

Perilaku Dinding Beton Pracetak Tahan Gempa

by Andaryati Andaryati

Submission date: 17-Jun-2023 11:40AM (UTC+0700)

Submission ID: 2117659265

File name: 2011_PROKONS.txt (37.77K)

Word count: 5862

Character count: 32210

Volume 5, Nomor 2, Agustus 2011, ISSN: 1978-1784

PROKONS

JURNAL TEKNIK SIPIL

JURUSAN TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS BUDIDARSAH NEGERI MALANG

PROKONS JURNAL SIPIL No. 2 Hal. 105-235 Malang

105 — 235 Agustus 2011

Prokons Jurnal Teknik Sipil, Volume 5, Nomor 2, Agustus 2011 — ISSN 1978-1784

PROKONS

JURNAL TEKNIK SIPIL

Ketua Penyunting

Ir. Yunaefi, MT.

Sekretaris Penyunting

Nawir Rasidi, ST., MT.

Mitra Bestari (Peer Group) Penelaah Ahli

Dr.Eng.Ir. Fauzri Fahimuddin, M.Eng. (Politeknik Negeri Jakarta)

Dr. Ir. Agnes Hanna Patty, MT (Politeknik Negeri Malang)

Penyunting Pelaksana

M. Fajar Subkhan, ST., MT.

Suhariyanto, ST., MT.

Supiyono, ST., MT.

Wahiddin, ST., MT.

Tata Letak

Fadjar Purnomo, ST., MT.

Trias Rahardianto, ST.

Tata Usaha

Andi

Cetak dan Distribusi

Imron Rosadi

Alamat Redaksi

d.a. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

Jl. Veteran PO BOX 04 Malang 65101

Telp./Fax. 0341-575750

Email: taufigrochm@brawijaya.ac.id

Penanggung Jawab

Direktur Politeknik Negeri Malang

Perancang Sampul

Taufig Rochman, ST., MT.

Penerbit

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

Jurnal Teknik Sipil PROKONS diterbitkan dua kali dalam setahun pada bulan Pebruari dan Agustus. Redaktur

mengundang para penulis dan peneliti untuk menyumbangkan artikel hasil penelitian atau artikel konseptual ke Redaksi

PROKONS. Redaksi menentukan dimuat atau tidaknya suatu artikel dan berhak mengubah atau memperbaiki tulisan

yang dimuat sejauh tidak mengganggu maksud dan isinya. Artikel yang tidak dimuat tidak dikembalikan pada penulis.

ISSN 1978-1784

Prokons Jurnal Teknik Sipil, Volume 5, Nomor 2, Agustus 2017 — ISSN 1978-1784

DAFTAR ISI

Perilaku Dinding Beton Pracetak Tahan Gempa
dengan Sistem /nfilled Frame

Pay 1151 MABA aMGpa ra RGS A1 Oh RINA IAIN Sa SORE GEA sa D SERDEGIN
UGD, Sang 105-117

Uji Keandalan Input Data Hujan Harian dan Hujan Jam- jaman
menggunakan Model Hec-Hms di Das Sampean
abah ba Ty Bere ah besi emg demen. anea larah met reneraplas Markas bai “ad
EBURPUR EURO 118-133

Studi Pengaruh Belok Kiri Terhadap Pejalan Kaki di Simpang

(Studi Kasus : Simpang Kol. Sugiono — Raya Lowokdoro-

Kol. Satsuit Tubun — Pasar Gadang, Malang)

Men TN, naa Kai Kania Gene Ta meal ii aa aman Amit mah en enn pa Sa 134-138

Kuat Geser Tidak Alir Lempung pada Tekanan Sel Rendah dan Tinggi

Aa LT Pa pe Ra Ea TE ATU KA TATNG SE SRG DIET GO AA 139-146

Alternatif Design Penahan Tebing Sungai Kayan

Desa Teras Baru — Tanjung Palas

ET ga Tn Tera Men aknGd Si aRaP baal Go Lea Anas EOa 147-156

Penggunaan Proporsi Karet Latek Sebagai Bahan Tambah

pada Hot Rolled Sheet- Hrs- Wc Berpengaruh pada Kinerja Campuran

dp eh Ta pRedebgbe riak ama dpebeki media. Siam bana meaba enan.—ian dh aer

TaRA Pa MR KUR ANa BEENID AE 157-164

Penataan Geometrik Persimpangan Jalan Bendungan Sutami,

Bendungan Sigura-Gura, Sumpersari dan Veteran Malang

UNI ANT 1 Keenan ERA SA EA DI. SuA AANG SE PSK NGN TE ME SOUEA AI 165-

181

Aplikasi Staadpro 2000 untuk Desain Pylon dan Pelat Lantai

Jembatan Berpenahan Kabel yang Sederhana

Semanan. senios. bukeakusian beasi bunyeb cienueka bian abah. dakagissddiodasai

182-195

Koreksi Teori Geser untuk Sebarang Ketebalan pada Formulasi

Elemen Pelat Persegi dari Bahan Komposit Berlapis

Da aa aa aa 196-215

Penataan Lalulintas Kawasan Depan Stasiun Kota Baru Kota Malang

Udi Subagiyo, Harnen Sulistio, Achmad Wicaksono

.....sc.cceceseesenerererevannnn 216-226

Penentuan Koefisien Plastisitas K pada Tanah Lempung

dengan Metoda Satu-Titik Casagrande

DENAG laesiniinebebiienlaa da Sand dana. Aa Bana aa Sabar aeiaba ap

tbiisebenirasesaa 227-235

JURNAL TEKNIK SIPIL

PERILAKU DINDING BETON PRACETAK TAHAN GEMPA
DENGAN SISTEM INFILLED FRAME

Andaryati

Dosen jurusan Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Abstrak

Dampak gempa berkekuatan besar banyak menyebabkan runtuhnya bangunan-bangunan disekitar pusat gempa karena masih minimnya bangunan-bangunan yang didesain tahan gempa. Beton dipilih sebagai material karena beton mempunyai keawetan yang lebih bila dibandingkan dengan kayu. Perilaku beton juga lebih mudah diprediksi bila dibandingkan kayu karena mutu beton lebih seragam bila dibandingkan dengan kayu dan perhitungan beton sebagai bahan bangunan tahan gempa sudah lebih detail bila dibandingkan dengan kayu. Sistem pracetak dipilih untuk memudahkan pengangkutan dan mempercepat pelaksanaan di lapangan.

