang terjadi pada struktur bangunan terlihat bahwa sendi plastis terbentuk pada pertemuan antara balok dan kolom artinya struktur bangunan tidak memenuhi kriteria *strong coloumn weak beam*. Kesimpulan akhir ang dapat diperoleh dari tulisan ini adalah bahwa kinerja bangunan rumah sederhana yang diteliti masih rawan keruntuhan jika suatu saat terjadi gempa.

Menurut Damayanti dkk., (2013), menyatakan bahwa struktur rumah-rumah penduduk wilayah penelitian di Lembang, Jawa Barat tidak siap menghadapi bencana gempa bumi. Pertimbangan selanjutnya adalah hanya sedikit sekali rumah penduduk yang menggunakan asuransi bencana gempa bumi. Dari segi struktur maupun konstruksi, rumah-rumah penduduk tidak memperhatikan dan mengikuti aspek aspek penting dalam pembangunan rumah tahan gempa.

Menurut Supriani, (2013), menyatakan bahwa kerugian dan korban akibat gempa bumi tidak langsung disebabkan oleh gempa bumi namun disebabkan oleh kerentanan bangunan sehingga terjadi kerusakan dan runtuh bangunan serta

kejatuhan peralatan dalam bangunan. Faktor kerentanan bangunan sangat erat hubungannya untuk perhitungan akibat bencana gempa bumi di masa yang akan datang.

Menurut Setyonugroho, (2013), menyatakan bahwa proses rekonstruksi Dusun Ngibikan memberikan pengalaman baru bagi warga Dusun Ngibikan khususnya dalam hal membangun sebuah rumah dengan struktur utama dari bahan kayu. Struktur kayu yang digunakan dalam proses rekonstruksi memberikan kemudahan bagi warga dusun untuk melakukan kemungkinan modifikasi variasi dalam pengaturan model strukturnya.

2.2.3. Penelitian Terdahulu tentang Bangunan Daerah Rawan Gempa

Menurut Bath (Saputra, 2012) mendefinisikan gempa bumi adalah guncangan di permukaan bumi yang disebabkan oleh pelepasan energi secara tiba-tiba akibat adanya pergeseran batuan kerak bumi di sepanjang zona sesar (subduksi). Energi yang dilepaskan berupa getaran *seismic* tersebut dapat dirasakan sebagai gempa bumi setelah mencapai di permukaan bumi.

Menurut Marsell, (2013), menyatakan bahwa karakteristik bentuk lahan yang ditinjau berdasarkan aspek-aspek geomorfologi memiliki pengaruh berbeda-beda terhadap tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi, karakteristik bentuk lahan yang paling mempengaruhi tingkat kerusakan bangunan akibat gempa bumi yaitu aspek morfogenesis yang terdiri atas morfostruktur pasif dan morfodinamik, aspek morfokronologi dan aspek morfoaransemen daerah lereng perbukitan, zona rawan gempa bumi di Kecamatan Pundong Kabupaten Bantul Yogyakarta berdasarkan pendekatan geomorfologi terdiri atas tiga zona kerawanan rendah, zona kerawanan sedang dan zona kerawanan tinggi. Zona kerawanan rendah dipengaruhi oleh aspek morfogenesis yang terdiri atas morfostruktur pasif dan morfostruktur aktif, aspek morfokronologi, aspek morfoaransemen, dan kerapatan bangunan. Zona kerawanan sedang dipengaruhi oleh aspek morfologi, morfostruktur pasif (aspek morfogenesis), aspek morfokronologi, aspek morfoaransemen, dan kerapatan bangunan. Zona kerawanan tinggi dipengaruhi oleh aspek morfogenesis yang terdiri atas morfostruktur pasif dan morfodinamik, aspek morfokronologi, aspek morfoaransemen, dan kerapatan bangunan.

Kerentanan bangunan secara teknis disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu lokasi/topografi, penggunaan material yang kurang sesuai, kualitas dan sistem bangunan yang kurang memadai dengan tingkat kerawanan daerah gempa, kondisi bangunan kurang terawat (Zulfiar, 2014)

Menurut Devi dkk., (2015) menyatakan bahwa selain kerusakan bangunan terhadap gempa bumi disebabkan karena bangunan memiliki mutu ketahanan gempa yang sangat rendah, sehingga perlu dilakukan penilaian kualitas material konstruksi kerentanan bangunan terhadap gempa dan mitigasi bahaya akibat gempa bumi dari semua jenis bangunan di daerah yang memiliki zona persebaran gempa yang tinggi.

Menurut Partono dkk., (2015), menyatakan bahwa penelitian daerah rawan gempa Kota Semarang dikembangkan berdasarkan hasil kajian Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010 yang menyampaikan pentingnya mengkaji secara lebih detail tentang pengaruh Sesar Lasem terhadap tingkat kerawanan Kota Semarang dalam menahan guncangan gempa, penelitian daerah rawan gempa Kota Semarang dilakukan melalui tahapan analisa hazard gempa deterministik akibat semua sumber gempa yang berpotensi memberikan pengaruh yang besar pada Kota Semarang. Hasil kajian hazard gempa deterministik dipergunakan pada mitigasi gempa dan perencanaan bangunan tahan gempa di wilayah Kota.

Menurut Hadmoko dkk dalam Amin dkk., (2015), menyatakan bahwa gempa bumi adalah aktivitas goyangan atau getaran pada lapisan *litosphere* Bumi. Aktivitas tersebut mengakibatkan gerakan pada tanah dan kerusakan akibat aktivitas tersebut bergantung pada skala kekuatan (*magnitudo*) dan intensitasnya. Gempa bumi selalu terjadi kapanpun dan dimanapun, hanya sedikit lokasi yang jarang terjadi gempa bumi. Gempa bumi dengan kondisi tertentu mengakibatkan bencana alam susulan berupa tsunami, yaitu gelombang pasang.

2.2. Dasar Teori

Berdasarkan UU RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bencana adalah rangkaian peristiwa yang mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam dan non alamn maupun manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologi pada masyarakat.

Menurut Rinaldi dkk, (2015), bencana merupakan sesuatu yang tidak bisa kita hindari, kapan dia datang kita tidak bisa memprediksi. Namun berdasarkan data-data kita bisa mengetahui daerah mana yang sering terjadi bencana alam terutama dari geografis suatu tempat. Gempa merupakan salah satu bencana alam yang menakutkan bagi manusia. Gempa bisa berupa efek dari bencana lain bahkan gempa bisa memicu timbulnya bencana alam yang lain. Untuk masyarakat yang berada di pegunungan, gempa merupakan dampak dari aktivitas gunung merapi, maka tak jarang masyarakat disekitar gunung sudah terbiasa dengan getaran-getaran aktivitas gunung tersebut.

