

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KERENTANAN BANGUNAN PASCA
REKONSTRUKSI DI AREAL TITIK EPISENTRUM GEMPA
YOGYAKARTA 2006**



Disusun oleh:

Ronald Arman Widjaya

20200110166

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2024

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KERENTANAN BANGUNAN PASCA
REKONSTRUKSI DI AREAL TITIK EPISENTRUM GEMPA
YOGYAKARTA 2006**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Ronald Arman Widjaya

20200110166

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2024**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ronald Arman Widjaya

NIM : 20200110166

Judul : Evaluasi Kerentanan Bangunan Pasca Rekonstruksi di Areal Titik
Episentrum Gempa Yogyakarta 2006

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 30 Maret 2024

Yang membuat pernyataan



Ronald Arman Widjaya

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ronald Arman Widjaya

NIM : 20200110166

Judul : Evaluasi Kerentanan Bangunan Pasca Rekonstruksi di Areal
Titik Episentrum Gempa Yogyakarta 2006

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Studi Kerentanan Fisik Bangunan Rumah Pasca Rekonstruksi di Area Episentrum Gempa Yogya dan didanai melalui skema hibah Penelitian Internal Batch 1B pada tahun 2024 oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2023/2024 dengan nomor hibah 50/R-LRI/XII/2023.

Yogyakarta, 30 Maret 2024

Penulis,



Ronald Arman Widjaya

Dosen Peneliti,



Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Atas izin Allah SWT. Tugas Akhir ini telah saya selesaikan dan saya persembahkan kepada-Nya sebagai bentuk rasa syukur atas ilmu, karunia, kesehatan, dan kemudahan yang telah diberikan hingga berakhirnya Tugas Akhir ini.

Sebagai tanda hormat dan terimakasih yang luar biasa, saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada orang tua saya yang sangat saya cintai. Terimakasih atas doa dan cinta kasih Bapak dan Ibu yang telah diberikan kepada putramu yang mungkin tidak dapat saya balas hanya dengan persembahan ini, semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini bisa menjadi suatu langkah saya untuk membuat kalian bahagia.

Kepada Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T. yang telah membimbing, memotivasi, dan membagi ilmunya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan, serta Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah mengajarkan ilmu bermanfaat. Semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat untuk agama, bangsa, dan negaraku.

PRAKATA



Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi tugas akhir sebagai syarat kelulusan.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Dr. Ir. Restu Faizah, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua dan rekan-rekan yang telah memberi semangat.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a 'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 30 Maret 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
DAFTAR SINGKATAN	xxvi
DAFTAR ISTILAH	xxvii
ABSTRAK	xxx
<i>ABSTRACT</i>	xxxii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Lingkup Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka	8
2.1.1 Evaluasi Bangunan Rumah dengan Kaidah Bangunan Tahan Gempa ..	8
2.1.2 Evaluasi Kerentanan Bangunan Terhadap Bahaya Bencana Gempa dengan Metode RVS FEMA	9
2.1.3 Pengujian Mutu Beton pada Kolom.....	10
2.2 Dasar Teori.....	11
2.2.1 Titik Episentrum Gempa Yogyakarta 2006	11
2.2.2 Jumlah Kerusakan dan Kerugian Akibat Gempa Yogyakarta 2006 ...	13
2.2.3 Persyaratan Bangunan Rumah Tahan Gempa Berdasarkan Kaidah Bangunan Tahan Gempa	13
2.2.4 Tonjolan Denah Bangunan Beraturan	63
2.2.5 Persyaratan Mutu Beton Bertulang Terhadap Beban Gempa	64
2.2.6 Pengujian Mutu Beton dengan Alat <i>Hammer Test</i>	64

2.2.7	Klasifikasi Penilaian Bangunan Rumah Tinggal dengan Kaidah Bangunan Tahan Gempa	64
2.2.8	Penilaian Kerentanan Bangunan Terhadap Bahaya Bencana Gempa dengan Metode RVS FEMA P-154 2015.....	65
2.2.9	Jenis Tanah.....	93
2.2.10	Bahaya Geologi	93
BAB III. METODE PENELITIAN		96
3.1	Alat.....	96
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	103
3.3	Tahapan Penelitian.....	103
3.4	Analisis Data	110
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		114
4.1	Data Penelitian Pemenuhan Persyaratan Bangunan Tahan Gempa dengan Kaidah Bangunan Tahan Gempa	114
4.1.1	Struktur Utama	114
4.1.2	Hubungan Antar Elemen Struktur.....	114
4.1.3	Denah Bangunan	118
4.1.4	Dinding-Dinding Penyekat dan Lubang-Lubang Pintu/Jendela	119
4.1.5	Bentuk Dinding	120
4.1.6	Penggunaan Material Dinding.....	121
4.1.7	Tebal Siar Dinding	122
4.1.8	Pemasangan Plesteran Dinding	123
4.1.9	Peletakan Dinding	124
4.1.10	Pemasangan Kolom.....	124
4.1.11	Pemasangan Balok Lintel.....	124
4.1.12	Konstruksi dan Bahan Atap	129
4.1.13	Struktur Atap.....	129
4.1.14	Bingkai Gunung-Gunung/Ampig dan Ampig.....	130
4.1.15	Kuda-Kuda	138
4.1.16	Ikatan Angin.....	144
4.1.17	Ciri Fisik Batu Bata.....	150
4.1.18	Ciri Fisik Kayu.....	150
4.1.19	Ukuran Kolom.....	151
4.1.20	Mutu Beton Kolom	154
4.1.21	Total Skor dan Kelas Bangunan Rumah	155
4.2	Data Penelitian Kerentanan Bangunan Terhadap Bahaya Bencana Gempa dengan Metode RVS FEMA P-154 2015	157