Ada dua tipe rumah yang diteliti yaitu rumah 1 lantai (Tipe 36) dan rumah 2 lantai (Tipe 72). Sistem struktur yang dipakai dalam analisis adalah infilled frame (rangka berdinding pengisi) dimana kekakuan dinding menjadi bagian dari kekakuan struktur. Material yang dipakai adalah beton ringan pracetak dengan mutu f_c'' 18 MPa, berat satuan 1900 kg/m³ dan modulus elastisitas 19.900 MPa. Rumah tersebut diasumsikan berada pada Wilayah Gempa dengan Resiko Tinggi (WG 6) dan diperhitungkan terhadap tanah lunak dan tanah keras dimana untuk setiap kondisi tersebut ada 9 tipe dinding yang berbeda dimensi karena disesuaikan dengan desain rumah. Kontrol yang dilakukan terhadap elemen adalah kontrol daktilitas dinding melalui diagram momen-kurvatur dengan bantuan program Xtract, kontrol retak, kontrol kinerja struktur melalui persyaratan kinerja batas layan (KBL) dan kinerja batas ultimate (KBU) yang ada dalam SNI 1726-2002, dan kontrol daktilitas sambungan yang dianalisis dengan bantuan program Lusas.

Hasil perhitungan adalah tebal dinding 10cm dan tulangan 2 arah dengan diameter (ϕ) 8 mm dan spasi antara

200 mm sampai 300 mm sesuai masing-masing tipe dinding. Hasil analisis menunjukkan bahwa daktilitas elemen lebih besar dari 16. Sedangkan untuk sambungan, ada 2 tipe sambungan yaitu tipe 1 untuk sambungan kolom-dinding dan balok-dinding dengan cara pengelasan dowel pada sisi tiap elemen, dan sambungan tipe 2 untuk sambungan antar dinding dengan cara pengelasan plat embedded antar dinding. Dari hasil analisis untuk tipe 1, daktilitas sambungan (j_s) adalah 4,86 (akibat gempa) dan 4,83 (akibat angin) yang setara dengan faktor reduksi gempa (R) sebesar 7,6. Sedangkan untuk tipe 2, daktilitas sambungan (j_s) adalah 5,0 (akibat gempa) dan 3,64 (akibat angin) yang setara dengan faktor reduksi gempa (R) sebesar 8,0 dan 5,6 yang menunjukkan bahwa dengan sambungan tersebut struktur mampu berperilaku daktil sebagian.

Kata-kata kunci: beton ringan, dinding pracetak, gempa, infilled frame

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dampak gempa berkekuatan besar banyak menyebabkan runtuhnya bangunan-bangunan disekitar pusat gempa karena masih minimnya bangunan-bangunan yang didesain tahan gempa. Masih banyak pemukiman di Indonesia yang dibangun tanpa perhitungan struktur yang benar, sehingga ketika gempa terjadi, banyak kita lihat rumah-rumah penduduk yang runtuh dan harus mengungsi di tenda-tenda penampungan selama perbaikan rumah belum ada atau masih dalam proses perbaikan.

Material dinding yang biasa dipakai untuk relokasi/restrukturisasi selama ini adalah kayu dengan alasan lebih cepat pelaksanaannya dan murah biayanya. Namun yang perlu dicermati lebih lanjut adalah bahwa biasanya dalam kurun waktu tertentu terjadi gempa susulan dan perilaku kayu (yang merupakan bahan dari alam) terhadap gempa masih sulit untuk diprediksi. Selain itu, kayu mempunyai keawetan yang kurang terhadap lingkungan sekitar, atau dengan kata lain mudah rusak.

Material lain yang biasa dipakai untuk dinding adalah pasangan batu bata, namun pelaksanaannya

membutuhkan waktu yang jauh lebih lama bila dibandingkan dengan kayu, sehingga perlu dicari

alternatif lain yang lebih baik untuk dinding pada bangunan tahan gempa selain kayu dan pasangan batu

bata, agar proses relokasi/ restrukturisasi dapat berlangsung dengan cepat.

fi aa

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 105

JURNAL TEKNIK SIPIL

Beton dipilih sebagai material karena beton mempunyai keawetan yang lebih bila dibandingkan dengan kayu. Perilaku beton juga lebih mudah diprediksi bila dibandingkan kayu karena mutu beton lebih seragam bila dibandingkan dengan kayu dan perhitungan beton sebagai bahan bangunan tahan gempa sudah lebih detail bila dibandingkan dengan kayu. Namun beton membutuhkan waktu relatif lebih lama.

Untuk mengatasinya, digunakan beton pracetak yang lebih cepat dalam pelaksanaan bila dibandingkan beton konvensional. Untuk mempermudah pengangkutan dan penyambungan, dipilih material beton ringan pracetak dan dibuat desain yang efektif pada sambungan antar dinding maupun sambungan antara dinding dengan balok dan kolom.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian adalah memodelkan gaya gempa terhadap rumah tinggal berdasarkan respon

spektrum gempa, sesuai dengan pembagian wilayah gempa di Indonesia, melakukan analisis struktur rumah tinggal sederhana tahan gempa, serta mengevaluasi kinerja dan daktilitas dinding pracetak untuk mengecek kemampuan layannya terhadap gempa.

1.3 Batasan Masalah

Penulis membatasi permasalahan yang akan dipecahkan nantinya hanya pada aspek teknis saja, dan tidak membahas biaya dan waktu pelaksanaan di lapangan. Perhitungan juga dibatasi untuk rumah sederhana tipe 36 dan tipe 72.

2. DASAR TEORI

2.1 Konsep Rumah Tahan Gempa

Suatu bangunan dikatakan bangunan tahan gempa bila mengikuti filosofi bangunan tahan gempa sebagai berikut :

1. Bila terjadi Gempa Ringan, bangunan tidak boleh mengalami kerusakan baik pada komponen non-struktural (dinding retak, genting dan langit-langit jatuh, kaca pecah, dsb) maupun pada komponen strukturalnya (kolom dan balok retak, pondasi amblas, dsb).

2. Bila terjadi Gempa Sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non-strukturalnya akan tetapi komponen struktural tidak boleh rusak.

3. 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/mengungsi ketempat aman. (www.mulyanto.wordpress.com).

Untuk membangun rumah sederhana tahan gempa terdapat beberapa batasan batasan dalam perencanaan dan pelaksanaan, antara lain (Pedoman Teknis Bangunan Tahan Gempa, 2006) :

a. Penentuan Denah Bangunan

Denah bangunan yang digunakan sebaiknya sederhana, simetris dan tidak terlalu panjang.

b. Jika bangunan tidak berbentuk simetri maka sebaiknya menggunakan dilatasi (alur pemisah)

sedemikian rupa sehingga denah bangunan merupakan rangkaian dari denah yang simetris.

c. Penempatan dinding — dinding penyekat dan bukaan pintu atau jendela harus dibuat simetris terhadap sumbu denah bangunan.

d. Bidang dinding harus berbentuk kotak tertutup.

