

Investigasi Faktor-Faktor Pengaruh Untuk Kemudahan Pembangunan Rumah Tahan Gempa Bagi Masyarakat Bantul

Setya Winarno^{1*}, Arrie Kurniawardhani², Catur Singgih³

^{1,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

²Jurusan Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

*Corresponding Email: winarno@uui.ac.id

ABSTRAK

Gempa bumi di Kabupaten Bantul tahun 2006 dan beberapa gempa kuat di Indonesia telah banyak merenggut korban ribuan jiwa dan luka karena keengganan masyarakat dalam penerapan konsep-konsep tahan gempa pada rumah tinggalnya. Pada kenyataannya, penerapan standar kegempaan tidak hanya sekedar intervensi fisik dan teknis semata, tetapi juga aspek non-teknis. Artikel ini bertujuan untuk menguraikan faktor-faktor pengaruh (teknis dan non-teknis) untuk kemudahan pembangunan rumah tahan gempa bagi masyarakat di Kabupaten Bantul. Pemahaman yang baik atas faktor-faktor pengaruh ini akan memberi kontribusi signifikan bagi para pemangku kepentingan dalam menentukan strategi yang efektif dan efisien bagi masyarakat Kabupaten Bantul yang akan membangun rumah tinggalnya. Pengumpulan data dilakukan melalui kajian pustaka, wawancara, dan tiga kali focus group discussion (FGD). Temuan pertama yang mengemuka dalam artikel ini adalah terdapat indikator-indikator utama terkait dengan konsep-konsep tahan gempa yang sudah semestinya perlu ditindaklanjuti dalam penerapannya. Sedangkan, temuan yang kedua adalah terdapat 13 faktor-faktor pengaruh untuk kemudahan pembangunan rumah tahan gempa bagi masyarakat Bantul, yaitu (1) alamat rumah, (2) lokasi rumah, (3) jenis tanah, (4) kedalaman muka air sumur, (5) luas rumah tinggal yang akan dibangun, (6) jumlah jiwa penghuni, (7) kemampuan finansial, (8) rencana fungsi rumah, (9) ketersediaan tukang, (10) ketersediaan material, (11) adanya warga atau kelompok masyarakat di sekitar yang mendukung dan peduli, (12) adanya ahli yang bisa diajak diskusi, dan (13) diskusi lanjutan dengan BPBD dan akademisi.

Kata-kata kunci: aspek teknis dan non-teknis, faktor pengaruh, gempa bumi, pembangunan rumah

ABSTRACT

Bantul earthquake in 2006 and other strong earthquake around Indonesia have claimed more than thousands of fatalities and injuries because of the persistence of community not to implement seismic features in their houses. In fact, the implementation of seismic features is not only technical intervention, but also non-technical. This paper aims to describe influence factors (technical dan non-technical) to ease house seismic resistant construction for Bantul communities. Better understanding on these influence factors will contribute significantly for stakeholders to decide effective and efficient strategies for Bantul community in order to build their houses. Data collection were in-dept literature reviews, interview, and three time focus group discussion. The first findings have revealed that there are main indicators relevant to seismic features which must be followed in the implementation. Moreover, the second findings are including 13 influence factors to ease Bantul communities construct their own house. There are 13 influence factors, i.e.: (1) home address, (2) house location, (3) soil type, (4) well water level, (5) planned house area, (6) number of house holders, (7) financial ability, (8) planned house function, (9) availability of mason and carpenter,

(10) material availability, (11) the existence of cared community groups, (12) the existence of expert who can discuss for, and (13) advance discussion with BPBD and academicians.

Keywords: *technical and non-technical aspects, influence factors, earthquake, house construction*

PENDAHULUAN

Terjadinya perpecahan dan bergesernya lapisan batuan (lempeng) secara tiba-tiba di bawah permukaan bumi adalah penyebab utama terjadinya gempa bumi. Gempa bumi menyebabkan tanah di permukaan bergoncang hebat sehingga sering membuat rumah atau bangunan yang berdiri di atasnya mengalami kerusakan, bahkan sampai runtuh. Proses keruntuhan rumah akibat gempa bumi yang terjadi secara tiba-tiba sering menyebabkan banyak korban luka ataupun meninggal. Sebagai negara yang rawan gempa, Indonesia telah mengalami banyak bencana gempa bumi yang merusak bangunan dan sering menyebabkan kematian secara masif. Gempa bumi Aceh yang terkenal pada tanggal 26 Desember 2004 adalah gempa bumi ke-5 terbesar yang tercatat di dunia sejak 1900 (USGS, 2014) dan menyebabkan sekitar 110.000 orang meninggal dunia (Bappenas, 2005). Gempa besar berikutnya adalah gempa Bantul tahun 2006 yang telah merenggut sekitar 5.700 orang, sedangkan gempa Padang tahun 2009 telah membuat kematian sebanyak 1.100 orang. Dengan meningkatnya populasi dan infrastruktur (gedung pencakar langit, apartemen, jalan tol, jembatan, saluran pipa, menara komunikasi, dan utilitas lainnya), gempa bumi menimbulkan ancaman atau bahaya yang lebih besar bagi kehidupan dan komunitas masyarakat daripada sebelumnya. Beberapa ratus tahun yang lalu, bahkan gempa bumi yang besar pun bisa tidak diketahui, tetapi sekarang hanya gempa kecil semata sudah dapat dirasakan oleh ribuan orang. Kemajuan teknologi informasi dan teknik pendeteksian gempa modern saat ini telah mampu untuk melaporkan kejadian gempa dalam hitungan detik dan langsung dapat disebar luaskan melalui media online.