4.2.1	Identifikasi Bangunan	157
4.2.2	Karakteristik Bangunan.....	158
4.2.3	Potret Bangunan, Sketsa Bangunan, dan Komentar.....	159
4.2.4	Hunian Bangunan.....	182
4.2.5	Jenis Tanah.....	182
4.2.6	Bahaya Geologi.....	182
4.2.7	Kedekatan Bangunan	182
4.2.8	Ketidakteraturan Bangunan.....	182
4.2.9	Bahaya Jatuh Nonstruktural	185
4.2.10	Skor Dasar, Skor Pengubah, Skor Minimum (S_{MIN}) dan Skor Akhir (S_{L1}).....	190
4.2.11	Luas Tinjauan (<i>Extent of Review</i>)	192
4.2.12	Bahaya Nonstruktural.....	193
4.2.13	Bahaya Lain (<i>Other Hazards</i>).....	194
4.2.14	Tindakan yang Diperlukan	196
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		203
5.1	Kesimpulan	203
5.2	Saran.....	203
DAFTAR PUSTAKA		204
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pendapat berbagai lembaga nasional maupun internasional tentang letak episentrum dan kekuatan gempa Yogyakarta 2006.....	11
Tabel 2.2 Jumlah kerusakan, kerugian, dan korban tewas negara-negara berkembang (Bappenas, 2006)	13
Tabel 2.3 Batasan nilai F_c' (SNI 2847-2019).....	64
Tabel 2.4 Penentuan wilayah kegempaan dari respon percepatan spektral MCE_R (FEMA P-154, 2015).....	66
Tabel 2.5 Definisi jenis tanah (FEMA P-154, 2015)	70
Tabel 3.1 Data KK Dusun Potrobayan 2023 (Pemdes Srihardono, 2023).....	105
Tabel 3.2 Nama dan kode sampel bangunan rumah Dusun Potrobayan.....	106
Tabel 3.3 Interval skor dan kelas pemenuhan persyaratan bangunan tahan gempa	112
Tabel 3.4 Skor dan kelas kerentanan bangunan terhadap bahaya bencana gempa	113
Tabel 4.1 Hasil perolehan skor dan kategori hubungan antar elemen struktur bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan.....	114
Tabel 4.2 Hasil perolehan skor dan kategori denah bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan	118
Tabel 4.3 Hasil perolehan skor dan kategori dinding-dinding penyekat dan lubang-lubang pintu/jendela bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan	119
Tabel 4.4 Hasil perolehan skor dan kategori bentuk dinding bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan	120
Tabel 4.5 Hasil perolehan skor dan kategori pemasangan plesteran dinding bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan.....	123
Tabel 4.6 Hasil skor dan kategori pemasangan balok lintel bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan	125
Tabel 4.7 Hasil perolehan skor dan kategori struktur atap bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan	130

Tabel 4.8 Hasil perolehan skor dan kategori bingkai gunung-gunung/ampig bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan.....	131
Tabel 4.9 Hasil perolehan skor dan kategori kuda-kuda bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan.....	138
Tabel 4.10 Hasil perolehan skor dan kategori ikatan angin bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan.....	144
Tabel 4.11 Hasil perolehan skor dan kategori kekuatan ukuran kolom bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan.....	152
Tabel 4.12 Hasil pengujian <i>hammer test</i> pada kolom bangunan rumah tinggal di Dusun Potrobayan	154
Tabel 4.13 Total skor dan kelas sampel bangunan rumah di Dusun Potrobayan	155
Tabel 4.14 Identifikasi bangunan rumah di Dusun Potrobayan.....	157
Tabel 4.15 Karakteristik bangunan rumah di Dusun Potrobayan	158
Tabel 4.16 Ketidakberaturan bangunan rumah di Dusun Potrobayan	183
Tabel 4.17 Bahaya jatuh nonstruktural yang terdapat pada bangunan rumah di Dusun Potrobayan	186
Tabel 4.18 Hasil skor dasar, skor pengubah, skor minimum (S_{MIN}), dan skor akhir (S_{L1}) bangunan rumah di Dusun Potrobayan	191
Tabel 4.19 Pengamatan tingkat 2 dan bahaya nonstruktural.....	193
Tabel 4.20 Bahaya lain bangunan rumah di Dusun Potrobayan	194
Tabel 4.21 Tindakan yang diperlukan pada bangunan rumah di Dusun Potrobayan	197