2.2 Gempa

Prinsip dasar terjadinya gempa ialah kondisi bila di sebagian kerak bumi dimana terdapat retakan

berupa sesar/patahan, apabila mendapat tekanan terjadi penimbunan energi sepanjang bidang sesar

Setelah energi tersebut tertimbun relatif lama, akumulasi energi cukup kuat untuk menggeser bidang

sesar, menghasilkan pusat gempa. Energi terlepas secara cepat sebagai gelombang gempa yang menjalar ke segala arah.

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang j 106

JURNAL TEKNIK SIPIL

Indonesia terletak antara 6° LU dan 11° LS serta 95° BT dan 141° BT, dimana pada letak geografis ini, Indonesia berada di atas benturan tiga lempeng bumi, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng India Australia. Ditinjau secara geologis, kepulauan Indonesia berada pada pertemuan 2 jalur gempa utama (yaitu Jalur Sirkum Pasifik dan Jalur Trans Asia) sehingga kepulauan Indonesia mempunyai

Periode Berulang 500 Tahun

2.3 Struktur /nfilled Frame

Struktur rangka dengan dinding pengisi dapat dianggap lebih kaku dan lebih kuat. Meskipun hal tersebut telah dipahami cukup lama, tetapi dalam perencanaan secara umum efek dinding pengisi masih diabaikan, karena perilakunya non-linier sehingga cukup sulit memprediksinya memakai metode elastis biasa.

Perilaku portal-isi (infilled frame) terhadap pembebanan lateral telah lama diselidiki, misalnya Holmes (1961), Stafford Smith (1962, 1966, 1967), Mainstone — Week (1970), Dawe — Sheah (1989), Flanagan et al. (1992), Mander et al. (1993) dan lainnya. Dari berbagai penelitian yang ada, ditinjau dari kesederhanaannya dan kelengkapannya maka metode Eguivalent Diagonal Strut yang diajukan Saneinejad — Hobbs (1995) sangat menjanjikan untuk ditelaah lebih lanjut. Metode tersebut telah memperhitungkan perilaku elastis dan plastis dari portal-isi (infilled frame) dengan mempertimbangkan adanya daktilitas yang terbatas dari material Analisa Inelastis Portal-Dinding Pengisi dengan “Eguivalent Diagonal Strut” 3 dinding pengisi.

Dalam makalahnya, diperlihatkan juga bahwa metode tersebut memberi prediksi yang lebih mendekati hasil eksperimen maupun analitis (m.e.h) dibandingkan metode-metode lain sebelumnya.

Metoda Eguivalent Diagonal Strut dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan dan kekakuan portal-isi

infilled frame) dengan memasukkan berbagai kemungkinan yang ada, misalnya aspek rasio dinding pengisi: berbagai tipe sambungan (sendi/semi-rigid), juga ketidakrapatan dinding akibat susut (shrinkage).

Memahami perilaku portal-isi (infilled frame) dan mengetahui metode analisa yang memuaskan akan memberi solusi untuk perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa di Indonesia yang lebih realistik dan ekonomis.

Dalam penelitian ini, dinding hanya diperhitungkan sebagai komponen yang memikul beban vertikal/aksial saja dan tidak diperhitungkan sebagai dinding geser ataupun dinding yang memikul lentur seperti dinding penahan tanah. Pasal 16.5 SNI 03-2847-2002 yang mengatur perhitungan dinding dengan metode perencanaan empiris menjadi acuan untuk perhitungan dinding nantinya.

24 Beton Ringan

Ada beberapa jenis beton yang biasanya dipakai dalam konstruksi. Beton ringan adalah salah satu jenis beton yang mempunyai berat dibawah 2000 kg/m³ dan biasanya digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding isolasi. Salah satu pertimbangan pemakaian beton ringan adalah beratnya yang ringan sehingga membuat beban konstruksi lebih ringan.

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 107

JURNAL TEKNIK SIPIL

Indonesia terletak antara 6° LU dan 11° LS serta 95° BT dan 141° BT, dimana pada letak geografis ini, Indonesia berada di atas benturan tiga lempeng bumi, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng India Australia. Ditinjau secara geologis, kepulauan Indonesia berada pada pertemuan 2 jalur gempa utama (yaitu Jalur Sirkum Pasifik dan Jalur Trans Asia) sehingga kepulauan Indonesia mempunyai aktivitas gempa bumi cukup tinggi (PUSLITBANG, 2004).

MEN EKEM MM

am MOM HAN JAN. NK DL OK OK. ON JK. MEN. IDN. UN. JOD. JUN MO JUN ON.
IUD. IG, MIL IK UK

Gambar 1. Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar dengan Periode Berulang 500 Tahun

2.3 Struktur /nfilled Frame

Struktur rangka dengan dinding pengisi dapat dianggap lebih kaku dan lebih kuat.

Meskipun hal

tersebut telah dipahami cukup lama, tetapi dalam perencanaan secara umum efek

dinding pengisi masih

diabaikan, karena perilakunya non-linier sehingga cukup sulit memprediksinya

memakai metode elastis

biasa.

Perilaku portal-isi (infilled frame) terhadap pembebanan lateral telah lama diselidiki,

misalnya

Holmes (1961), Stafford Smith (1962, 1966, 1967), Mainstone — Week (1970), Dawe

— Sheah (1989),

Flanagan et al. (1992), Mander et al. (1993) dan lainnya. Dari berbagai penelitian yang

ada, ditinjau dari

kesederhanaannya dan kelengkapannya maka metode Eguivalent Diagonal Strut yang

diajukan

Saneinejad — Hobbs (1995) sangat menjanjikan untuk ditelaah lebih lanjut. Metode

tersebut telah

memperhitungkan perilaku elastis dan plastis dari portal-isi (infilled frame) dengan

mempertimbangkan

adanya daktilitas yang terbatas dari material Analisa Inelastis Portal-Dinding Pengisi

dengan “Eguivalent

Diagonal Strut" 3 dinding pengisi.

Dalam makalahnya, diperlihatkan juga bahwa metode tersebut memberi prediksi yang lebih mendekati hasil eksperimen maupun analitis (m.e.h) dibandingkan metode-metode lain sebelumnya.