Pada saat ini, para ilmuwan tidak dapat memprediksi dengan presisi kapan dan di mana gempa akan terjadi (BSSC, 1995). Meskipun gempa bumi tidak dapat dicegah, ilmu pengetahuan dan teknik modern telah menyediakan alat, teknologi, dan system informasi yang dapat digunakan untuk mengurangi efeknya, berdasarkan kenyataan bahwa banyak kerusakan yang disebabkan oleh gempa bumi seharusnya dapat diprediksi dan dicegah. Secara umum, memprediksi gempa mungkin sulit, tetapi mengantisipasi dampak bencana tersebut masih dapat diupayakan.

Berdasarkan investigasi lapangan dari beberapa gempa bumi yang telah terjadi di masa lalu, sebagian besar kerusakan terjadi pada bangunan dan rumah yang buruk dalam desain perencanaan dan proses konstruksinya. Sebagian besar kematian dan cedera terkait gempa bumi diakibatkan oleh runtuhnya bangunan semacam itu. Pada tahun 2004, gempa bumi Samudra Hindia Indonesia di Samudra Hindia (bersama dengan tsunami) telah menyebabkan sekitar 127.000 bangunan/rumah hancur total (BAPPENAS, 2005). Gempa bumi Yogyakarta pada tahun 2006 telah menyebabkan 156.662 rumah pribadi hancur total dan 202.031 rusak (BAPPENAS, 2006). Demikian pula, gempa bumi Sumatra Barat pada tahun 2009 telah merenggut sekitar 115.000 rumah hancur dan lebih dari 135.000 rumah rusak (BAPPENAS, 2009); dan gempa bumi Pidie-Aceh pada tahun 2016 telah membuat ratusan rumah hancur atau rusak (BNPB, 2016). Pelajaran dari gempa-gempa tersebut menunjukkan fakta yang sangat kuat bahwa bencana besar akan berpeluang besar terjadi di daerah yang berpenduduk padat dan tidak memiliki konstruksi bangunan tahan gempa.

Sebagian besar bangunan dan rumah yang runtuh atau rusak parah adalah konstruksi bangunan rumah tembokan yang tidak direkayasa dan dibangun dengan kerangka beton bertulang dengan benar, khususnya, yang dibangun oleh masyarakat berpenghasilan menengah-rendah atau perumahan murah menengah. Di sisi lain, sangat sedikit bangunan yang dibangun menurut standar bangunan tahan gempa yang mampu bertahan dari gempa bumi. Bukti ini relevan dengan temuan dari negara-negara berkembang lainnya (Mansouri et al., 2002).

Bukti-bukti di atas menguatkan indikasi bahwa gempa bumi yang merusak telah terjadi di kota-kota besar di Indonesia dimana pembangunan rumah saat ini ternyata banyak yang tidak menerapkan konsep-konsep tahan gempa. Kesadaran utama yang sangat penting adalah bahwa kota-

kota di Indonesia yang dicirikan dengan kepadatan penduduk yang tinggi dan terletak di zona bahaya gempa tinggi akan berhadapan dengan ancaman bencana gempa hebat, yang merupakan bom waktu yang mengancam semua elemen kehidupan masyarakat. Bagi daerah atau kota yang pernah mengalami kejadian tragis sebuah gempa besar, kualitas rekonstruksi bangunan setelah bencana adalah kunci terpenting apakah bencana berikutnya akan terjadi atau tidak.