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Sesar aktif sekitar wilayah Yogyakarta tahun 2021 (Kementerian ESDM, 2021)	1
Gambar 1.2 Tampilan Sesar Opak dilihat menggunakan data InSAR (Tsuji, 2009)	2
Gambar 1.3 Tugu prasasti episentrum gempa Yogyakarta 27 Mei 2006 (Dokumen Pribadi)	3
Gambar 1.4 Siklus bencana (Suhardjo dan Nugraheni, 2010)	4
Gambar 1.5 Ikhtisar kerusakan dan kerugian akibat Gempa Yogya 2006 (Bappenas, 2006)	4
Gambar 2.1 Peta laporan gempa Yogyakarta tahun 2006 (USGS, 2006)	12
Gambar 2.2 Tampak penampang melintang fondasi batu kali (DPU, 2006)	14
Gambar 2.3 Fondasi menerus pada sebagian tanah keras dan lunak (DPU, 2006)	14
Gambar 2.4 Fondasi menerus batu kali (DPU, 2006)	14
Gambar 2.5 Fondasi bertangga tidak diperkenankan (DPU, 2006)	15
Gambar 2.6 Fondasi umpak/setempat (DPU, 2006)	15
Gambar 2.7 Fondasi pelat beton bertulang (DPU, 2006)	15
Gambar 2.8 Fondasi rakit kayu (DPU, 2006)	16
Gambar 2.9 Fondasi tiang (DPU, 2006)	16
Gambar 2.10 Denah bangunan dengan rangkaian bangunan yang simetris (DPU, 2006)	17
Gambar 2.11 Penempatan bukaan pintu/jendela dan dinding penyekat (DPU, 2006)	17
Gambar 2.12 Bidang dinding dengan bentuk kotak-kotak tertutup (DPU, 2006)	17
Gambar 2.13 Detail 1 kuda-kuda papan paku (DPU, 2006)	18
Gambar 2.14 Detail 2 kuda-kuda papan paku (DPU, 2006)	19
Gambar 2.15 Bangunan rumah sederhana struktur beton bertulang (DPU, 2006)	21
Gambar 2.16 Detail sambungan tulangan balok lintel ke kolom (DPU, 2006)	22
Gambar 2.17 Ujung tulangan ditekuk ke arah dalam balok hingga 115° (DPU, 2006)	22
Gambar 2.18 Detail sambungan tulangan ring balk ke kolom (DPU, 2006)	23

Gambar 2.19 Detail sambungan tulangan kolom dengan <i>sloof</i> (DPU, 2006).....	23
Gambar 2.20 Detail sambungan tulangan antar ring balk (DPU, 2006)	23
Gambar 2.21 Bangunan gedung konstruksi rangka sederhana beton bertulang dengan dinding pasangan (DPU, 2006)	24
Gambar 2.22 Bentuk denah sederhana dan simetris (DPU, 2006).....	24
Gambar 2.23 Konstruksi dan bahan atap bangunan dibuat ringan (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	25
Gambar 2.24 Penempatan jendela/lubang pintu dan dinding penyekat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	25
Gambar 2.25 Bidang dinding dibentuk kotak-kotak tertutup (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	26
Gambar 2.26 Dasar fondasi terletak 45 cm lebih dalam dibawah permukaan tanah asli (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	26
Gambar 2.27 Fondasi menerus mengelilingi denah bangunan (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	27
Gambar 2.28 Fondasi umpak (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	27
Gambar 2.29 Fondasi umpak tiang kayu (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	28
Gambar 2.30 Fondasi setempat beton bertulang (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	28
Gambar 2.31 Rangka perkuatan tembok beton bertulang (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	29
Gambar 2.32 Pengikatan tulangan antara kolom beton bertulang dengan fondasi (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	30
Gambar 2.33 Pengikatan tulangan antara kolom kayu pengaku dinding dengan fondasi (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	30
Gambar 2.34 Pengikatan tulangan antara antara balok lintel dengan kolom-kolom pengaku dinding (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	30
Gambar 2.35 Pengikatan tulangan antara ring balk dengan kolom-kolom pengaku dinding (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	31
Gambar 2.36 Ring balk dengan sudut-sudut pertemuan dinding harus kuat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	31

Gambar 2.37 Tampak pertemuan tulangan ring balk (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	31
Gambar 2.38 Pengikatan tulangan dengan jangkar-jangkar antara tembok dengan kusen jendela/pintu (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	32
Gambar 2.39 Pengikatan tulangan dengan jangkar-jangkar antara tembok dengan kolom (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	32
Gambar 2.40 Blok-blok bata harus diisi dengan adukan spesi yang penuh dan merata (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	33
Gambar 2.41 Perbandingan campuran spesi (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	33
Gambar 2.42 Pengikatan dengan jangkar-jangkar antara rangka kuda-kuda dengan dinding (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	34
Gambar 2.43 Pengikatan dengan jangkar-jangkar antara rangka kuda-kuda dengan bentuk penampang alternatif ring balk (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	34
Gambar 2.44 Rangka beton bertulang (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)..	35
Gambar 2.45 Sambungan tulangan antara kolom pinggir dengan fondasi menerus batu kali (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	36
Gambar 2.46 Sambungan tulangan antara kolom tengah dengan fondasi menerus batu kali (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	36
Gambar 2.47 Sambungan tulangan (alternatif 1) antara kolom dengan fondasi setempat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	37
Gambar 2.48 Detail ukuran diameter sambungan tulangan (alternatif 1) antara kolom dengan fondasi setempat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	37
Gambar 2.49 Sambungan tulangan (alternatif 2) antara kolom dengan fondasi setempat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	38
Gambar 2.50 Sambungan tulangan antara plat lantai dengan balok (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	38
Gambar 2.51 Sambungan tulangan antara kolom pinggir dengan fondasi menerus batu kali (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	39