Metoda Eguivalent Diagonal Strut dapat digunakan untuk memprediksi kekuatan dan kekakuan portal-isi (infilled frame) dengan memasukkan berbagai kemungkinan yang ada, misalnya aspek rasio dinding pengisi: berbagai tipe sambungan (sendi/semi-rigid), juga ketidakrapatan dinding akibat susut (shrinkage).

Memahami perilaku portal-isi (infilled frame) dan mengetahui metode analisa yang memuaskan akan memberi solusi untuk perencanaan konstruksi bangunan tahan gempa di Indonesia yang lebih realistik dan ekonomis.

Dalam penelitian ini, dinding hanya diperhitungkan sebagai komponen yang memikul beban

vertikal/aksial saja dan tidak diperhitungkan sebagai dinding geser ataupun dinding yang memikul lentur seperti dinding penahan tanah. Pasal 16.5 SNI 03-2847-2002 yang mengatur perhitungan dinding dengan metode perencanaan empiris menjadi acuan untuk perhitungan dinding nantinya.

24 Beton Ringan

Ada beberapa jenis beton yang biasanya dipakai dalam konstruksi. Beton ringan adalah salah satu jenis beton yang mempunyai berat dibawah 2000 kg/m³ dan biasanya digunakan sebagai dinding pemisah atau dinding isolasi. Salah satu pertimbangan pemakaian beton ringan adalah beratnya yang ringan sehingga membuat beban konstruksi lebih ringan.

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 107

JURNAL TEKNIK SIPIL

Salah satu bahan alternatif yang dipakai untuk beton ringan adalah campuran styrofoam. Beton yang dibuat dengan campuran styrofoam dapat disebut Beton-Styrofoam (Styrofoam-Concrete, yang biasanya disingkat menjadi Styrocon). Penggunaan styrofoam dalam beton dapat dianggap sebagai rongga udara yang bisa mengurangi kekuatan beton. Setiap penambahan udara 196 dari volume udara, maka kekuatan beton akan berkurang 5.596. (Giri, 2008)

Beton dengan bahan pengisi udara mempunyai kekuatan 1096 lebih kecil daripada beton tanpa pemasukan udara pada kadar semen dan workabilitas yang sama (Murdock dan Brook, 1999). Kelebihan pemakaian styrofoam dibandingkan dengan rongga udara adalah styrofoam mempunyai kekuatan tarik, sehingga selain membuat beton menjadi ringan, juga menambah kekuatan beton itu sendiri.

Dari hasil uji beton ringan dengan styrofoam yang pernah dilakukan, dipakai kekuatan beton 20

MPa dan berat satuan 2000 kg/m'. (Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 12, No.1, Januari 2008)

2.5 Metode Diagonal Tekan Ekivalen

Diagonal Tekan Ekivalen atau Eguivalent Diagonal Strut adalah metode untuk analisa inelastis portal-isi yang diajukan Saneinejad — Hobbs (1995).

2.5.1 Prinsip Analisis

Portal-Isi dapat dianggap sebagai portal tidak bergoyang (braced framed), dimana dinding pengisi akan berfungsi sebagai diagonal tekan ekivalen (equivalent diagonal strut). Diagonal tekan ekivalen hanya kuat terhadap gaya tekan saja. Pengaruh beban lateral bolak-balik akibat gempa dapat diatasi dengan terbentuknya diagonal tekan pada arah lain yang juga mengalami tekan. Apabila properti mekanik (A_d dan E_d) dari diagonal tekan ekivalen dapat dicari maka portal-isi dapat dianalisis sebagai "portal terbuka dengan diagonal tekan ekivalen", tentu saja "diagonal" harus ditempatkan sedemikian agar hanya

mengalami tekan saja. Properti mekanik yang dicari dengan metode tersebut didasarkan pada kondisi keruntuhan yang bersifat non-linier dan sekaligus diperoleh juga resistensi atau kuat nominal dari diagonal tekan ekuivalen.

Dengan konsep perencanaan berbasis kuat batas atau beban terfaktor, selanjutnya portal berpenopang ekuivalen (equivalent braced frame) dapat dianalisis dengan cara manual atau komputer sebagai portal berpenopang biasa (ordinary braced frame). Gaya-gaya pada diagonal tekan ekuivalen hasil analisis selanjutnya dibandingkan dengan kuat nominal yang dipunyainya dan dievaluasi, bila perlu dapat dilakukan perubahan geometri dan dianalisa ulang. Demikian seterusnya sampai diperoleh konfigurasi yang baik.

sijaLd ds seba lesdib- (As.

rd l

rem

DO PE PA PB I Sa

owmowa 7 1 I

Ea Bi BI BAG RASeS3 OS I

1 Bai Bai kanal 55 H3

KMK Se mul

A8

(1 aa 1

ia ia!

Gambar 3. (a) Portal Isi : (b) Penopang Diagonal Bolak-balik

C an

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 108

JURNAL TEKNIK SIPIL

5:

KAN

Gambar 4. Portal-Berpenopang-Ekivalen (a) model portal pada Dua beban puncak / e .
(b) distribusi momen pada portal : (Cc) deformasi lateral

2.5.2 Asumsi Dasar

Untuk mendapatkan properti mekanik dari diagonal tekan ekivalen yang bersifat Jowerbound yang konsisten dan rasional, Saneinejad and Hobbs (1995) berdasarkan test percobaan dan penelitian analitis

“m.e.h” mengambil asumsi berikut sebagai dasarnya :

1. Deformasi lateral terjadi sebanding dengan besarnya beban lateral yang ada sampai suatu batas dimana dinding pengisi secara bertahap hancur dan kekuatannya akan drop akibat daktilitas dinding yang terbatas. Timbulnya retak diagonal sejajar arah gaya bukan indikasi kehancuran tetapi hanya

digunakan sebagai persyaratan batas untuk kondisi layan.

2. Panjang blok tegangan desak yang diusulkan tidak lebih dari 0.4 tinggi panel pengisi

:

EA Pad Te TEA BRNARA UJAN Ding, On DUNIA. KUR APUGAN bed ita Deli Bas adi
mt Tahan api (1)

Dimana « prosentase panjang bidang kontak dari tinggi atau lebar panel , sub-skrip c
— kolom dan b -

balok. Notasi / atau / untuk jarak as-ke-as portal, sedangkan /' dan /' adalah jarak
bersih panel, lihat

Gambar 6.