1. Jenis-jenis Bencana.

Indeks Resiko Bencana Indonesia (IRBI, 2013) menggolongkan jenis bencana jadi tiga yaitu bencana alam, bencana non alam, dan bencana sosial.

a. Bencana Alam

Bencana yang terjadi akibat peristiwa alam seperti gempa bumi, tanah longsor, banjir, angin puting beliung, gunung meletus, dan kekeringan.

b. Bencana Non Alam.

Bencana yang terjadi akibat peristiwa non alam seperti epidemik dan wabah penyakit, dan teknologi.

c. Bencana Sosial.

Bencana yang terjadi akibat peristiwa ulah manusia dalam beraktifitas seperti teror dan konflik sosial antar kelompok maupun antar komunitas (SARA).

2. Upaya Pengurangan Resiko Bencana Alam

Menurut UU No 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana Alam, mitigasi adalah supaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana. Mitigasi bencana pada umumnya dilakukan dalam rangka mengurangi kerugian akibat kemungkinan terjadinya bencana, baik itu berupa korban jiwa atau kerugian harta benda yang berpengaruh pada untuk mengurangi konsekuensi-konsekuensi dampak lainnya akibat bencana, seperti kerusakan infrastruktur, terganggunya kegiatan sosial dan ekonomi masyarakat. Sedangkan strategi mitigasi bencana dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

- a. Mengintegrasikan mitigasi bencana alam program pembangunan yang lebih besar.
- b. Pemilihan upaya mitigasi harus didasarkan atas biaya dan manfaat.
- c. Agar dapat diterima masyarakat, mitigasi harus menunjukkan hasil yang segera tampak
- d. Upaya mitigasi harus dimulai dari yang mudah dilaksanakan segera setelah bencana
- e. Mitigasi dilakukan dengan cara meningkatkan kemampuan lokal dalam manajemen dan perencanaan.

1. Definisi Ancaman (*Hazard*)

Berdasarkan UU RI Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, bahwa ancaman adalah suatu kondisi geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah dengan jangka waktu tertentu yang memiliki kemampuan mencegah, meredam, kesiagaan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya yang akan terjadi.

2. Peta Indeks Rawan Bencana Indonesia.



Gambar 2.1. Peta Indeks Rawan Bencana Indonesia Tahun 2012
(Posko BNPB 2012)

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa ancaman bencana yang berada di Jawa khususnya di kota Yogyakarta maupun sekitarnya berada pada indeks ancaman bencana yang tinggi, sehingga ancaman tersebut berpotensi menimbulkan kerugian secara ekonomi, sosial dan psikologi pada kurun waktu tertentu serta dapat

menimbulkan adanya korban jiwa. Oleh karena itu perlunya penanggulangan bencana pada daerah yang memiliki ancaman bencana yang tinggi.

Menurut Hadmoko dkk dalam Amin dkk, (2015) “Gempa bumi adalah aktivitas goyangan atau getaran pada lapisan *litosphere* Bumi. Aktivitas tersebut mengakibatkan gerakan pada tanah dan kerusakan akibat aktivitas tersebut bergantung pada skala kekuatan (*magnitudo*) dan intensitasnya. Gempa bumi selalu terjadi kapanpun dan dimanapun, hanya sedikit lokasi yang jarang terjadi gempa bumi. Gempa bumi dengan kondisi tertentu mengakibatkan bencana alam berupa susulan berupa tsunami, yaitu gelombang pasang.

Menurut Hadmoko dkk, (2015) Faktor-faktor penyebab terjadinya gempa bumi adalah sebagai berikut.

a. Gempa Bumi Tektonik (*Tectonic Earthquake*)

Gempa bumi tektonik disebabkan oleh pelepasan tenaga yang terjadi karena pergeseran lempengan plat tektonik seperti layaknya gelang karet yang ditarik dan dilepaskan dengan tiba-tiba. Tenaga yang dihasilkan oleh adanya tekanan yang terjadi antar batuan dikenal sebagai kecacatan tektonik. Tektonik lempeng adalah suatu teori yang menerangkan proses dinamika bumi tentang pembentukan jalur pegunungan. Jalur gunung api, jalur gempa bumi dan cekungan endapan dimuka bumi yang diakibatkan oleh pergerakan lempeng bumi.

b. Gempa Bumi Vulkanik (*Volcanic Earthquake*)

Gempa bumi vulkanik adalah gempa bumi yang terjadi akibat adanya aktivitas vulkanisme. Aktivitas vulkanisme dan gempa bumi sering terjadi secara bersama-sama sepanjang batas lempeng di seluruh dunia, di samping itu ada pula sebagian yang terjadi pada wilayah lempeng vulkanik dalam, seperti gunung api Hawaiiin

c. Gempa Runtuhan (*Sudden Ground Shaking*)

Gempa runtuh adalah gempa bumi yang terjadi akibat runtuhnya atap gua, runtuhnya atap tambang dan sebagainya.

Secara geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik yaitu lempeng Benua Asia, Benua Australia, lempeng Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Pada bagian selatan dan timur

Indonesia terdapat sabuk vulkanik (*volcanic arc*) yang memanjang dari Pulau Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, hingga Sulawesi, yang sisinya berupa pegunungan vulkanik tua dan dataran rendah yang sebagian didominasi oleh rawa-rawa. Kondisi tersebut sangat berpotensi sekaligus rawan bencana seperti letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, banjir dan tanah longsor. Data menunjukkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kegempaan yang tinggi di dunia, lebih dari 10 kali lipat tingkat kegempaan di Amerika Serikat [BNPB, 2012].

1. Prinsip Dasar Rumah Tahan Gempa

Menurut Fitriani, (2014) Rumah yang tahan terhadap gempa dan tsunami harus berdasarkan filosofi :

- a. Ketika gempa berskala kecil terjadi, bagian struktural dan non struktural tidak boleh rusak/hancur
- b. Ketika gempa berskala sedang terjadi, bagian struktural rumah tidak boleh rusak, walaupun bagian non strukturalnya rusak.
- c. Ketika gempa berskala besar terjadi, walaupun bagian struktural dan non struktural rusak, tetapi harus ada waktu bagi penghuni rumah tersebut untuk menyelamatkan diri.