Gambar 2.52 sambungan tulangan antara kolom tengah dengan fondasi menerus batu kali (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	39
Gambar 2.53 Sambungan tulangan (alternatif 1) antara kolom dengan fondasi setempat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	40
Gambar 2.54 Detail ukuran diameter sambungan tulangan (alternatif 1) antara kolom dengan fondasi setempat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	40
Gambar 2.55 Sambungan tulangan (alternatif 2) antara kolom dengan fondasi setempat (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	41
Gambar 2.56 Sambungan tulangan antara balok anak dengan balok induk (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	41
Gambar 2.57 Sambungan tulangan antara balok lantai dengan kolom pinggir (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	42
Gambar 2.58 Sambungan tulangan kolom ditengah-tengah diantara dua lantai (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	42
Gambar 2.59 Sambungan tulangan (alternatif) antara balok lantai dengan kolom pinggir (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	43
Gambar 2.60 Sambungan tulangan antara balok lantai dengan kolom tengah (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	43
Gambar 2.61 Sambungan tulangan kolom ditengah-tengah diantara dua lantai (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	44
Gambar 2.62 Sambungan tulangan (alternatif) antara balok lantai dengan kolom tengah (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	44
Gambar 2.63 Sambungan tulangan antara balok atap dengan kolom pinggir (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993).....	45
Gambar 2.64 Sambungan tulangan (alternatif) antara balok atap dengan kolom pinggir (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	45
Gambar 2.65 Perbandingan pencampuran komponen-komponen beton (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	46
Gambar 2.66 Pekerjaan melanjutkan kembali pengecoran beton (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1993)	46
Gambar 2.67 Perbandingan kualitas batu kali/gunung (PUPR, 2022).....	47

Gambar 2.68 Campuran beton (PUPR, 2022).....	48
Gambar 2.69 Penambahan air pada beton (PUPR, 2022)	48
Gambar 2.70 Pengujian campuran beton di tangan (PUPR, 2022).....	48
Gambar 2.71 Pengujian campuran beton dengan cetakan (PUPR, 2022).....	49
Gambar 2.72 Diameter kerikil yang baik untuk campuran beton (PUPR, 2022) .	49
Gambar 2.73 Kualitas batu bata yang baik (PUPR, 2022).....	50
Gambar 2.74 Dimensi fondasi (PUPR, 2022).....	51
Gambar 2.75 Dimensi tulangan <i>sloof</i> /balok pengikat (PUPR, 2022)	51
Gambar 2.76 Dimensi dan tulangan kolom (PUPR, 2022).....	52
Gambar 2.77 Dimensi tulangan ring/balok keliling (PUPR, 2022)	52
Gambar 2.78 Tekukan ujung tulangan begel (PUPR, 2022).....	53
Gambar 2.79 Struktur atap rumah tahan gempa (PUPR, 2022).....	53
Gambar 2.80 Ampig/gunung-gunung (PUPR, 2022).....	54
Gambar 2.81 Tulangan dan tebal selimut beton pada bingkai gunung- gunung/ampig (PUPR, 2022).....	54
Gambar 2.82 Kuda-kuda kayu rumah tahan gempa (PUPR, 2022)	55
Gambar 2.83 Detail kuda-kuda kayu (PUPR, 2022).....	55
Gambar 2.84 Pemasangan plat baja pada kuda-kuda kayu (PUPR, 2022)	56
Gambar 2.85 Dimensi plat baja dan baut sebagai pengikat kuda-kuda kayu (PUPR, 2022).....	56
Gambar 2.86 Ikatan angin sebagai pengikat antar kuda-kuda kayu (PUPR, 2022)	57
Gambar 2.87 Detail dinding (PUPR, 2022)	57
Gambar 2.88 Ketentuan tebal plester dan luas maksimum dinding (PUPR, 2022)	58
Gambar 2.89 Hubungan antara tulangan fondasi dengan <i>sloof</i> /balok pengikat (PUPR, 2022).....	59
Gambar 2.90 Detail hubungan fondasi dengan <i>sloof</i> /balok pengikat (PUPR, 2022)	59
Gambar 2.91 Hubungan antara tulangan <i>sloof</i> /balok pengikat dengan kolom (PUPR, 2022).....	59

Gambar 2.92 Detail hubungan antara tulangan <i>sloof</i> /balok pengikat dengan kolom (PUPR, 2022).....	60
Gambar 2.93 Hubungan antara kolom dengan dinding (PUPR, 2022).....	60
Gambar 2.94 Pemasangan angkur besi (PUPR, 2022).....	60
Gambar 2.95 Detail hubungan tulangan antara kolom dengan <i>ring balk</i> /balok keliling (PUPR, 2022).....	61
Gambar 2.96 Hubungan antara <i>ring balk</i> /balok keliling dengan kuda-kuda kayu (PUPR, 2022).....	61
Gambar 2.97 Hubungan angkur pada ampig/gunung-gunung (PUPR, 2022)	62
Gambar 2.98 Proses pengecoran kolom (PUPR, 2022)	62
Gambar 2.99 Perangkaian tulangan <i>ring balk</i> /balok keliling (PUPR, 2022).....	63
Gambar 2.100 (a) Tonjolan bangunan beraturan, (b) Tonjolan bangunan tidak beraturan (Pawirodikromo, 2012)	63
Gambar 2.101 Komponen informasi identifikasi bangunan (FEMA P-154, 2015)	65
Gambar 2.102 Komponen karakteristik bangunan (FEMA P-154, 2015)	66
Gambar 2.103 Bagian potret bangunan (FEMA P-154, 2015)	67
Gambar 2.104 Bagian sketsa bangunan (FEMA P-154, 2015).....	67
Gambar 2.105 Tipe hunian bangunan (FEMA P-154, 2015).....	68
Gambar 2.106 Jenis -jenis tanah (FEMA P-154, 2015).....	69
Gambar 2.107 Macam bahaya geologi (FEMA P-154, 2015)	70
Gambar 2.108 Macam bahaya kedekatan bangunan (FEMA P-154, 2015)	71
Gambar 2.109 Pemisah antara bangunan yang berdekatan (FEMA P-154, 2015)	72
Gambar 2.110 Bangunan dengan lantai tidak sejajar secara vertikal (FEMA P-154, 2015).....	72
Gambar 2.111 Bangunan memiliki tinggi lebih dibandingkan dengan bangunan di sebelahnya (FEMA P-154, 2015).....	73
Gambar 2.112 Bangunan berada di ujung deretan (FEMA P-154, 2015).....	73
Gambar 2.113 Macam ketidakberaturan bangunan (FEMA P-154, 2015)	73
Gambar 2.114 Bangunan dengan kondisi <i>sloping site</i> (FEMA P-154, 2015).....	74
Gambar 2.115 Bangunan dengan kondisi dinding cacat (FEMA P-154, 2015)....	75