3. Interaksi panel / dinding pengisi dengan portal ditunjukkan dengan besarnya gaya
geser yang

diperoleh dari rumus berikut :

Fo" j.P.Ce dan Fy 7 p.Cy (2)

Dimana ji — koefisien gesek panel-portal : cz gaya normal pada bidang kontak : F —
gaya geser (lihat

Gambar 6) , subskrip c — kolom dan b & balok : 7 AW/I « 1.0

4. Terjadinya sendi plastis pada bagian sudut yang dibebani umumnya terjadi pada beban puncak (peak

load) dan dapat dituliskan sebagai berikut :

Mia⁴ Meu Mp... (3)

Dimana M, dan Mc - : bending momen pada sudut yang dibebani (titik A dan C pada Gambar 6), My-

tahanan momen plastis paling kecil dari balok, kolom atau sambungan, disebut joint plastic resisting moment,

Gambar 5. Keseimbangan Gaya Pada Portal-isi

5. Karena dinding pengisi mempunyai daktilitas yang terbatas, maka deformasi portal pada beban puncak

juga terbatas kecuali pada bagian sudut yang dibebani, dengan demikian portal masih dalam kondisi

elastis.

Pil PROKONS Politeknik Negeri Malang

JURNAL TEKNIK SIPIL

MB MD Mj EM P3 ..msiseeseresesinerensnansenbesi hain Montara RENA
soridanabiia ika (4)

Mo fc. Mp3 : Mb 3 Sb 3 Mpb:i.i 55. enni MN OEM EA Au nara Lan (4a, b)

Dimana MB dan MD - bending momen pada sudut yang tidak dibebani (titik B dan D pada Gambar 6)

: Mj "merujuk pada salah satu nilai tersebut » Mc dan Mb — momen elastis terbesar yang ada pada

kolom (c) dan balok (b) : dan Mpc dan Mpb — tahanan momen plastis dari kolom dan balok.

Saneinejad dan Hobb, (1995) menetapkan :

Po sSA0 02 dani Ph AO mOD: Lan Si Sin Ama an an MA Gaia Sea Dusul aDug (5)

Dimana PO — nominal atau batas atas (upper-bound), dari faktor reduksi f.

3. METODOLOGI

Untuk mendapatkan desain penampang dinding pracetak untuk bangunan rumah tahan gempa

beserta penulangannya, maka perlu dilakukan beberapa prosedur. Prosedur desain penampang dinding pracetak untuk rumah sederhana tahan gempa ialah sebagai berikut :

a. Penentuan Desain Rumah Tinggal

Penentuan desain rumah tinggal ditujukan untuk menetapkan model rumah sederhana yang akan direncanakan dinding pracetaknya. Ada 2 tipe rumah, yaitu tipe 36 dengan 1 lantai dan tipe 72 dengan 2 lantai dimana keduanya mempunyai ukuran 6 m x 6 m.

b. Preliminary Desain

Desain awal dimensi dinding dihitung berdasarkan peraturan SNI 2847 — 2002 Pasal 16.5 dan 16.6.

Sistem sambungan yang akan diteliti adalah system sambungan dry joint yang menggunakan batang baja yang dibaut/dilas. Sistem sambungan ini dipilih karena setelah instalasi sambungan dapat segera berfungsi sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan 2596 - 4096 bila dibandingkan dengan in situ concrete joint.

c. Menentukan pembebanan struktur

Pembebanan struktur berdasarkan peraturan PPIUG 1987 dan untuk pembebanan gempa berdasarkan SNI 1726 — 2002.

d. Analisa Struktur dengan SAP 2000

Evaluasi hasil perhitungan struktur menggunakan SAP 2000 versi 9 untuk mendapatkan gaya-gaya dalam untuk perencanaan struktur bangunan.

e. Pemodelan sambungan elemen dinding

Setelah dimensi dinding dan kebutuhan tulangan optimal telah diperoleh, sambungan dinding dengan kolom dan sambungan dinding dengan balok perlu dimodelkan dan dianalisa perilakunya dengan baik.

f. Kontrol perilaku sambungan

Dengan memakai software LUSAS, perilaku sambungan dapat dikontrol apakah memenuhi persyaratan baik dari segi deformasi yang terjadi, retak maupun dari segi kestabilan sambungan.

4. HASIL DAN ANALISA

Dengan menggunakan bantuan program SAP 2000v9, didapatkan hasil gaya dalam pada tiap kondisi sebagaimana dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan gaya dalam struktur

Kondisi	Mmax (Nmm)	Fmax (N)	Vmax (N)
WG 4 — T.Keras (1 Lt.)	470,025	56,992	1,698
WG 4 — T.Lunak (1 Lt.)	1695,594	68,695	5,619
WG 4 — T.Keras (2 Lt.)	1347,852	247,798	5,177
WG 4 — T.Lunak (2 Lt.)	1899255	403,284	9,473
WG 6 —T.Keras (1 Lt.)	649,726	69,746	2,346
WG 6 — T.Lunak (1 Lt.)	1895,079	74,018	6,281
WG 6 — T.Keras (2 Lt.)	1429,199	348,752	7,124
WG 6 — T.Lunak (2 Lt.)	2147,35	458,511	10,574

(MERASA Aas Dr

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 110

JURNAL TEKNIK SIPIL

Dari hasil analisa struktur, kemudian didesain dimensi dan kebutuhan tulangan dinding, hasilnya

sebagaimana terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil perhitungan penulangan dinding

: ai B L Penulangan

Elemen / Tipe Dinding (mm) (mm) nh X Arah Y

Tipe 1 1030 2820 D8 - 200 D8 - 300

Tipe 2 1500 820 D8 -210 D8 - 270

Tipe 3 500 2020 D8 - 160 D8 - 300

Tipe 4 500 2820 D8 - 160 D8 - 300

Tipe 5 970 2820 D8 - 190 D8 - 300

Tipe 6 1030 2820 D8 - 200 D8 - 300

Tipe 7 1500 1420 D8 -210 D8 - 300

Tipe 8 2000 2020 D8 - 220 D8 - 300

Tipe 9 1500 910 D8 -210 D8 - 300

LO) d O : LO)

S3 Bi al

9) z

O ONE. " : dd

SA O I

oi ad

57 Ea MORE SD S. MAEII

EA 3 S

TAMPAK B ARSA

@ : O xi

I 3 si

da I A

B3 Eu @ 8 O la.

@ js I

Lelei 20 2 "KB, LA SES

"BP" BEDA Ea 20 i

TAMPAK D TAMPAK £ TAMPAK F

Gambar 6. Tipe dinding yang berbeda karena posisi dan ukurannya

Kemudian dikontrol persyaratan kinerja batas layan dan kinerja batas ultimate-nya.