2. Konstruksi Tahan Gempa

Menurut Boen (dalam Rinaldi dkk, 2015) Pengertian Bangunan Tahan Gempa adalah membangun bangunan yang dapat menahan beban gempa adalah tidak ekonomis. Oleh karena itu prioritas utama dalam membangun bangunan tahan gempa adalah terciptanya suatu bangunan yang dapat mencegah terjadinya korban, serta memperkecil kerugian harta benda. Dari hal tersebut pengertian bangunan tahan gempa adalah :

- a. Bila terjadi Gempa Ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun pada komponen strukturalnya.
- b. Bila terjadi Gempa Sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-strukturalnya (*plafond* runtuh, dinding retak) akan tetapi komponen struktural (kolom, balok, *sloof*) tidak boleh rusak.
- c. Bila terjadi Gempa Besar, bangunan boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural maupun komponen strukturalnya, akan tetapi

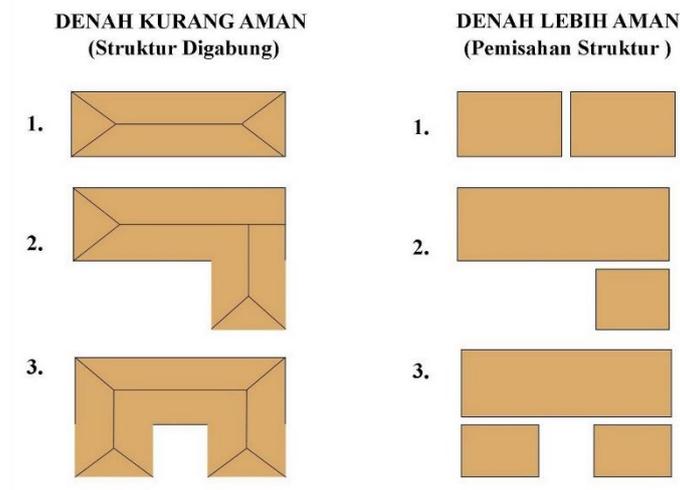
jiwa penghuni bangunan tetap selamat, artinya sebelum bangunan runtuh masih cukup waktu bagi penghuni bangunan untuk keluar.

3. Prinsip – prinsip utama konstruksi tahan gempa

Berdasarkan pedoman Dinas Pekerjaan Umum SNI 03-1726-2002, Tata cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan dan RSNI T – 02 - 2003, Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu, Beton bertulang di Indonesia, prinsip utama dalam konstruksi tahan gempa meliputi :

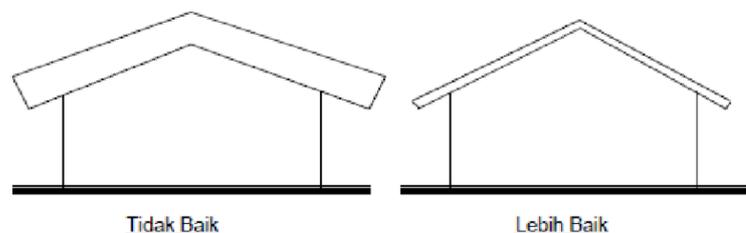
a. Denah yang sederhana dan simetris

Penyelidikan kerusakan akibat gempa menunjukkan pentingnya denah bangunan yang sederhana dan elemen-elemen struktur penahan gaya horisontal yang simetris. Struktur seperti ini dapat menahan gaya gempa lebih baik karena kurangnya efek torsi dan kekuatannya yang lebih merata.



Gambar 2.2. Denah Sederhana dan simetris (RSNI T – 02 – 2003)

b. Bahan bangunan harus seringan mungkin.



Gambar 2.3. Penerapan bahan bangunan ring5an (RSNI T – 02 – 2003)

c. Sistem Konstruksi yang memadai.

Perlunya sistem konstruksi penahan beban yang memadai supaya suatu bangunan dapat menahan gempa, gaya inersia gempa harus dapat disalurkan dari tiap-tiap elemen struktur kepada struktur utama gaya horisontal yang kemudian memindahkan gaya-gaya ini ke pondasi dan ke tanah.

2.2.1. Material Konstruksi

a. Semen

1. Istilah dan Definisi

a) Berdasarkan SNI nomor 15-2049 Tahun 2004 tentang pengertian Semen Portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

b) Kandungan udara semen hidrolis

Semen hidrolis yang mengandung suatu tambahan udara dalam jumlah yang tertentu yang menyebabkan udara terkandung didalam mortar didalam batasan yang dispesifikasikan pada saat diukur dengan suatu metode.

c) Pasta Semen

Campuran semen dan air baik yang dikeraskan atau tidak dikeraskan

d) *False Set*

Kehilangan secara cepat sifat plastis dari pasta semen, mortar atau beton.

e) Ruang Lembab

Suatu ruang tertutup untuk penyimpanan dan pengerasan contoh pasta, mortar dan beton yang memiliki suhu dan kelembaban tinggi yang dapat diatur.

f) Mortar.

Suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus dan air.

2. Jenis dan penggunaan

Berdasarkan SNI nomor 15-2049 Tahun 2004, jenis semen portland yakni ada 5 yaitu :

- a. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang
- c. Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap pemulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah
- e. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.



Gambar 2.4. Jenis semen Portland Holcim (PCC)

3. Syarat Mutu.

- a. Persyaratan kimia semen portland harus memenuhi persyaratan sebagai berikut

Tabel 2.1 Syarat kimia utama.
(Sumber : SNI 15-2049-2004)

NO	Uraian	Jenis Semen Portland*				
		I	II	III	IV	V
1.	SiO ₂ , minimum	-	20,0 b,c)	-	-	-
2.	Al ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	-	-
3.	Fe ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0 ^{b,c)}	-	6,5	-
4.	MgO, maksimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5.	SO ₃ , maksimum					
	Jika C ₃ A ≤ 8,0	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
	Jika C ₃ A > 8,0	3,5	^{d)}	4,5	^{d)}	^{d)}
6.	Hilang pijar, maksimum	5,0	3,0	3,0	2,5	3,0
7.	Bagian tak larut maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8.	C ₃ S, maksimum ^{a)}	-	-	-	35 ^{b)}	-
9.	C ₂ S, minimum ^{a)}	-	-	-	40 ^{b)}	-
10.	C ₃ A, maksimum ^{a)}	-	8,0	15	7 ^{b)}	5 ^{b)}
11.	C ₄ AF + 2 C ₃ A atau ^{a)} C ₄ AF + C ₂ F, maksimum	-	-	-	-	25 ^{c)}

Catatan :

- a) Persyaratan pembatasan secara kimia berdasarkan perhitungan untuk senyawa potensial tertentu tidak harus diartikan bahwa oksida dari senyawa potensial tersebut dalam keadaan murni.
C = CaO, S = SiO₂, A = Al₂O₃, F = Fe₂O₃, Contoh C₃A = 3CaO.Al₂O₃
- b) Titanium dioksida (TiO₂) dan Fosfor pentaoksida (P₂O₅) Termasuk dalam Al₂O₃
- c) Nilai yang biasa digunakan untuk Al₂O₃ dalam menghitung senyawa potensial (misal : C₃A) untuk tujuan spesifikasi adalah jumlah endapan yang diperoleh dengan penambahan NH₄OH dikurangi jumlah Fe₂O₃ (R₂O₃ - Fe₂O₃) yang diperoleh dalam analisis kimia basah.