Gambar 2.116 Bangunan dengan ruang yang ditempati di atas garasi (FEMA P-154, 2015).....	75
Gambar 2.117 Bangunan <i>tuckunder</i> (FEMA P-154, 2015)	76
Gambar 2.118 Bangunan dengan bukaan besar dan kolom mengecil pada lantai dasar (FEMA P-154, 2015)	76
Gambar 2.119 Bangunan dengan kolom yang terlalu tinggi pada lantai dasar (FEMA P-154, 2015).....	77
Gambar 2.120 Bangunan dengan kondisi <i>out-of-plane setback</i> karena elemen vertikal sistem lateral pada tingkat atas berada di luar elemen vertikal pada tingkat bawah (FEMA P-154, 2015)	77
Gambar 2.121 Kondisi <i>out-of-plane setback</i> karena bangunan mengalami kemunduran bidang datar pada lantai tiga (FEMA P-154, 2015) .	78
Gambar 2.122 Bangunan dengan kondisi <i>out-of-plane setback</i> dimana kantilever tingkat atas berada di luar tapak tingkat dasar yang lebih kecil (FEMA P-154, 2015).....	78
Gambar 2.123 Dinding geser di lantai dasar diimbangi dengan dinding geser di atasnya karena adanya lokasi ruang pemuatan (FEMA P-154, 2015)	79
Gambar 2.124 (a) Bangunan dengan rangka <i>bresing</i> , (b) Bangunan dengan dinding geser (FEMA P-154, 2015)	79
Gambar 2.125 Kondisi kolom yang lebih pendek karena bukaan dinding yang tidak beraturan (FEMA P-154, 2015).....	80
Gambar 2.126 Kondisi kolom yang lebih pendek karena ketebalan balok yang lebih besar (FEMA P-154, 2015)	80
Gambar 2.127 Kondisi kolom yang lebih pendek karena adanya dinding pengisi (FEMA P-154, 2015).....	80
Gambar 2.128 Bangunan dengan kondisi <i>split levels</i> (FEMA P-154, 2015).....	81
Gambar 2.129 Bangunan dengan kondisi <i>torsion</i> (FEMA P-154, 2015).....	81
Gambar 2.130 Dinding lantai dasar berbentuk C (FEMA P-154, 2015)	82
Gambar 2.131 Bentuk bangunan dengan kondisi <i>non-parallel systems</i> (FEMA P-154, 2015).....	82

Gambar 2.132 Beberapa bentuk bangunan dengan kondisi <i>reentrant corner</i> (tanda panah menunjukkan area kemungkinan kerusakan) (FEMA P-154, 2015).....	83
Gambar 2.133 Bangunan dengan kondisi <i>reentrant corner</i> karena kedua proyeksi dari sudut dalam melebihi 25% dimensi denah keseluruhan ke arah tersebut (FEMA P-154, 2015)	83
Gambar 2.134 Bangunan dengan kondisi <i>diaphragma openings</i>	84
Gambar 2.135 Bangunan dengan kondisi <i>beams do not align with columns</i> (FEMA P-154, 2015).....	84
Gambar 2.136 Bangunan dengan tangki yang ditinggikan (FEMA P-154, 2015)	85
Gambar 2.137 Macam bahaya jatuh nonstruktural (FEMA P-154, 2015).....	85
Gambar 2.138 Bagian komentar (FEMA P-154, 2015)	85
Gambar 2.139 Komponen tipe bangunan dan skor dasar (FEMA P-154, 2015)..	86
Gambar 2.140 Komponen pengubah skor (FEMA P-154, 2015)	87
Gambar 2.141 Penentuan skor minimum (FEMA P-154, 2015)	88
Gambar 2.142 Penentuan skor akhir level 1 (FEMA P-154, 2015).....	88
Gambar 2.143 Penentuan tingkat tinjauan (FEMA P-154, 2015).....	89
Gambar 2.144 Penentuan pengamatan tingkat 2 dan bahaya nonstruktur	89
Gambar 2.145 Penentuan bahaya lain (FEMA P-154, 2015).....	89
Gambar 2.146 Penentuan tindakan yang diperlukan (FEMA P-154, 2015)	90
Gambar 2.147 Peta distribusi kecepatan gelombang geser (V_{s30}) Kabupaten Bantul (Maharini dkk., 2023)	93
Gambar 2.148 Peta kerentanan likuifaksi Kabupaten Bantul (Maharini dkk., 2023)	94
Gambar 2.149 Peta kerentanan likuifaksi Kabupaten Bantul	95
Gambar 2.150 Peta kerentanan longsor Kabupaten Bantul (Ningsih dkk., 2023)	95
Gambar 3.1 Kertas formulir pengujian <i>hammer test</i>	96
Gambar 3.2 Lembar 1 kertas kuesioner	97
Gambar 3.3 Lembar 2 kertas kuesioner	98
Gambar 3.4 Lembar 3 kertas kuesioner	99
Gambar 3.5 Lembar 4 kertas kuesioner	100