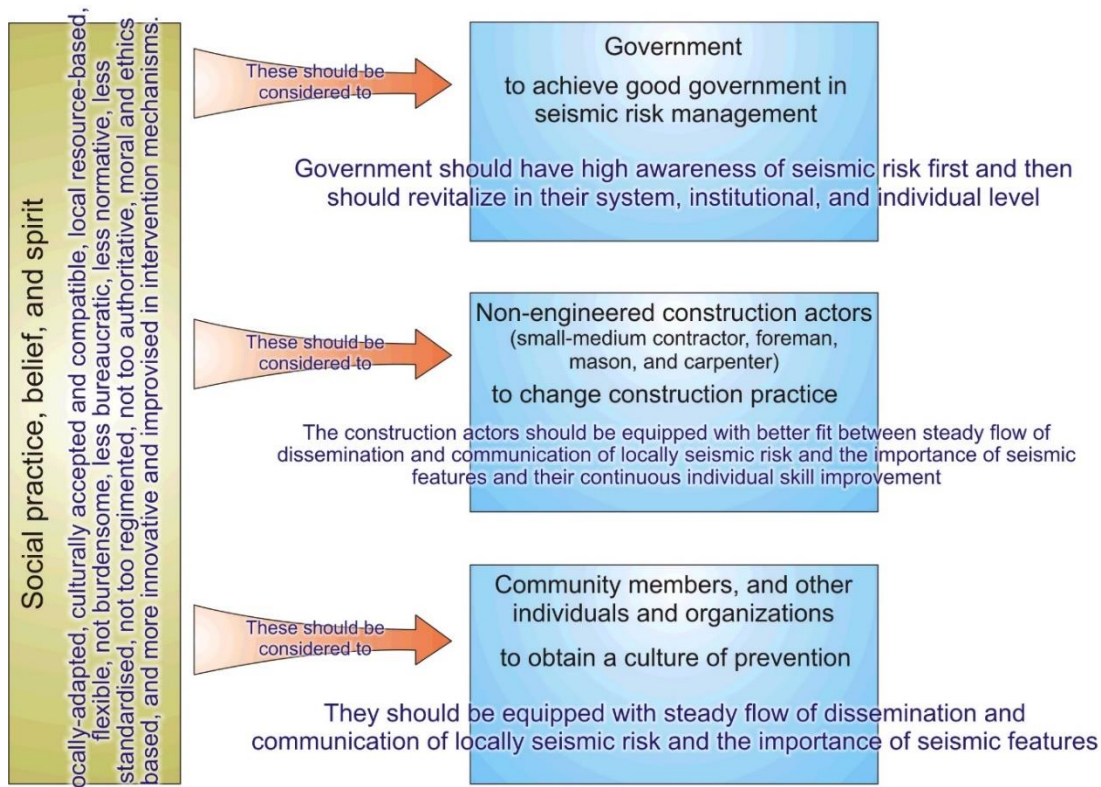
Untuk mengurangi risiko bencana gempa ini sebagai bagian dari budaya pencegahan (*culture of prevention*), semua elemen masyarakat harus mengambil pelajaran untuk itu, dan kualitas terhadap proses desain serta pembangunan rumah tinggal setelah kejadian gempa (*reconstruction process*) adalah upaya krusial untuk memutus rantai risiko bencana. Secara khusus, tidak ada alasan untuk menunda penerapan standar bangunan aman gempa di setiap konstruksi rumah secara komprehensif sejak dini.

Proses rekonstruksi Gempa tahun 2006 di Bantul sampai dengan tahun 2008 telah sukses dalam membangun 200 ribuan rumah yang aman gempa. Namun demikian, tahun 2016 atau 10 tahun setelah gempa tahun 2006, Winarno (2018) telah melakukan investigasi proses pembangunan terhadap 200 rumah-rumah tinggal di Sewon Bantul sebagai area yang menderita cukup parah akibat kejadian Gempa tahun 2006. Hasil investigasi ini menunjukkan fakta bahwa 85% rumah-rumah tinggal yang dibangun setelah proses rekonstruksi tersebut tidak dibangun dengan konsep aman gempa. Masyarakat mulai mengabaikan aspek pentingnya penerapan konsep-konsep tahan gempa dengan benar. Gambar 1 menguraikan salah satu contoh material beton yang sangat buruk sehingga tidak sesuai dengan konsep rumah yang aman gempa.



Gambar 1. Bahan beton berkualitas rendah

Winarno (2007) telah mengungkapkan bagaimana agar penerapan konsep-konsep tahan gempa bisa terlaksana dengan baik apabila elemen-elemen fundamental seperti disajikan dalam Gambar 2 di bawah diterapkan dengan baik. Intervensi teknis dan intervensi non teknis oleh banyak pihak diperlukan agar selaras dengan praktik-praktik sosial, keyakinan, dan semangat kebersamaan (*social practice, belief, and spirit*) yang berlaku selama ini. Pihak Pemerintah bertugas mengendalikan tata kelola pemerintahan di BPBD (Badan Penanggulangan Bencana Daerah), pelaku konstruksi berfungsi untuk mengubah pola-pola konstruksi agar selalu dilaksanakan dengan yang benar, dan pimpinan komunitas bertugas membudayakan perilaku budaya pengurangan risiko bencana gempa di tataran akar rumput.