Semua desain yang

diperoleh memenuhi syarat sebagaimana terlihat dalam Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Kontrol Kinerja Batas Layan

drift

Lt. h Dul Ga aaaaa Da aa SPG MA AE aa

(m) (mm) tingkat (mm) As (mm) (mm) amm)

(mm)

2 3.2 0.16 0.16 0.16 11.29 ok 0.95 64 ok

1 3.2 0.21 0.21 0.21 11.29 ok 23 64 ok

Tabel 4. Kontrol Kinerja Batas Ultimate

drift

bi h Drift antar As Syarat ni Am is ng E

(m) (mm) tingkat (mm) As (mm) (mm) (mm)

(mm)

2 22 0.16 0.16 0.16 11.29 ok 0.95 64 ok

1 12 0.21 0.21 0.21 11.29 ok 1.25 64 ok

r —

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 111

JURNAL TEKNIK SIPIL

Analisa tegangan yang terjadi pada struktur dihitung dengan bantuan program SAP2000v9 dimana contoh hasilnya diperlihatkan pada Gambar 7 (tampak 2 dimensi) dan Gambar 8 (tampak 3 dimensi).

x

,

,

1

:

1

ki DNA OB

Wrbasi

SETAN PG Joe oa AMn Gaon Maa" — am TAK

Gambar 7. Tegangan yang terjadi pada dinding sisi dalam dari rumah 2 lantai pada WG 6 tanah keras (2 dimensi)

mah 2 lantai pada WG 6 tanah keras (3 dimensi).

Gambar 8. Tegangan yang terjadi pada dinding ru

Daktilitas dinding dikontrol dengan bantuan software EXTRACT melalui pembacaan hasil running

berupa momen curvature seperti terlihat dalam Gambar 9.

Gambar 9. Pembacaan kurvatur ultimate dan kurvatur leleh hasil running EXTRACT

i ————— na 5

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 112

JURNAL TEKNIK SIPIL

Dalam gambar tersebut terbaca :

- Kkurvatur leleh pertama, 9, — 0.0033
- Kkurvatur ultimate, 9, — 0.1051

Maka nilai daktilitasnya adalah :

$He'' 9u/ PF 0.1051/0.0033 — 31.84 \text{ \textsterling} 16 \dots\dots OK!$

Nilai daktilitas seluruh tipe dinding adalah sebagaimana terlihat dalam Tabel 5.

Tabel 5. Nilai daktilitas elemen pada setiap tipe dinding"

Tipe 1 2 3 4 . 6 PI 8 9

Hp 29.63 31.84 21.42 28.6 29.37 31.92 28.08 29.63 31.92

Hasil perhitungan kontrol retak menunjukkan bahwa lebar retak yang terjadi adalah

0.008148 mm,

yang berarti sudah memenuhi persyaratan lebar retak pada pasal 12.6 SNI 2847-2002

yaitu sebesar 0.3

mm untuk eksterior.

Untuk sambungan, ada dua tipe sambungan seperti terlihat pada Gambar 10, yaitu

tipe 1 untuk

sambungan kolom-dinding dan balok-dinding dengan cara pengelasan dowel pada sisi tiap elemen (detail A dan detail B), dan sambungan tipe 2 untuk sambungan antar dinding dengan cara pengelasan plat embedded antar dinding (detail C dan detail D).

282

i 100 Pa SA : 100

SA PUN TAI 75 ERRI UD YAA MORI SAA IE SAE BUROAP ALT MENAATI ATP

MENGSIA DUS BI AS

LH" E - SH

"8 1

BALOK I

... 11.

HE I

11 Bi I

M4 - I ———.——. I

N13 T i x

Pipr ak al 3

5 I

. 70 70 70 D I

kanan di: ma La Ala ASEE

i ml Tm JL ii MI"

Bl mi SH

H l mn l l on l 1 H

DETAIL A SA 3

BEA DETAIL C DETAIL D

Gambar 10. Model sambungan dinding-balok, dinding-kolom, dan dinding-dinding

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang

JURNAL TEKNIK SIPIL

Dengan bantuan program LUSAS, dilakukan analisa terhadap daktilitas sambungan.

Hasil displacement

yang terjadi pada tipe 1 akibat gempa, terlihat pada Gambar 11 dan 12.

- pada saat leleh, Δ , — 0.4738 mm

- pada saat putus, Δ , — 2.304 mm

Sehingga daktilitas displacementnya adalah :

$\Delta_{putus} / \Delta_{leleh} = 2.304 / 0.4738 = 4.86$

Sedangkan akibat angin, daktilitas displacement adalah 4.83.

Pin Di Wee Geometry Andutes Us Abate ID ..

Dlela) js) del Sis) clan Dila) sloInslle) SAR w) sja EN AI AS

(TT ARA ka

DIA Ole 2)

rara I Load Pan cd MKD OA

paara D Load Facia « & TI SOP I

prara 9 Lou Parte «8 1UE I

pamara 19 Land Facau « D 1301 s2 I

peruani 11 Land Fata « LNG I

peruat 12 Lagi Facau » DIM SE I

pumant 1) Land Facta « 8 250 el? I

14 Land Fatur » 0 27M HD

1

I

16 Las Fera » 0 PU

TILoad Pacta « D MU SG I

JO Land Fara » D IA elo I

agan I 2) I AGS maa is currently locked Bp iko wear 3

ing resulta

1S reoultis file id !

done v

4 ,

had Li! Dad Ld mM Lt amat Me

Gambar 11. Displacement saat leleh awal, menunjukkan 0.4738 mm

Pin OB yee Gooeeby Andutes Gian Ani Welas Pb) ...

Disila) sj z) alel) else) Sialala AJ ala) slelnne) MAT wo) safa" Lgu uan
luceua ai l

mila Ole ar inapcane «P9

perari Gd Loud Fata SONIA SO) AA lwenmant 71 Long Ff acura 0 SetOe)

penari K3 Land Paras « 01721 0D

peruna GB Loud Fate «01111 00

pemaru 67 Land Fara » 01 S0)

GO Load fact 2 0110)

Gani Fasa 0 1IN 0D

POlood Fama «8 1 AE ab)

peranti 72 Land ac «8 MIE s0)

peran 73 Land Facau — 8 165 5)

parart P4 Loud Factor « 4 VOL 40)

peranti 75 Land acaw 28 TAM 4)

berani PG Loud f aster « 4 TSC ad)

paruwa 77 Land Facaw — 8 1 40)

buruara P3 Load Fara 6 18 203

perunes 711 And Fara « TOT AD

beruara 8) Load Pacu « 81880 0)

perna 81 Load Faram « & 1616 20)

penari 8? Land F acao « 0 IKM S0)

perna 8) Land Fara « 4 161 “00

parang D4 Load act « € MEA SE)

pemara 87 Lang Fata — 8 MERE 3

pamart Gi Load act « 41711200

penari G7 Load Face «1 17K AD)

paman 0D Load act « 4178140)

berura 89 Load Fm 2 017

paman DLagdl acta «017 MD

Mi Lani Fartan S8 MOS)