*Satuan dalam %

Tabel 2.2 Syarat kimia tambahan^{a)}
(Sumber : SNI 15-2049-2004)

No	Uraian	Jenis semen Portland*				
		I	II	III	IV	V
1.	C ₃ , maksimum	-	-	8	-	-
2.	C ₃ , minimum	-	-	5	-	-
3.	(C ₃ S + 2C ₃ A), maksimum	-	58 ^{b)}	-	-	-
4.	Alkali, sebagai (Na ₂ O + 0,658 K ₂ O), maksimum	0,60 ^{c)}	0,60 ^{c)}	0,60 ^{c)}	0,60 ^{c)}	0,60 ^{c)}

Catatan :S

- a) Syarat kimia tambahan ini berlaku hanya secara khusus diisyaratkan
 b) Sama dengan keterangan untuk b) pada syarat kimia utama.
 c) Hanya berlaku bila semen digunakan dalam beton yang agregatnya bersifat reaktif terhadap alkali.
 * Satuan dalam %

b. Persyaratan fisika semen portland harus memenuhi syarat sebagai berikut :

Tabel 2.3 Syarat fisika utama
 (Sumber : SNI 15-2049-2004)

No	Uraian	Jenis Semen Portland*				
		I	II	III	IV	V
1.	Kehalusan :					
	Uji permeabilitas udara, m ² /kg					
	Dengan alat :					
	Turbidimeter, min	160	160	160	160	160
	Blaine, min	280	280	280	280	280
2.	Kekekalan :					
	Pemuaian dengan autoclave, maks %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3.	Kuat tekan :					
	Umur 1 hari, kg/cm ² , minimum	-	-	120	-	-
	Umur 3 hari, kg/cm ² , minimum	125	100 70 ^{a)}	240	-	80
	Umur 7 hari, kg/cm ² , minimum	200	175 120 ^{a)}	-	70	150
	Umur 28 hari, kg/cm ² , minimum	280	-	-	170	210
4.	Waktu pengikatan (metode alternatif)					
	Dengan alat :					
	<i>Gillmore</i>					
	- Awal, menit, minimal	60	60	60	60	60
	- Akhir, menit, maksimum	600	600	600	600	600
	<i>Vicat</i>					
	-Awal, menit, minimal	45	45	45	45	45
	-Akhir, menit, maksimum	375	375	375	375	375

Catatan :

- a) Syarat kuat tekan ini berlaku jika syarat kalor hidrasi tercantum pada tabel syarat fisika tambahan (Tabel 2.2) atau syarat C₃S + C₃A seperti tercantum pada tabel syarat kimia tambahan diisyaratkan (Tabel 2.4)

*Satuan dalam %

Tabel 2.4 Syarat fisika tambahan ^{a)}
(Sumber : SNI 15-2049-2004)

No	Uraian	Jenis Semen Portland*				
		I	II	III	IV	V
1.	Peningkatan semu penetrasi akhir, % minimum	50	50	50	50	50
2.	Kalor hidrasi					
	Umur 7 hari, kal/gram, maks	-	70 ^{b)}	-	60	-
	Umur 28 hari, kg/cm ² , maks	-	-	-	70	-
3.	Kuat Tekan :					
	Umur 28 hari, kg/cm ² , minimum	-	280	-	-	-
4.	Pemuaian karena sulfat 14 hari, %, maksimum	-	220 ^{b)}	-	-	0,040
5.	Kandungan udara mortar, % volume, maksimum	12	12	12	12	12

Catatan:

- a) Persyaratan fisika tambahan ini berlaku hanya jika secara khusus diminta.
 - b) Bila syarat kalor hidrasi ini disyaratkan, maka syarat C₃S + C₃A seperti tercantum pada tabel kimia tambahan (Tambal 2) tidak diperlukan.
 - c) Syarat kuat tekan ini berlaku bila syarat kalor hidrasi seperti yang tercantum pada tabel syarat fisika tambahan (Tabel 3.4) atau bila syarat C₃S + C₃A seperti yang tercantum pada tabel syarat kimia tambahan (Tabel 3.2) disyaratkan.
- *satuan dalam %

b.) Agregat halus atau pasir

Material pasir yang baik adalah material yang tidak memiliki endapan lumpur, kotoran ataupun bahan-bahan lain yang dapat menimbulkan masalah untuk permukaan dinding. Berikut ini adalah beberapa syarat pasir dapat dikatakan berkualitas menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6820-2002 :

- 1.) Memiliki garasi yang baik
- 2.) Memiliki kadar lumpur yang minimal
- 3.) Rendahnya kandungan bahan organis
- 4.) Memiliki bentuk potongan pasir yang kuat

a.) Spesifikasi agregat halus untuk pekerjaan adukan dan plesteran dengan bahan dasar semen berdasarkan SNI Nomor 03-6820 Tahun 2002 :

- 1.) Yang dimaksud dengan agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan.

- 2.) Agregat halus olahan adalah agregat halus yang dihasilkan dari pemecahan dan pemisahan butiran dengan cara penyirangan atau cara lainnya dari batuan, atau teraktanur tinggi
- 3.) Agregat halus alam adalah agregat halus hasil disintegrasi dari batuan
- 4.) Agregat perlit adalah agregat yang berasal dari batu obsidian yang dipanaskan pada temperatur tinggi sampai mengembang
- 5.) *Bath obsidian* adalah batuan silikat dan mempunyai kandungan air lebih kecil dari 2% dan akan mengembang menjadi masa gelembung gelas bila dipanaskan secara cepat
- 6.) Vermikulit adalah suatu mineral yang berbentuk pipih dan mempunyai sifat mengelupas akibat pemanasan
- 7.) Perlit adalah batu obsidian yang dipanaskan pada temperatur tinggi sampai mengembang
- 8.) Unsur perusak adalah zat organik atau mineral yang dapat mengganggu kualitas plesteran.
- 9.) Modulus kehalusan adalah angka kehalusan menurut Abram yang dihitung dari jumlah persentase kumulatif tertinggal pada saringan.
- 10.) Lapis kamprot adalah lapis dasar atau lapis pertama yang di buat dari campuran basah semen portland dan air dengan atau tanpa agregat, dikamprotkan ke permukaan dasar plesteran untuk menciptakan tempat melekat yang lebih baik lagi bagi lapisan plester berikutnya.
- 11.) Lapis badan adalah lapis kedua sebelum penempatan lapisan akhir atau acian
- 12.) Lapis acian adalah lapis terakhir atau ke tiga yang ditempel diatas lapis badan.