Gambar 2. Elemen-elemen fundamental dalam penerapan konsep-konsep aman gempa dalam pembangunan rumah tinggal (Winarno, 2007)

Jaringan kerjasama antara grup pemerintah, pelaku konstruksi, dan komunitas seperti di Gambar 2 menimbulkan banyak faktor yang mempengaruhi dalam aktivitas penerapan konsep-konsep aman gempa untuk rumah tinggal bagi masyarakat ini. Interkoneksi ini bersifat sangat kompleks karena setiap orang yang akan mendirikan rumah tahan gempa memiliki preferensi yang berbeda-beda, misalnya keyakinan pemilik tentang pentingnya rumah aman gempa, jumlah finansial yang tersedia, jenis dan luas rumah-bangunan, material bangunan yang tersedia, apakah ada tukang yang memadai, aturan dari pemerintah, apakah ada bantuan konsultasi teknis dari pihak perguruan tinggi, apakah ada kelompok masyarakat yang ikut peduli dengan bencana gempa, dan lain-lain.

Berangkat dari kompleksnya interkoneksi tersebut di atas, masyarakat kadang dihadapkan pada situasi sulit dalam pengambilan keputusan untuk pembangunan rumah tinggal agar sesuai dengan konsep-konsep rumah tahan gempa. Untuk itu, artikel ini akan menguraikan faktor-faktor pengaruh untuk kemudahan pembangunan rumah tahan gempa bagi masyarakat. Seiring dengan banyaknya jumlah rumah yang roboh pada saat gempa tahun 2006, lokasi pengabdian adalah di Kabupaten Bantul dan berkoordinasi dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul. Pemahaman yang baik atas faktor-faktor pengaruh ini akan memudahkan para pengambil keputusan dalam menentukan strategi yang efektif dan efisien bagi masyarakat Kabupaten Bantul yang akan membangun rumah tinggalnya.

METODE

Pada tahap awal, pengabdian ini dilakukan dengan mengkaji pustaka-pustaka terkait dengan intervensi teknis dalam pembangunan rumah tahan gempa. Tahap berikutnya adalah wawancara dengan 5 orang pelaku konstruksi rumah tinggal, yang meliputi 4 orang tukang dan seorang mandor bangunan, untuk menggali aspek-aspek teknis dan non-teknis yang terkait dengan pembangunan rumah tinggal yang pernah dilakukannya. Tahap terakhir adalah dengan melakukan 3 focus group discussion (FGD) dengan berbagai pihak yang berkompeten. Metode ini dipilih, berdasarkan asumsi

bahwa setiap peserta ingin berbagi dan bertukar pengalaman dan pengetahuan umum tentang hambatan yang ada dan strategi alternatif secara langsung dan terbuka (Andrew, 2004). FGD Tahap I dilakukan untuk brainstorming tentang hasil kajian pustaka dan hasil wawancara dengan akademisi dan praktisi kebencanaan. FGD Tahap II dilakukan dengan melibatkan peserta pada FGD Tahap I ditambah dengan Staf Teknis BPBD Kabupaten Bantul, yang dilaksanakan di Kantor BPBD Bantul. FGD Tahap II adalah dalam rangka untuk melibatkan pihak pemangku kepentingan dari pemerintah yang diwakili BPBD. Dan terakhir, FGD Tahap III dilakukan di Kantor Desa Wukirsari, Kabupaten Bantul dengan peserta dari Staf Teknis Desa Wukirsari dan BPBD Kabupaten Bantul, dalam rangka untuk finalisasi temuan faktor-faktor pengaruh untuk kemudahan dalam pembangunan rumah tahan gempa. Selama melaksanakan serangkaian FGD, seorang akademisi dan praktisi kebencanaan selalu hadir untuk merangkum temuan-temuan dari awal hingga akhir.

KONSEP-KONSEP TEKNIS RUMAH TAHAN GEMPA

Di Indonesia, konsep-konsep teknik rumah tahan gempa sudah dipublikasikan secara resmi mulai tahun 1993 oleh Direktur Jenderal Cipta Karya dengan judul: Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa. Dalam skala yang lebih luas tentang rumah sehat, tahun 2002 diterbitkan Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat oleh Kementerian Permukiman dan Prasarana Wilayah. Khusus tentang rumah tahan gempa dan belajar dari gempa Bantul tahun 2006, Direktorat Jenderal Cipta Karya menerbitkan Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan tahun 2006 untuk melengkapi pedoman pada terbitan tahun 1993. Berkaitan dengan nilai lokal, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman bekerjasama dengan Forum Masyarakat Arsitektur Tradisional pada tahun 2016 menerbitkan Rumah Sederhana Sehat Berbasis Nilai Lokal. Rangkuman tentang konsep-konsep teknis pada rumah atahan gempa juga telah dirangkum oleh Winarno (2007).