« Jet AR

Career I

Petak, pemPi : - n ANT Cai (AH oow 3 LA... 2 Selotad Urban

Gambar 12. Displacement saat retak, menunjukkan 2.304 m

L

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 114

JURNAL TEKNIK SIPIL

x na. 2 | Re me Te Gerreatis Loka Be the ie UT .

besendiing peruita

Joedcose 9 mesujte file HI

sae v

| « ,

“i Unas Mama 5 rai Da Segaa an

Gambar 13. Displacement saat leleh awal, menunjukkan 0.01256 mm

Pie Gi Von Geometry Ambutes Utibes Anri Wedas Ip .0x

Djsla) sj sz) el) elvi) slalaa 5) ol) RF elnlale) BRI) ja

I ecevan ad

Gila Sie sal!

Si MP an. I

beres Dianita ed MAP)

penari 14 Land F acaa « 0 1D HD I MUAT rAR es 1

1

bear 15 Load Fama 1 010600 tese Laka?

16Landf aw » 8 MO 07 i ComrOues Or am 7

17 Load Fata « 1 VE MP j

IOLoad acar « 0 1D SD

Load Factor «01906400 p

Band acim « 02001 s7 pera

pemerg 2) Lani Faciar 2 010 K0 Moana

Doa f ac «8 KM HD

D4 Long aer — 8 DAK HE

perurt Biota AM I

benar Kioafk anu GE OP)

pewara 07 Load fate 18 KUE SAI i

penari IP Land Facow - IM HE I

berani 33 Loud? ata «0 MR SI)

panas Load Fate 1G

I 1

I« , I

— ————— 1

I -

aa 3 Tie mesh le Cerreniiy loeked Bp iko per TT Peanb

heneahi ing racalte

Tosdoose 40 resultu file 1d 1

1 Ama y

le ,

Di Ta es Ka LA AT MI

Gambar 14. Displacement saat retak, menunjukkan 0.0628 m

Untuk sambungan tipe 2 akibat gempa, terlihat pada Gambar 13 dan 14.

- pada saat leleh, A, — 0.01256 mm

- pada saat putus, A, — 0.0628 mm

Sehingga daktilitas displacementnya adalah :

$HA A-0.0628 / 0.01256 = 5.00$

Sedangkan akibat angin, daktilitas displacement adalah 3.64.

L

JURNAL TEKNIK SIPIL

5. KESIMPULAN

1. Ada 2 tipe rumah yang dipakai sebagai pemodelan, yaitu tipe 36 untuk rumah satu lantai dan tipe 72 untuk rumah dua lantai. Untuk setiap tipe ditinjau terhadap Wilayah Gempa 6, dan diperhitungkan terhadap tanah lunak dan tanah keras. Ada 9 tipe dinding yang dibedakan karena letak penempatannya sesuai dengan desain rumah.

2. Material yang dipakai untuk dinding adalah beton ringan pracetak yang menggunakan campuran styrofoam sebagai agregatnya. Mutu beton ringan yang dipakai adalah $f_c' = 18$ MPa. Ketebalan dinding adalah 10 cm, digunakan tulangan berdiameter (ϕ) 8 mm, dengan spasi tulangan antara 200 mm sampai 300 mm.

3. Kontrol atau evaluasi yang telah dilakukan meliputi:

2 Kontrol daktilitas elemen melalui diagram momen-kurvatur.

e Kontrol kinerja struktur melalui persyaratan kinerja batas layan (KBL) dan kinerja batas ultimate (KBU).

2 Kontrol retak pada dinding

e Kontrol lendutan pada dinding

Dari keseluruhan evaluasi dinding pracetak tersebut menunjukkan hasil yang telah memenuhi syarat-

syarat diatas, baik untuk rumah satu lantai (tidak bertingkat) maupun rumah dua lantai (bertingkat).

4. Rangka (kolom dan balok) dengan dinding dihubungkan oleh sambungan las berupa dowel-dowel baja

tipis berukuran 30/10 mm, yang ternyata mampu meneruskan beban lateral dari rangka ke dinding-

dinding dengan baik. Adanya dowel-dowel dalam pemodelan ini membuat distribusi gaya latera!

tersebar merata ke seluruh komponen struktur lainnya. Ada dua tipe sambungan yakni tipe 1 dan tipe

2, dimana tipe 1 merupakan sambungan kolom-dinding dan balok-dinding dengan cara pengelasan
dowel pada sisi tiap elemen. Sedangkan sambungan tipe 2 adalah sambungan antar dinding dengan
cara pengelasan plat embedded antar dinding. Dari analisis daktilitas non linier terhadap sambungan
dengan bantuan program LUSAS didapatkan nilai daktilitas sambungan tipe 1 adalah $\mu = 4,8$ (akibat
gempa maupun angin) yang berarti $R = 7,6$, sedangkan daktilitas sambungan tipe 2 adalah $\mu = 3,6$
(akibat angin) dan $\mu = 5,0$ (akibat gempa) yang berarti $R = 5,6$ dan $8,0$ yang menunjukkan bahwa
dengan sambungan tersebut struktur mampu berperilaku daktil sebagian, sebagaimana tercantum
dalam Tabel 2 SNI 03-1726-2002 mengenai parameter daktilitas struktur gedung yang menunjukkan
taraf kinerja suatu struktur.

6. DAFTAR PUSTAKA

Abduh, M., (2007), Inovasi Teknologi dan Sistem Beton Pracetak di Indonesia : Sebuah Analisa Rantai Nilai, Seminar dan Pameran HAKI 2007.

Dewobroto, W.. Analisa Inelastis Portal Dinding Pengisi dengan Eguivalent Diagonal Strut, Jurnal Teknik Sipil ITB, Vol. 12, No.4, Oktober 2005.

Elliot, K.S., 1996, Multi-Storey Precast Concrete Framed Structures, Blackwell Science, Ltd. USA.

Giri, L.B.D., I.K. Sudarsana, dan N.M. Tutarani, (2008), Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon), Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.12, No.1, Januari 2008, hal. 75-85.

ICBO, (1997), Uniform Building Code (UBC), International Conference of Building Officials, Whittier, CA.

Mallick, D.V. dan Severn, R.T., (1967), The Behaviour of Infilled Frames Under Static Loading, Institution of Civil Engineering, Vol. 38, hal. 639-956.