b.) Bentuk dan Ukuran

Berdasarkan SNI Nomor 03-6820 Tahun 2002, agregat halus untuk plesteran harus memenuhi :

- 1.) Agregat halus alami hasil disintegrasi batu alam.
- 2.) Agregat halus hasil olahan diproses khusus sehingga bentuk dan ukuran sesuai dengan persyaratan.
- 3.) Agregat berbentuk bulat dan berukuran seragam tidak boleh digunakan.

c.) Unsur Perusak

Berdasarkan SNI Nomor 03-6820 Tahun 2002, unsur perusak yang terkandung dalam agregat halus dibatasi sebagai berikut :

- 1.) Partikel yang mudah pecah maksimum 1,0%
- 2.) Tidak mengandung zat organik.
- 3.) Partikel ringan yang terapung pada cairan dengan berat jenis 2,0 maksimum.
- 4.) Bebas dari kotoran yang dapat merusak warna.

d.) Sifat fisik Agregat harus memenuhi

Tabel 2.5. Gradasi Agregat Alam untuk Plesteran Lapisan Kamprot dan Badan
(Sumber : SNI Nomor 03-6820 Tahun 2002)

Saringan	Persen lolos	
	Maksimum	Minimum
No. 4 (4,76 mm)	100	---
No. 8 (2,36 mm)	90	100
No.16 (1,18 mm)	60	90
No.30 (600 μ m)	35	70
No.50 (300 μ m)	10	30
No.100 (150 μ m)	0	5
No.200 (75 μ m)	0	3

- 1.) Gradasi agregat untuk lapisan pertama dan lapisan kedua mengikuti ketentuan dalam Tabel 2.5.
- 2.) Besar butir yang tertinggal diantara dua saringan yang berurutan tersebut butir 1 diatas harus tidak lebih dari 50% ; antar saringan No.50 dan No.100 tidak lebih dari 25%.
- 3.) Nilai modulus kehalusan antara 2,0 sampai dengan 3,0 ; bila lebih kecil dari 2,00 atau lebih besar dari 3,00 perlu pengaturan proporsi kembali.
- 4.) Agregat untuk lapisan ketiga harus lolos saringan No.30.
- 5.) Sifat kekal diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, yaitu bagian yang hancur maksimum 10%, jika dipakai larutan jenuh Natrium Sulfat atau ; bagian yang hancur maksimum 15%, jika dipakai larutan jenuh Magnesium Sulfat.
- 6.) Agregat ringan yang digunakan untuk plesteran harus memenuhi :

- a.) Berat isi agregat ringan tidak boleh kurang dari 96 kg/m^3 dan tidak lebih dari 192 Kg/m^3 , untuk perlit tidak boleh kurang dari 96 kg/m^3 , dan tidak lebih dari 160 kg/m^3 untuk vermekulit
- b.) Gradasi agregat ringan harus sesuai Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Gradasi Agregat Olahan untuk Plesteran Lapisan Kamprot dan Acian
(Sumber : SNI Nomor 03-6820 Tahun 2002)

Saringan	Persen lolos			
	Perlit		Vermekulit	
	Maksimum	Minimum	Maksimum	Minimum
No. 4 (4,76 mm)	100	---	100	---
No. 8 (2,36 mm)	95	100	90	100
No.16 (1,18 mm)	40	95	25	60
No. 30 (600 μm)	5	55	5	35
No.50 (300 μm)	2	25	2	25
No.100 (150 μm)	0	15	0	10

Tabel 2.7. Gradasi Agregat untuk Adukan
(Sumber : SNI Nomor 03-6820 Tahun 2002)

Saringan	Persen lolos	
	Pasir Alam	Pasir Olahan
No. 4 (4,76 mm)	100	100
No. 8 (2,36 mm)	90 - 100	95 - 100
No.16 (1,18 mm)	70 - 100	70 - 100
No. 30 (600 μm)	40 - 75	40 - 75
No.50 (300 μm)	10 - 35	20 - 45
No.100 (150 μm)	2 - 15	10 - 25
No.200 (75 μm)	0	0 - 10

- a. Besar butir yang tertinggal di antara dua saringan yang berurutan tersebut butir 1 di atas harus tidak lebih dari 50% ; ayakan antara No.50 dan No 100 tidak lebih dari 25%
- b. Bila nilai modulus kehalusan bervariasi lebih dari 0,2 dari nilai yang diambil untuk pemilihan proporsi adukan, agregat tidak boleh dipakai tanpa melakukan pengaturan proporsi kembali.
- c. Syarat agregat halus dalam plesteran dan adukan harus sebagai bahan pengisi, penahan penyusutan dan penambah kekuatan.



Gambar 2.5. Pasir kulon progo.

f.) Spesifikasi Pasir Gunung

Jenis yang pertama yang akan kami jelaskan dari Pasir Gunung dan Sungai adalah pasir gunung terlebih dahulu. Jenis pasir ini banyak terdapat di Indonesia khususnya pulau Jawa dan Sumatra, yang ditambang sisa letusan gunung merapi dan endapan debu vulkanik. Pasir gunung jenis ini umumnya berwarna hitam pekat dengan karakter fisik yang keras dan kasar, sangat baik untuk pengecoran dan pasang batu pondasi karena kandungan lumpurnya yang minim.

g.) Spesifikasi Pasir Sungai

Selain di gunung, sumber pasir di Indonesia juga terdapat di sungai-sungai yang sangat melimpah ruah diribuan sungai yang berada di pulau Jawa, Sumatra, Kalimantan dan lainnya. Kalau dibandingkan antara pasir gunung dan sungai, secara kualitas lebih baik pasir sungai, karena pasir yang ditambang dari dasar sungai sudah tercuci langsung dan pasti terbebas dan kotoran lainnya.

h.) Kelebihan Pasir gunung dan pasir sungai

Untuk memudahkan anda membandingkan dan memilih yang terbaik dari pasir gunung dan sungai, berikut kami susun perbandingan keduanya.