Berdasarkan 5 pustaka di atas, terdapat 16 aspek teknis yang perlu dipertimbangkan dengan seksama dalam desain rumah tahan gempa. Aspek-aspek teknis tersebut adalah sebagai berikut.

1. Perkuatan arah horisontal
2. Perkuatan arah vertikal
3. Ketaatan pada analisis struktur beton
4. Konfigurasi rumah
5. Struktur atap
6. Struktur lantai untuk rumah 2 lantai atau lebih
7. Struktur pondasi
8. Struktur dinding
9. Proporsi tebal dan tinggi dinding
10. Sambungan pondasi dan dinding
11. Sambungan dinding dan struktur atap
12. Sambungan pada pertemuan dinding
13. Proporsi bukaan dinding
14. Kualitas material bangunan
15. Kualitas pelaku konstruksi
16. Kualitas perawatan rumah

Para profesional di bidang rumah tahan gempa yang peduli dengan pengurangan risiko bencana telah mengerti secara mendalam bahwa kematian yang sangat banyak dalam setiap bencana gempa adalah sebagai hal yang sangat menyedihkan, tragis, dan tidak diterima secara emosional (Comartin et al., 2004). Sebagaimana diketahui, Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Permukiman dan Prasarana Wilayah telah memiliki pengetahuan yang memadai dengan pedoman tahun 1993 yang sangat jelas dan sederhana dalam pembangunan rumah tahan gempa dalam rangka menyelamatkan korban jiwa dan harta benda. Sudah disadari secara umum, bahwa usaha dan upaya dari Pemerintah Indonesia telah dilakukan untuk menganalisis risiko dan kerentanan rumah-rumah tinggal. Namun demikian, guncangan tanah akibat gempa masih terus merenggut ribuan orang tiap

tahun karena masih ada keengganan masyarakat dalam penerapan konsep-konsep tahan gempa bagi rumah tinggal mereka. Tampak secara jelas bahwa terdapat celah yang lebar di Indonesia antara tingkat kematian yang tinggi akibat gempa dan ketersediaan konsep-konsep tahan gempa. Jumlah korban bencana gempa semestinya dapat dikurangi atau bahkan dihindari apabila pemahaman, pendalaman, dan penerapan konsep-konsep tahan gempa untuk rumah tinggal dapat dilaksanakan dengan benar. Faktanya adalah bahwa kegagalan ini disebabkan karena ketiadaan aksi nyata atau lemahnya penegakan pedoman atau solusi yang sudah lama dikenal, yaitu konsep-konsep tahan gempa untuk bangunan dan rumah tinggal. Hal yang sangat penting dalam penanganan masalah yang sangat mendesak ini adalah berupa kesadaran secara menyeluruh bahwa kunci keselamatan bencana gempa adalah terletak pada adanya mekanisme yang kokoh dan sistematis yang mampu menegakkan dan menerapkan konsep-konsep tahan gempa dalam konstruksi bangunan secara nyata dalam rangka menutup celah antara pengetahuan dan aksi nyata, yang pada akhirnya akan mampu menghilangkan munculnya risiko yang baru (IITK-BMPTC, 2002 and Shah, 2002).

Berdasarkan wawancara dengan para pelaku konstruksi rumah tinggal dan selaras dengan penelitian Winarno (2017), terdapat 9 indikator utama yang dapat dirangkum dari konsep-konsep tahan gempa yang sudah semestinya perlu ditindaklanjuti dalam penerapannya. Tabel 1 menyajikan ke 9 indikator tersebut.