Martin, L.D. dan W.J. Korkosz, (1982), Connection for Precast Prestressed Concrete Buildings including Earthquake Resistance, The Consulting Engineers Group Inc., Illinois.

Mulyanto, (2007), Pedoman Membangun Rumah Sederhana Tahan Gempa, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.

Murty, C.V.R, 2002, Earthquake TIP-15, IIT Kanpur dan BMTPC New Delhi

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 116

JURNAL TEKNIK SIPIL

Nacim, F., (2001), The Seismic Design Handbook — 2nd Edition, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA

Nawy, E.G., 1998, Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar, diterjemahkan oleh Ir. Bambang Suryoatmono, MSc. Bandung, PT. Refika Aditama.

Nilson, A. H., Winter, G. 1991. Design of Concrete Structure, McGraw-Hill International Edition, New York.

Park, R., A Perspective on the Seismic Design of Precast Concrete Structures in New Zealand, PCI Journal, Vol. 40, No.3, Mei 1995, hal. 40-60.

Park, R.. Precast Concrete in Seismic Resisting Building Frames in New Zealand, Concrete International, Vol. 12, No.2, November 1990, hal. 43-51.

■
Park, R. dan Paulay, T., (1975), Reinforced Concrete Structures, John Wiley & Sons, Inc., New York.

■
Paulay, T., dan Priestley, M.J.N., (1992), Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, John Wiley & Sons, Inc., New York.

PCI, (2004), PCI Design Handbook - 6th Edition, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL.

Phillips, W.R., Sheppard, D.A., (1978), Plant Cast Precast & Prestressed Concrete — a Design Guide, McGraw-Hill Inc., Chicago, Illinois, U.S.A.

PPIUG 1983, Peraturan Pembebanan Indonesian untuk Gedung, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Puslitbang Peremukiman, (2004), Peta Gempa Indonesia Sebagai Acuan Dasar Perencanaan dan Perancangan Bangunan, Puslitbang Sumber Daya Air, Bandung.

Priestley, M.J.N., Seismic Design Philosophy for Precast Concrete Frames, Structural Engineering

International, Vol. 6, No.1, Februari 1996, hal. 25-31.

Purwono, Rachmat (2005), Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa (Sesuai SNI-1726 dan SNI-2847 Terbaru), ITS Press, Surabaya.

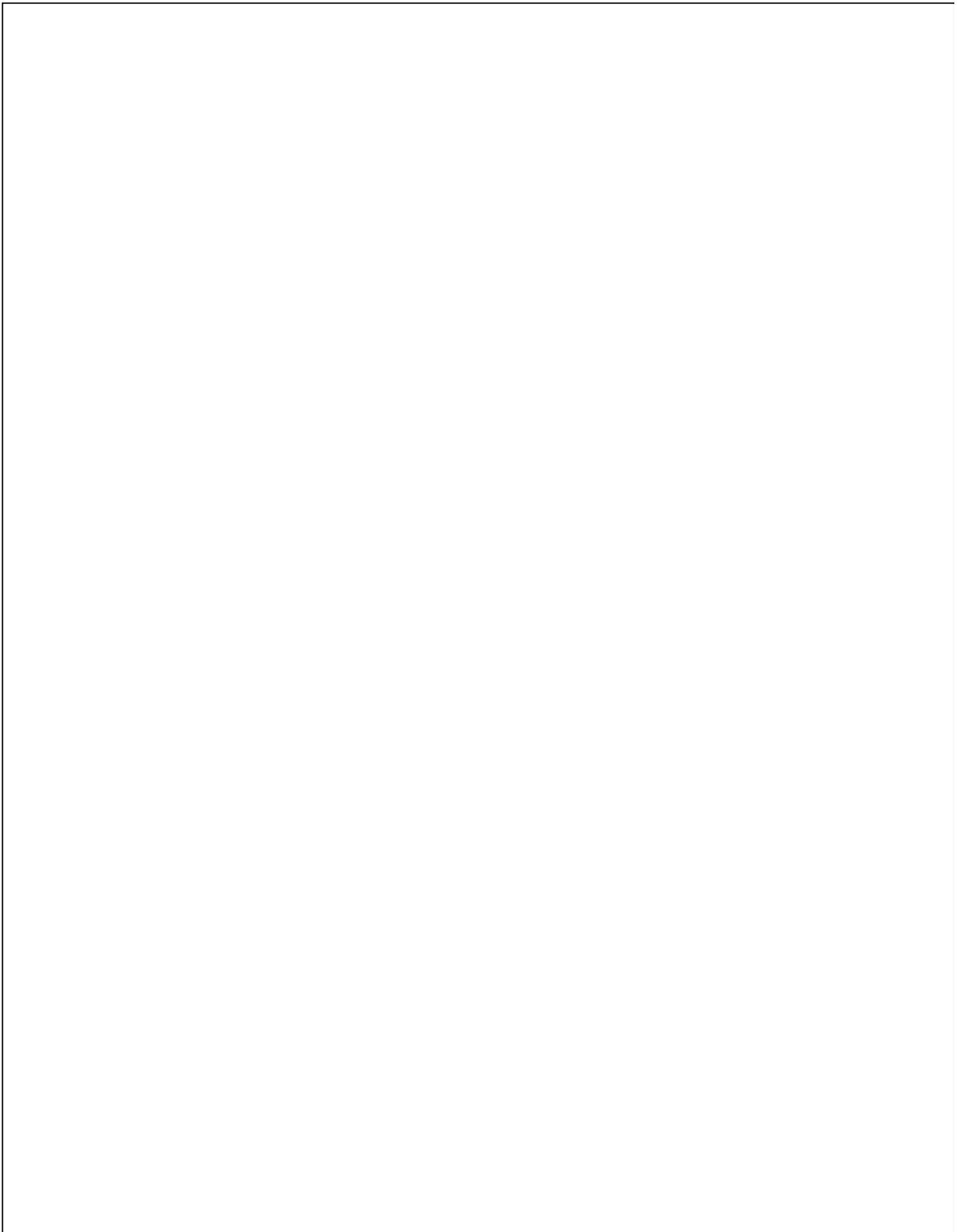
Smith, B.S., (1963), Infilled Frames, Tesis Ph.D., University of Bristol.

SNI 03-1726-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.

SNI 03-2847-2002, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.

Yee, Alfred A., Design Considerations for Precast Prestressed Concrete Building Structures in Seismic Areas, PCI Journal, Vol. 36, No. 3, May 1991, hal. 40-55.

Jurnal PROKONS Politeknik Negeri Malang 117



Perilaku Dinding Beton Pracetak Tahan Gempa

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

22%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

2%

★ hdl.handle.net

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off