Kelebihan pasir gunung dari pasir sungai

- 1.) Penambangnya yang mudah karena tidak perlu mesin sedot.
- 2.) Stoknya tersedia dimana-mana hampir disemua toko material ada.
- 3.) Harganya lebih murah dan cocok untuk semua adukan, baik pasang, cor juga plester.

Kekurangan pasir gunung dari pasir sungai.

- 1.) Kandungan lumpurnya lebih tinggi dan harus dicuci untuk meminimalisirnya.
- 2.) Perlu beberapa kali pengayakan.
- 3.) Penggunaan semen lebih banyak (untuk pasir yang belum dicuci).

Kelebihan pasir gunung dari pasir sungai

- 1.) Lebih halus dan bersih cukup satu kali ayakan.
- 2.) Kandungan lumpur lebih rendah karena otomatis tercuci
- 3.) Lebih hemat semen.

Kekurangan pasir sungai dibanding pasir gunung.

- 1.) Proses penambangan yang sulit karena harus di sedot dan terancam banjir.
- 2.) Stoknya sulit di dapat di material-material terdekat.
- 3.) Harganya lebih mahal karena kualitasnya yang lebih unggul

c. Air

Berdasarkan SNI Nomor 7974 Tahun 2013 Persyaratan air pecampur yang dapat digunakan.

- 1.) Air untuk pengadukan (air yang ditimbang atau diukur di *batching plan*)
- 2.) Es
- 3.) Air yang ditambahkan oleh operator truk
- 4.) Air bebas pada agregat-agregat dan air yang masuk salam bentuk bahan-bahan tambahan , apabila air ini dapat meningkatkan resiko air semen lebih dari 0,01
- 5.) Air minum boleh digunakan sebagai air pencampur beton tanpa diuji apakah sesuai persyaratan standar ini.
- 6.) Air pencampur yang seluruh atau sebagian terdiri dari sumber-sumber air yang tidak dapat diminum atau air dari produksi beton boleh digunakan dalam setiap proporsi dengan batasan kualitas yang memenuhi persyaratan.

Tabel 2.8. Persyaratan kinerja beton untuk air pencampur.
(Sumber : SNI Nomor 7974 Tahun 2013)

	Batasan	Metode Uji
Persentase (%) Kekuatan tekan, minimum terhadap kontrol pada umur 7 hari ^{A,B}	90	ASTM C31/C31M, ASTM C39/C39M
Deviasi waktu pengikatan terhadap kontrol, jam : menit ^A	Lebih awal 1:00 Lebih lambat 1:30	ASTM C403/C403M

Catatan : ^A Perbandingan harus didasarkan pada proporsi-proporsi tetap untuk suatu rancangan campuran beton yang mewakili sumber air yang diragukan dan suatu campuran kontrol menggunakan 100% air yang dapat diminum atau air destilasi
^B Hasil-hasil kuat tekan harus didasarkan pada paling sedikit dua spesimen uji standar dari sampel komposit.

d.) Kerikil (Agregat Kasar)

Berdasarkan SNI Nomor 1969 tahun 2008 Kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci). Cara pengambilan contoh dan persiapan contoh uji sesuai dengan SNI 03 – 6889 – 2002.

- 1) Campur agregat secara menyeluruh dan kurangi sampai mendekati jumlah yang diperlukan dengan menggunakan prosedur yang sesuai dengan SNI 13 – 6717 – 2002. Pisahkan semua material yang lolos saringan ukuran 4,75 mm (No.4) dengan penyaringan kering, kemudian cuci secara menyeluruh untuk menghilangkan debu atau material lain dari permukaan agregat. Jika agregat kasar mengandung sejumlah bahan yang lebih halus dari saringan ukuran 4,75 mm (No.4) dalam jumlah yang substansial, seperti agregat ukuran 2,36 mm (No. 8) dan Saringan ukuran No. 9 (dalam AASHTO M 43), gunakan saringan ukuran 2,36 mm (No. 8) sebagai pengganti saringan ukuran 4,75 mm (No.4). Sebagai pilihan, pisahkan material yang lebih halus dari saringan ukuran 4,75 mm (No.4) dan ujilah material tersebut menurut SNI 03 - 1970 - 1990.
- 2) Berat contoh uji minimum untuk digunakan disajikan di bawah ini. Di dalam banyak kejadian mungkin saja diinginkan untuk menguji suatu

agregat kasar dalam beberapa ukuran terpisah per fraksi; dan jika contoh uji mengandung lebih dari 15 persen yang tertahan di atas saringan ukuran 37,5 mm (No. 1½ inci), maka ujilah material yang lebih besar dari 37,5 mm di dalam satu atau lebih ukuran fraksi secara terpisah dari ukuran yang lebih kecil. Apabila suatu agregat diuji dalam ukuran fraksi yang terpisah, berat contoh uji minimum untuk masing-masing fraksi harus merupakan perbedaan antara berat yang telah ditentukan untuk ukuran minimum dan maksimum dari fraksi tersebut.

e.) Baja Tulangan Beton

Berdasarkan SNI nomor 2052 tahun 2014, istilah atau definisi baja tulangan beton adalah baja berbentuk batang penampang bundar dengan permukaan polos atau sirip yang digunakan untuk penulangan beton, yang diproduksi dari bahan baku *billet* dengan cara canai panas (*hot rolling*), bahan baku yang digunakan berupa billet baja tuang kontinyu untuk baja tulangan beton dan baja profil ringan. Hasil penimbangan dari berat contoh uji (kg) dibagi luas penampang dikali berat jenis dengan rumus sebagai berikut.

$$de = \sqrt{\frac{4}{0,785}} b$$

$$de = 12,736\sqrt{b}$$

Keterangan :

de = diameter efektif (mm)

b = berat contoh uji per satuan panjang (kg/m)

Baja tulangan beton polos (BjTP) adalah baja tulangan beton bernampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip. Baja tulangan beton sirip (BjTS) adalah baja tulangan beton dengan bentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton.

Bentuk baja tulangan polos dan sirip, bentuk baja tulangan beton polos berpenampang bundar, permukaan harus rata tidak bersirip. Bentuk baja tulangan beton sirip harus bersirip teratur. Setiap batang diperkenankan mempunyai sirip memanjang yang searah dan sejajar dengan sumbu batang,

serta sirip-sirip lain dengan arah melintang sumbu batang. Sirip-sirip melintang sepanjang batang baja tulangan beton harus terletak pada jarak yang teratur. Serta mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Bila diperlukan tanda angka-angka atau huruf-huruf pada permukaan baja tulangan beton, maka sirip melintang pada posisi di mana angka atau huruf dapat ditiadakan. Sirip melintang tidak boleh membentuk sudut kurang dari 45° terhadap sumbu batang, apabila membentuk sudut antara 45° sampai 70° , arah sirip melintang pada satu sisi atau kedua sisi dibuat berlawanan. Bila sudutnya di atas 70° arah berlawanan tidak diperlukan.