Tabel 1. Sembilan indikator untuk implementasi konsep-konsep rumah tahan gempa yang baik

Kriteria	Indikator	Komentar
Perkuatan besi tulangan	1. Detail penulangan yang baik: Jarak sengkang <15 cm	Ketaatan dengan analisis beton bertulang harus dilakukan dengan baik. Beberapa kegagalan di bawah ini harus digarisbawahi: (a) kegagalan kolom karena gagal geser, (b) kegagalan pada sambungan balok-ke-kolom (c) kegagalan karena ketidakberaturan, (d) kegagalan karena <i>weak and soft stories</i> (e) kegagalan karena kolom pendek, (f) kegagalan karena terguling
	2. Detail penulangan yang baik: Sambungan balok-kolom sesuai standar, terdapat overlapping sepanjang 40x diameter besi	
Perkuatan terhadap beban lateral	3. Ketersediaan perkuatan beban horizontal: Sloof	Struktur memiliki perkuatan untuk menahan beban gempa secara lateral dari semua arah yang dapat mentransfer momen inersia akibat gempa ke pondasi
	4. Ketersediaan perkuatan beban horizontal: Perkuatan vertikal di semua sudut dinding	
	5. Ketersediaan perkuatan beban horizontal: Perkuatan horizontal dengan balok ring dan balok gunungan atap	
	6. Ketersediaan perkuatan beban horizontal: Perkuatan horizontal dengan balok latei di atas pintu/jendela	
Angkur ke pondasi	7. Keberadaan angkur dari pondasi ke dinding	Elemen-elemen penahan beban vertikal (kolom, dinding) ditahan oleh pondasi; kolom beton dan dinding diangkurkan ke pondasi.
Bahan bangunan	8. Bahan bangunan berkualitas baik	Kualitas bahan bangunan harus sesuai persyaratan SNI bahan bangunan
Kualitas tukang	9. Kualitas tukang yang baik	Kualitas tukang (berdasarkan inspeksi visual beberapa bangunan) harus baik (sesuai standar konstruksi lokal).

INTERVENSI NON TEKNIS DALAM PEMBANGUNAN RUMAH TAHAN GEMPA

Hasil dari wawancara dengan 5 orang pelaku konstruksi rumah tinggal, yang meliputi 4 orang tukang dan seorang mandor bangunan mengungkapkan bahwa pemilik rumah tinggal tidak menerapkan konsep-konsep rumah tangga tidak semata-mata karena tidak mengetahui pentingnya risiko gempa. Kebanyakan masyarakat di Kabupaten Bantul tidak memiliki kemampuan finansial guna membeli besi tulangan yang sesuai disyaratkan. Ada beberapa orang yang tidak memiliki pemahaman dan pengetahuan terkait dan tidak tahu kemana harus bertanya tentang kegempaan. Temuan ini relevan dengan penelitian Petak (2002) yang menggarisbawahi fakta bahwa penerapan standar kegempaan tidak hanya sekedar intervensi fisik dan teknis semata. Hal ini terkait banyak aktivitas dan perspektif dari banyak lintas disiplin ilmu dari para pemangku kepentingan dan komunitas dengan tingkat pemahaman, komitmen, dan ketrampilan yang berbeda-beda, yang mencakup intervensi teknis dan non-teknis.

Setelah wawancara, hasil FGD I bersama akademisi dan praktisi kebencanaan menggarisbawahi tentang aspek non-teknis yang lebih luas, temuan ini menguatkan kajian Wenzel (2006). Telah tampak bahwa kemajuan yang lambat dalam pengurangan risiko bencana diakibatkan oleh (1) organisasi pemerintah yang lemah, (2) budaya kerja yang lemah pada aspek multi sector dan multi disiplin, (3) penggunaan sumber daya yang kurang efisien, (4) tingkat kesadaran dan pengetahuan yang rendah terhadap risiko bencana, dan (5) etika dan perilaku profesional tidak dijunjung tinggi. Semua temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan non teknis adalah menjadi tantangan fundamental yang paling penting bagi komunitas yang hidup di daerah dengan zona gempa berbahaya di samping adanya pendekatan teknis. Dalam FGD I ini, pendekatan non-teknis berupa kemampuan finansial, tipikal penggunaan rumah, beserta jumlah penghuninya, harus dimasukkan sebagai temuan pada pengabdian ini.

Hal yang menarik adalah ketika dilaksanakan FGD II yang dilaksanakan di Kantor Badan Penanggulangan Bencana Daerah, Kabupaten Bantul. Staf Teknik di BPBD mengungkapkan sebuah konsep manajemen risiko kebencanaan yang merupakan sebuah proses sistematis yang menggunakan keputusan administrasi dan organisasi, serta ketrampilan operasional dan kapasitas keilmuan untuk penentuan dan penerapan kebijakan dan strategi-strategi bagi seluruh elemen komunitas dalam rangka menghadapi ancaman bencana gempa dan bencana ikutannya (bencana lingkungan dan bencana teknologi), seperti yang diungkapkan Charette (2002). Konsep manajemen risiko kebencanaan ini harus dilihat dan focus pada persiapan dini dan antisipasi terhadap kemungkinan terjadinya bencana gempa beserta dampaknya, dari pada meresponnya apabila terjadi bencana. Sedemikian rupa sehingga manajemen risiko bencana adalah aktivitas yang pro-aktif. Beberapa negara maju telah menerapkan konsep manajemen risiko bencana dengan melibatkan pemangku kepentingan secara lintas bidang keilmuan dengan hasil yang sukses (SCEC, 2002; UNDP, 2004; DFID, 2004; EERI, 1999; and IDEA, 2005). Dalam kaitan itu, FGD II ini mengungkapkan faktor-faktor pengaruh untuk pembangunan rumah tinggal di Bantul tambahan, yaitu harus melibatkan ketersediaan tukang dan kelompok masyarakat lokal yang peduli.