Gambar 3.6 Kertas formulir RVS FEMA P-154 tipe wilayah kegempaan sangat tinggi (<i>very high seismicity</i>)	101
Gambar 3.7 <i>Hammer test</i>	102
Gambar 3.8 Penghalus permukaan beton	102
Gambar 3.9 Penggaris	102
Gambar 3.10 Kapur	102
Gambar 3.11 Meteran	103
Gambar 3.12 Wilayah Dusun Potrobayan (<i>Google Earth Pro</i> , 2023)	103
Gambar 3.13 Bagan alir tahapan penelitian	104
Gambar 4.1 Kolom sampel rumah R05.13 tidak tersambung dengan balok keliling (kolom terputus)	116
Gambar 4.2 Balok keliling sampel rumah R06.18 terputus	117
Gambar 4.3 Hubungan antar balok keliling sampel rumah R03.4 tidak menjadi 1 kesatuan	117
Gambar 4.4 Bingkai ampig sampel rumah R02.6 tidak tersambung dengan baik dengan kolom	117
Gambar 4.5 Tebal siar dinding sampel rumah R05.13 pada sisi belakang, (a) Tebal siar berukuran 3 cm, (b) Tebal siar berukuran 2,1 cm	122
Gambar 4.6 Tebal siar dinding sampel rumah R02.8 ada bagian yang mencapai ukuran 5 cm (dapat diamati pada sisi belakang rumah)	123
Gambar 4.7 Sampel rumah R01.12 dengan kategori pemasangan balok lintel sesuai, (a) Balok lintel pada pintu dan jendela sisi depan, (b) Balok lintel pada jendela sisi samping timur	127
Gambar 4.8 Balok lintel sampel rumah R03.1 hanya terpasang pada salah satu bagian jendela	129
Gambar 4.9 Bingkai ampig dan ampig sampel rumah R06.17	133
Gambar 4.10 Tidak ada bingkai ampig pada sampel rumah R03.1	136
Gambar 4.11 Bingkai ampig pada sampel rumah R05.13 terbuat dari kayu	136
Gambar 4.12 Terdapat bingkai ampig yang terbuat dari kayu tanpa dilengkapi ampig pasangan bata pada sampel rumah R06.18	137
Gambar 4.13 Terdapat ampig yang tidak mengikuti bentuk bingkai ampig pada sampel rumah R04.20	137

Gambar 4.14 Tidak ada bingkai ampig dan tidak ada ampig pasangan bata pada sampel rumah R04.22	137
Gambar 4.15 Kuda-kuda kayu sampel rumah R03.1	139
Gambar 4.16 Kuda-kuda kayu sampel rumah R01.12	140
Gambar 4.17 Kuda-kuda beton bertulang sampel rumah R02.7	140
Gambar 4.18 Kuda-kuda kayu sampel rumah R01.10	141
Gambar 4.19 Kuda-kuda beton bertulang sampel rumah R01.10.....	141
Gambar 4.20 Bingkai ampig dan ampig sampel rumah R02.6 sudah tertutup cat, (a) Bagian tengah rumah, (b) Sisi belakang rumah	142
Gambar 4.21 Kuda-kuda beton bertulang dengan bagian tidak lengkap pada sampel rumah R04.21	143
Gambar 4.22 Kuda-kuda beton bertulang dengan bagian tidak lengkap pada sampel rumah R04.22	143
Gambar 4.23 Kuda-kuda kayu dengan bagian tidak lengkap pada sampel rumah R04.23.....	143
Gambar 4.24 Ikatan angin dengan material kayu pada sampel rumah R02.7 terpasang diseluruh struktur atap	145
Gambar 4.25 Struktur atap pada sampel rumah R01.12 tidak terpasang ikatan angin.....	148
Gambar 4.26 Ikatan angin kayu pada sampel rumah R01.10 tidak terpasang di seluruh bagian kuda-kuda dan ampig struktur atap	148
Gambar 4.27 Ikatan angin beton bertulang pada sampel rumah R05.14 tidak terpasang di seluruh bagian kuda-kuda dan ampig struktur atap...	149
Gambar 4.28 Ikatan angin beton bertulang pada sampel rumah R04.21 tidak terpasang menyilang	149
Gambar 4.29 Balok kayu pada ikatan angin pada sampel rumah R04.23 hanya terpasang 1 bagian sehingga tidak berbentuk menyilang	149
Gambar 4.30 Batu bata dinding pada sampel rumah R02.8.....	150
Gambar 4.31 Batu bata dinding pada sampel rumah R03.4.....	150
Gambar 4.32 Kayu struktur atap pada sampel rumah R01.10	151
Gambar 4.33 Tinjauan kolom sampel rumah R05.13 yang akan diukur	153