Tabel 2.9. Ukuran baja tulangan beton polos.
(Sumber : SNI Nomor 2052 Tahun 2014)

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter
		mm	cm ²	kg/m
1.	P.6	6	0,2827	0,222
2.	P.8	8	0,5027	0,395
3.	P.10	10	0,7854	0,617
4.	P.12	12	1,131	0,888
5.	P.14	14	1,539	1,21
6.	P.16	16	2,011	1,58
7.	P.19	19	2,835	2,23
8.	P.22	22	3,801	2,98
9.	P.25	25	4,909	3,85
10.	P.28	28	6,158	4,83
11.	P.32	32	8,042	6,31
12.	P.36	36	10,17	7,99
13.	P.40	40	12,56	9,86
14.	P.50	50	19,64	15,4



Gambar 2.6. Baja tulangan polos

Tabel 2.10. Ukuran baja tulangan beton sirip.
(Sumber : SNI Nomor 2052 Tahun 2014)

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Diameter dalam minimal (do)	Tinggis sirip		Jarak sirip melintang (maks)	Lebar sirip membujur (maks)	Berat nominal permeter
					min	maks			
		mm	Cm ²	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/m
1.	S.6	6	0,2827	5,5	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2.	S.8	8	0,5027	7,3	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3.	S.10	10	0,7854	8,9	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4.	S.13	13	1,327	12,0	0,7	1,3	9,1	10,2	1,04
5.	S.16	16	2,011	15,0	0,8	1,6	11,2	12,6	1,58
6.	S.19	19	2,835	17,8	1,0	1,9	13,3	14,9	2,23
7.	S.22	22	3,801	20,7	1,1	2,2	15,4	17,3	2,98
8.	S.25	25	4,909	23,6	1,3	2,5	17,5	19,7	3,95
9.	S.29	29	6,625	27,2	1,5	2,9	20,3	22,8	5,18
10.	S.32	32	8,042	30,2	1,6	3,2	22,4	25,1	6,31
11.	S.36	36	10,18	34,0	1,8	3,6	25,2	28,3	7,99
12.	S.40	40	12,57	38,0	2,0	4,0	28,0	31,4	9,88
13.	S.50	50	19,64	48,0	2,5	5,0	35,0	39,3	15,4
14.	S.54	54	22,902	50,8	2,7	5,4	37,8	42,3	17,9
15.	S.57	57	25,518	53,6	2,9	5,7	39,9	44,6	20,0

CATATAN :

1. Untuk baja tulangan beton yang tidak memiliki sirip membujur tidak di ukur tinggi siripnya.
2. Cara menghitung luas penampang nominal, keliling nominal, berat nominal dan ukuran sirip adalah sebagai berikut.

a) Luas

$$A = \frac{0,7854 \times d \times d}{100} \text{ (cm}^2\text{)}$$

b) Berat = 0,785 × A (kg/m)

c) Jarak sirip melintang maksimum = 0,70 d.

d) Tinggi sirip minimum = 0,50 d

Tinggi sirip maksimum = 0,10 d

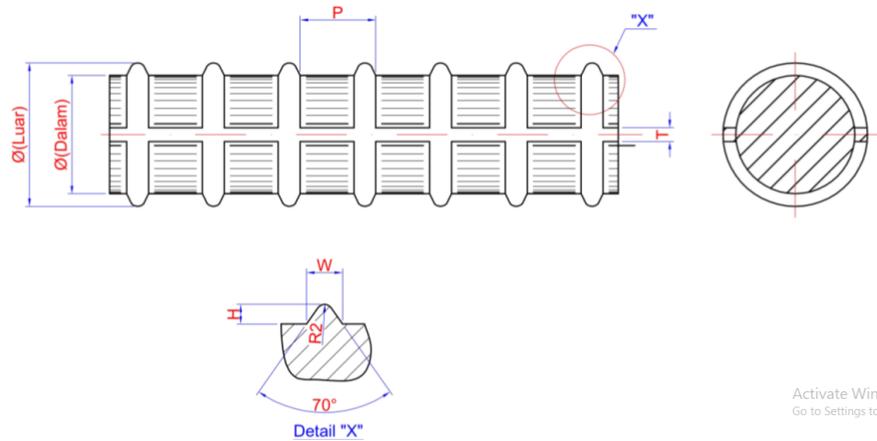
e) Jumlah 2 (dua) sirip membujur maksimum = 0,25 K

Keliling nominal (k)

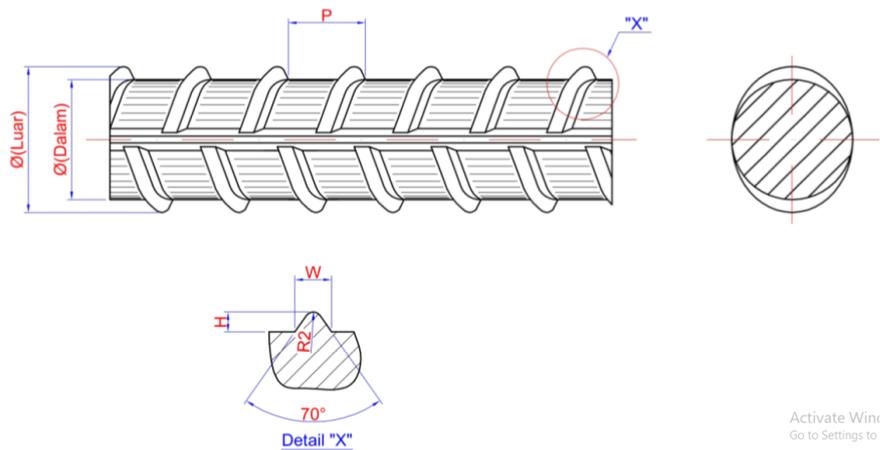
$$K = 0,3142 \times D \text{ (mm)}$$

Jenis baja tulangan beton sirip pada gambar

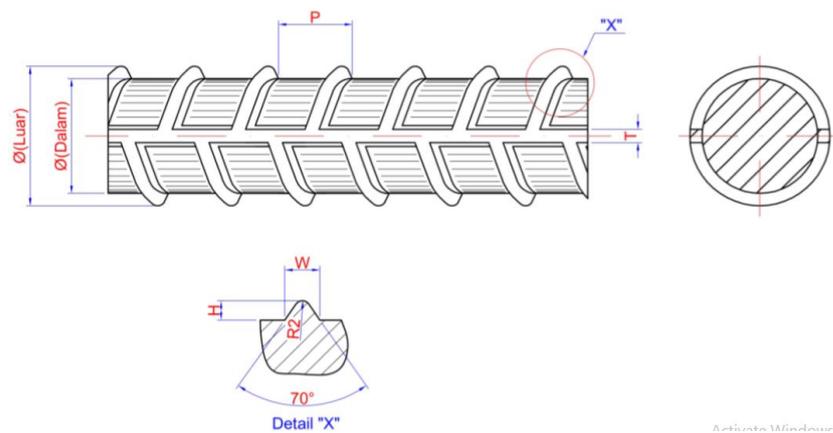
1.) Sirip bambu



2.) Sirip curam



3.) Sirip tulang ikan.