FGD III dilaksanakan di Kantor Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. Persertanya adalah 3 orang Staf Teknik di tingkat Desa dan 1 orang perwakilan dari BPBD Bantul. Pendekatan non-teknis tetap menjadi topik yang menarik dalam diskusi ini. Usulan yang diangkat menjadi faktor tambahan adalah keterlibatan ahli rumah tahan gempa di sekitar. Selain itu, bagi masyarakat yang memerlukan bantuan teknis dalam pembangunan rumahnya dapat ditindak lanjuti dengan menghubungi BPBD Bantul atau pihak akademisi di Program Studi Teknik Sipil di Yogyakarta dan sekitarnya. Ada satu usulan yang penting bagi Desa Wukirsari adalah "Apakah lokasi pembangunan rumah ada di daerah datar atau daerah lereng?". Hal ini dikaitkan dengan adanya bahaya longsor jika terjadi gempa.

FAKTOR-FAKTOR UNTUK KEMUDAHAN PEMBANGUNAN RUMAH TAHAN GEMPA BAGI MASYARAKAT

Bagian ini adalah rangkuman temuan-temuan dari pengumpulan data melalui media kajian pustaka, wawancara, dan 3 kali FGD. Temuan-temuan ini disusun dalam bentuk Tabel 2 agar

memudahkan dalam pemahaman dan dalam pendampingan pembangunan rumah tahan gempa bagi masyarakat.

Tabel 2. Faktor-faktor untuk kemudahan pembangunan rumah tahan gempa bagi masyarakat

Faktor-faktor	Sumber temuan				
	Kajian Pustaka	Wawancara	FGD I	FGD II	FGD III
1. Alamat rumah	√				
2. Lokasi rumah					√
3. Jenis tanah	√				
4. Kedalaman muka air sumur	√				
5. Luas rumah tinggal yang akan dibangun	√				
6. Jumlah jiwa penghuni			√		
7. Kemampuan finansial		√	√		
8. Penggunaan rumah			√		
9. Ketersediaan tukang				√	
10. Ketersediaan material	√				
11. Warga atau kelompok masyarakat di sekitar yang mendukung dan peduli				√	
12. Ahli yang bisa diajak diskusi		√			√
13. Diskusi lanjutan dengan BPBD dan akademisi					√

VALIDASI HASIL-HASIL TEMUAN DAN TINDAK LANJUTNYA

Temuan-temuan yang berupa faktor-faktor dan konsep-konsep tahan gempa pada rumah tinggal kemudian dilakukan dengan validasi melalui wawancara dengan 5 orang pemilik rumah di Desa Wukirsari. Wawancara dilakukan dengan menanyakan setiap item hasil temuan kepada responden: apakah temuan-temuan ini sudah sesuai dengan kebutuhan reponden dalam rangka memberi kemudahan dalam pembangunan rumah taahn gempa? Semua reponden memberi jawaban yang positif tentang pengabdian ini. Bencana gempa tahun 2006 masih menjadi trauma bagi masyarakat. Mereka masih sadar bahwa ancaman gempa tetap ada di wilayah mereka. Pada masyarakat yang memiliki kemampuan finansial memadai, penerapan konsep-konsep tahan gempa dapat dilaksanakan dengan baik. Pada kenyataannya, tingkat ekonomi masyarakat pada umumnya masih dalam taraf menengah-bawah. Kendala finansial adalah kendala utama dalam hal ini.

Temuan-temuan dalam pengabdian ini dalam bentuk faktor-faktor tersebut telah membentuk interkoneksi yang kompleks. Kompleksnya interkoneksi tersebut di atas, akan ditindaklanjuti dengan membentuk dalam sebuah kerangka kerja yang sistematis, yang dapat mempermudah dalam pengambilan keputusan bagi individu dalam membangun rumah aman gempa yang baru. Kerangka kerja ini perlu disusun dalam sebuah sistem pengambilan keputusan yang komprehensif sehingga memudahkan bagi pengguna, terutama pemilik untuk mengambil keputusan yang tepat dalam membangun rumah yang aman gempa tersebut, dengan cara: berbasis data digital, mudah digunakan, mudah diakses, mudah dipahami hasil keputusannya, dan penggunaanya dapat memberikan umpan balik untuk perbaikan terhadap hasil keputusannya. Selaras dengan Revolusi Industry 4.0 saat ini, system ini akan menggunakan media digital berbasis android (*mobile phone*) yang bersifat “*user oriented*”.