Gambar 4.34 Pengukuran kolom sampel rumah R05.13, (a) Sisi kolom 1 berukuran 19 cm, (b) Sisi kolom 2 berukuran 14 cm	153
Gambar 4.35 Kolom kayu sampel rumah R04.23.....	153
Gambar 4.36 Pengelompokan kelas sampel.....	156
Gambar 4.37 Kategori parameter sampel rumah	156
Gambar 4.38 Potret dan sketsa sampel bangunan R03.1	159
Gambar 4.39 Potret dan sketsa sampel bangunan R03.2	160
Gambar 4.40 Potret dan sketsa sampel bangunan R03.3	161
Gambar 4.41 Potret dan sketsa sampel bangunan R03.4	162
Gambar 4.42 Potret dan sketsa sampel bangunan R02.5	163
Gambar 4.43 Potret dan sketsa sampel bangunan R02.6	164
Gambar 4.44 Potret dan sketsa sampel bangunan R02.7	165
Gambar 4.45 Potret dan sketsa sampel bangunan R02.8	166
Gambar 4.46 Potret dan sketsa sampel bangunan R01.9	167
Gambar 4.47 Potret dan sketsa sampel bangunan R01.10	168
Gambar 4.48 Potret dan sketsa sampel bangunan R01.11	169
Gambar 4.49 Potret dan sketsa sampel bangunan R01.12	170
Gambar 4.50 Potret dan sketsa sampel bangunan R05.13	171
Gambar 4.51 Potret dan sketsa sampel bangunan R05.14	172
Gambar 4.52 Potret dan sketsa sampel bangunan R05.15	173
Gambar 4.53 Potret dan sketsa sampel bangunan R06.16	174
Gambar 4.54 Potret dan sketsa sampel bangunan R06.17	175
Gambar 4.55 Potret dan sketsa sampel bangunan R06.18	176
Gambar 4.56 Potret dan sketsa sampel bangunan R04.19	177
Gambar 4.57 Potret dan sketsa sampel bangunan R04.20	178
Gambar 4.58 Potret dan sketsa sampel bangunan R04.21	179
Gambar 4.59 Potret dan sketsa sampel bangunan R04.22	180
Gambar 4.60 Potret dan sketsa sampel bangunan R04.23	181
Gambar 4.61 <i>Split levels</i> pada sampel rumah R03.4.....	184
Gambar 4.62 Kondisi <i>split levels</i> pada sampel rumah R04.20	185
Gambar 4.63 Kondisi <i>out-of-plane setback</i> pada sampel rumah R04.20.....	185

Gambar 4.64 Potensi bahaya jatuh genteng atap pada sampel rumah R06.17 karena <i>overhang</i> ada bagian yang sudah rusak.....	186
Gambar 4.65 Potensi bahaya jatuh kanopi pada sampel rumah R04.20	187
Gambar 4.66 Potensi bahaya jatuh tangki air pada sampel rumah R03.2.....	187
Gambar 4.67 Potensi bahaya jatuh talang air pada sampel rumah R04.21	188
Gambar 4.68 Potensi bahaya jatuh antena parabola pada sampel rumah R06.16	188
Gambar 4.69 Sampel rumah R05.14 memiliki potensi bahaya jatuh genteng atap karena struktur atap bagian dalam hingga <i>overhang</i> sudah rusak .	195
Gambar 4.70 Sampel rumah R04.23 memiliki potensi bahaya ambruk karena terdapat balok kayu yang sudah rusak	196

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil kuesioner pemenuhan persyaratan bangunan tahan gempa pada sampel bangunan rumah di Dusun Potrobayan
- Lampiran 2. Peta pemenuhan persyaratan bangunan tahan gempa Dusun Potrobayan
- Lampiran 3. Hasil formulir RVS FEMA P-154 2015 pada sampel bangunan rumah di Dusun Potrobayan
- Lampiran 4. Peta kerentanan bangunan terhadap bahaya bencana gempa Dusun Potrobayan
- Lampiran 5. Hasil uji *hammer test* struktur kolom pada sampel bangunan rumah di Dusun Potrobayan
- Lampiran 6. Pembuatan peta kerentanan bangunan terhadap bahaya bencana gempa dan peta pemenuhan persyaratan bangunan tahan gempa menggunakan program *ArcGIS 10.2 Student Version*
- Lampiran 7. Langkah-langkah pengujian *hammer test* pada struktur kolom bangunan rumah

DAFTAR SINGKATAN

ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
Bappenas	: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional
BMKG	: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika
BNPB	: Badan Nasional Penanggulangan Bencana
DIY	: Daerah Istimewa Yogyakarta
DPU	: Departemen Pekerjaan Umum
ESDM	: Energi dan Sumber Daya Mineral
FEMA	: <i>Federal Emergency Management Agency</i>
Harvard-CMT	: <i>Harvard Centroid Moment Tensor</i>
KK	: Kartu Keluarga
NEIC-FMT	: <i>U.S. National Earthquake Information Center Fast Moment Tensor</i>
NIED	: <i>National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience</i>
Pemdes	: Pemerintah Desa
PUPR	: Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
PuSGeN	: Pusat Studi Gempa Nasional
RIKO	: Rumah Instan Konvensional
RSPG	: Rumah Sakit Paru Dr. M. Goenawan Partowidigdo
RT	: Rukun Tetangga
RVS	: <i>Rapid Visual Screening</i>
SIT	: Sekolah Islam Terpadu
SNI	: Standar Nasional Indonesia
UPN VY	: Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta
USGS	: <i>United States Geological Survey</i>