Gambar 2.7. Jenis baja tulangan beton sirip (SNI Nomor 2052 Tahun 2014)

Tabel 2.11. Parameter sifat mekanis baja tulangan beton.
(Sumber : SNI Nomor 2052 Tahun 2014)

Kelas baja tulangan	Nomor batang uji	Uji Tarik			Uji lengkung		TS/YS
		Kuat luluh minimum	Kuat tarik minimum	Regangan minimum	Sudut lengkung	Diameter pelengkung	
		N/mm ² (kgf/mm ²)	N/mm ² (kgf/mm ²)	%			
BJTP 24	No. 2	235	380	20	180°	3×d	-
	No. 3	(24)	(39)	24			
BJTP 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16= 3×d	-
	No. 3	(30)	(45)	20		d > 16= 4×d	
BJTS 30	No. 2	295	440	18	180°	d ≤ 16= 3×d	-
	No. 3	(30)	(45)	20		d > 16= 4×d	
BJTS 35	No. 2	345	490	18	180°	d ≤ 16 = 3×d	-
	No. 3	(35)	(50)	20		16 < d ≤ 40=4×d d > 40 = 5×d	
BJTS 40	No. 2	390	560	16	180°	5×d	Min 1,2
	No. 3	(40)	(57)	18			
BJTS 50	No. 2	490	620	12	90°	d ≤ 25 = 5×d	Min 1,2
	No. 3	(50)	(63)	14		d > 25 = 6×d	

Catatan:

1. Hasil uji lengkung tidak boleh retak pada sisi luar lengkungan
2. Untuk baja tulangan sirip > S.32 dikurangi 2 % dari nilai regangan
3. Untuk baja tulangan sirip S.40 dan S.50 dikurangi 4% dari nilai regangan
4. 1 kgf/mm² = 9,81 N/mm²
5. Regangan adalah regangan total panjang yang dihitung setelah sample uji putus
6. Metode penentuan batas ulur dapat menggunakan metode *offset* dengan nilai *offset* 0,2%
7. Batang uji tarik No.2 untuk diameter ≤ 22 mm dan batang uji tarik No. 3 untuk diameter > 25 mm

f.) Batu bata

Definisi batu bata menurut SNI 15 – 2094 – 1991 merupakan unsur bangunan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan, dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan- bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak dapat hancur bila direndam dalam air. Pada umumnya standar mutu batu bata sebagai bahan bangunan yang harus dipenuhi adalah berdasarkan SNI 15 – 2094 - 1991 adalah sebagai berikut :

1. Warna

Warna pada penampang belahan (patahan) merata dan dinyatakan dengan warna merah tua muda kekuning-kuningan, kemerah –merahan, dan sebagainya

2. Bentuk

Bentuk bidang-bidangnya sisinya harus datar, rusuk-rusuknya tajam dan siku, permukaan rata dan tidak retak.

3. Ukuran

Ukuran standar menurut SNI 15- 2094 - 1991 dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.12. Ukuran standar batu bata
(Sumber : SNI 15 – 2094 - 1991)

Modul	Ukuran batu bata (mm)		Panjang
	Tebal	Lebar	
M-5A	65	90	190
M-5B	65	140	190
M-6	65	110	230

Untuk penyimpangan ukuran maksimum yang diperbolehkan dapat dilihat pada tabel 2.13

Tabel 2.13. Penyimpangan ukuran maksimum yang diperbolehkan
(Sumber : SNI 15 – 2094 - 2000)

Kelas	Penyimpangan ukuran maksimum (mm)					
	M-5a Dan M-5b			M-6		
	Tebal	Lebar	Panjang	Tebal	Lebar	Panjang
25	2	3	5	2	3	5
50	2	3	5	2	3	5
100	2	3	4	2	3	4
150	2	2	4	2	2	4
200	2	2	4	2	2	4
250	2	2	4	2	2	4

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan batu bata. Pengujian ini menunjukkan mutu dan kelas kuatnya.

Ukuran standar kuat tekan batu bata menurut SNI – 15 – 2094 – 2000 dapat dilihat pada tabel 2.14. berikut :

Tabel 2.14. Ukuran kuat tekan
(Sumber : SNI – 15 – 2094 – 2000)

Kelas	Kuat tekan rata-rata dari 30 buah batu bata yang diuji di laboratorium	Koefisien Variasi yang Diizinkan dari ketentuan
25	25 kg/cm ²	25%
50	50 kg/cm ²	50%
100	100 kg/cm ²	100%
150	150 kg/cm ²	150%
200	200 kg/cm ²	200%
250	250 kg/cm ²	250%

4. Kadar Garam

Menurut SNI 15 – 2094 – 2000 tentang cara pengujian kandungan garam, masing – masing bejana dituangkan air suling \pm 250 ml. Bejana - bejana beserta benda – benda uji dibiarkan dalam ruang yang mempunyai penggantian udara yang baik. Standar kadar garam batu bata adalah sebagai berikut :

- a.) Tidak membahayakan bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.
- b.) Ada kemungkinan membahayakan bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk ataupun terlepas.
- c.) Membahayakan bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas

5. Penyerapan air dan bobot isi.

Dalam menentukan daya serap air dan bobot isi digunakan SNI 10-78

Pasal 6.2.4 dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Penyerapan air} = \frac{b-a}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Bobot isi} = \frac{a}{b-c} \times \text{kg/dm}^3 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana : a = berat kering (tetap)

b = berat setelah direndam selama 24 jam

c = berat dalam air

Harga rata-rata dihitung dari 10 benda uji yang dilakukan , bila penyerapan airnya kuran dari 20% dan bobot isi antara 1,8 dan 2,8 kg/dm³ bata tersebut dianggap baik