DAFTAR ISTILAH

- 1) Balok lintel
Balok yang terletak di atas jendela, pintu, atau bukaan dinding yang cukup besar sebagai penyangga yang dapat menahan beban dari bagian atas kusen agar beban tersebut tidak langsung membebani kusen secara langsung sehingga mengurangi resiko patah atau melengkung ketika terjadi gempa bumi dan mencegah retak pada sudut bukaan.
- 2) Bangunan tipe C1
Bangunan dengan struktur beton bertulang pemikul rangka momen.
- 3) *Beams do not align with columns*
Bangunan dengan kondisi bila balok luar tidak sejajar dengan kolom denah.
- 4) *Diaphragm openings*
Bukaan yang terjadi pada komponen lantai atau atap.
- 5) *Exterior falling hazard*
Bahaya jatuh nonstruktural seperti cerobong tanpa penguat, tembok pembatas, *cladding* berat atau *veneer* berat, kanopi, *cornice*, *overhang*, elemen arsitektur, dan tangki yang ditinggikan.
- 6) *High seismicity*
Wilayah dengan tingkat kegempaan tinggi.
- 7) *In-plane setback*
Bangunan dengan elemen sistem penahan gaya gempa tingkat atas diimbangi dengan elemen sistem penahan gaya gempa tingkat bawah
- 8) *L-T shaped*
Denah bangunan berbentuk L-T.
- 9) Likuifaksi
Hilangnya kekuatan tanah akibat getaran gempa bumi.
- 10) Metode *non-destructive*
Metode uji tidak merusak.
- 11) *Moderate or low seismicity*
Wilayah kegempaan sedang atau rendah.
- 12) *Moderate vertical irregularity*
Bangunan mengalami ketidakraturan vertikal sedang.
- 13) *Moderately high seismicity*
Wilayah dengan tingkat kegempaan sedang tinggi.
- 14) *Non-parallel systems*
Bangunan yang memiliki sisi-sisi tidak membentuk sudut 90 derajat, misalnya bangunan berbentuk baji dan segitiga.
- 15) *Out-of-plane setback*
Bangunan dengan sistem penahan gaya gempa pada satu lantai tidak sejajar secara vertikal dengan sistem penahan gaya gempa di atas atau di bawahnya.
- 16) *Plan irregularity*
Ketidakberaturan horizontal/denah bangunan.
- 17) *Post-benchmark*
Bangunan dirancang dan dibangun setelah kode seismik yang ditingkatkan secara signifikan berlaku.

- 18) *Pounding*
Tumbukan antar bangunan.
- 19) *Pre-code*
Bangunan dirancang dan dibangun sebelum penerapan awal dan penegakan kode seismik berlaku.
- 20) *Rapid Visual Screening (RVS)*
Metode peninjauan secara visual kondisi bangunan terhadap bahaya bencana gempa menggunakan formulir analisis khusus.
- 21) *Reentrant corner*
Denah bangunan berbentuk E, L, T, U, atau +.
- 22) *Ring balk*
Balok yang terletak di atas dinding bata sekaligus tumpuan/dudukan dari rangka atap yang berfungsi sebagai pengikat struktur bata dan meratakan beban struktur di atasnya (tekanan yang diterima oleh kaki kuda-kuda).
- 23) *Seismitas*
Titik-titik persebaran gempa bumi pada suatu wilayah.
- 24) *Sesar*
Patahan pada lapisan penyusun bumi yang mengalami pergerakan.
- 25) *Severe vertical irregularity*
Bangunan mengalami ketidakraturan vertikal parah.
- 26) *Short column/pier*
Bangunan dengan kondisi beberapa kolom yang lebih pendek dibandingkan kolom pada umumnya.
- 27) *Sloof*
Struktur bangunan yang terletak di atas fondasi yang berfungsi untuk meratakan beban fondasi.
- 28) *Sloping site*
Bangunan berada di tanah miring.
- 29) *Split levels*
Bangunan dengan kondisi lantai/atap tidak sejajar.
- 30) *Stakeholder*
Pihak pemangku kepentingan.
- 31) *Surface rupture*
Pecahnya permukaan tanah akibat gempa.
- 32) *Tempuran*
Tempat bertemunya dua aliran sungai.
- 33) *Tetenger*
Penanda yang berupa bangunan.
- 34) *Torsion*
Bangunan dengan kondisi tahanan lateral yang baik pada satu arah, namun tidak pada arah yang lain.
- 35) *T-Test*
Pengujian statistik dengan tujuan mengetahui hubungan antara 2 kelompok.
- 36) *U-shaped*
Denah bangunan berbentuk U.
- 37) *Vertical irregularity*
Ketidakberaturan vertikal bangunan.

- 38) *Very high seismicity*
Wilayah dengan tingkat kegempaan sangat tinggi.
- 39) *Vs30*
Kecepatan gelombang geser pada kedalaman 30 meter.
- 40) *Weak and/or soft story*
Bangunan dengan tingkat lunak karena kekakuan salah satu tingkat jauh lebih kecil dibandingkan kekakuan tingkat lainnya