SIMPULAN

Rangkaian tahapan pengabdian telah dilaksanakan dengan runtut, melalui pengumpulan data dengan kajian pustaka, wawancara, dan 3 kali FGD. Adapun kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut.

1. Pendekatan teknis dengan penerapan konsep-konsep tahan gempa dapat dilakukan dengan mengikuti Tabel 1, dengan 9 elemen-elemen pokok sebagai berikut: (1) detail penulangan sengkang yang baik, (2) detail tulangan pokok pada balok dan kolom, (3) ketersediaan perkuatan sloof, (4) ketersediaan perkuatan kolom di semua sudut dinding, (5) ketersediaan perkuatan balok ring dan balok gunungan, (6) ketersediaan perkuatan balok latei, (7) keberadaan angkur dari pondasi ke dinding, (8) bahan bangunan berkualitas baik, dan (9) kualitas tukang yang baik.
2. Terdapat 13 faktor-faktor pengaruh untuk kemudahan pembangunan rumah tahan gempa bagi masyarakat Bantul, yaitu (1) alamat rumah, (2) lokasi rumah, (3) jenis tanah, (4) kedalaman muka air sumur, (5) luas rumah tinggal yang akan dibangun, (6) jumlah jiwa penghuni, (7) kemampuan finansial, (8) rencana fungsi rumah, (9) ketersediaan tukang, (10) ketersediaan material, (11) adanya warga atau kelompok masyarakat di sekitar yang mendukung dan peduli, (12) adanya ahli yang bisa diajak diskusi, dan (13) diskusi lanjutan dengan BPBD dan akademisi.
3. Temuan-temuan dalam pengabdian ini bersifat sangat kompleks dan membentuk interkoneksi yang tidak sederhana. Upaya tindak lanjutnya adalah dengan membentuk dalam sebuah kerangka kerja yang sistematis, yang dapat mempermudah dalam pengambilan keputusan bagi individu dalam membangun rumah aman gempa yang baru, dengan berbasis data digital, mudah digunakan, mudah diakses, mudah dipahami hasil keputusannya, dan penggunaannya dapat memberikan umpan balik untuk perbaikan terhadap hasil keputusannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak Jurusan Teknik Sipil UII, Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kabupaten Bantul, dan Desa Wukirsari, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul atas kerjasamanya, mulai dari diskusi awal, pengumpulan data, serta umpan baliknya. Penelitian dan pengabdian ini didukung oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UII.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, J. (2004). Development and Implementation of an Outreach Program to Promote Public Awareness of Seismic Hazards and Encourage Risk Mitigation in Vulnerability Communities. United States: <http://www.scec.org/news/00news/feature000424c.html>; accessed on 15 May 2020.
- BAPPENAS/National_Development_Planning_Agency. (2005). *Preliminary Damage and Loss Assessment: The December 26, 2004 Natural Disaster*. Jakarta: The Consultative Group on Indonesia.
- BAPPENAS/National_Development_Planning_Agency. (2006). *Preliminary Damage and Loss Assessment: Yogyakarta and Central Java Natural Disaster*. Jakarta: The Consultative Group on Indonesia.
- BAPPENAS/National_Development_Planning_Agency. (2009). *West Sumatra and Jambi Natural Disasters: Damage, Loss and Preliminary Needs Assessment*. Jakarta: BNPB, Bappenas, and the Provincial and District/City Governments of West Sumatra and Jambi and International Partners.
- BNPB. (2016). *Data and Disaster Information in Indonesia*. <http://dibi.bnpb.go.id>, accessed on 29 December 2016. Jakarta: BNPB.
- BSSC/Building_Seismic_Safety_Council. (1995). *Seismic Considerations for Communities at Risk*. Washington DC: BSSC & FEMA Publication.

- Charette, R. N. (2002). *Risk Management, Encyclopedia of Software Engineering*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Comartin, C., Brzev, S., Naeim, F., Greene, M., Blondet, M., Cherry, S., Sassu, M. (2004). A Challenge to Earthquake Engineering Professionals. *Earthquake Spectra, Volume 20*, 25-37.
- DFID/UK_Department_for_International_Development. (2004). *Disaster Risk Reduction: A Development Concern*. Norwich: School of Development Studies, University of East Anglia.
- Direktorat_Jenderal_Cipta_Karya. (1993). *Pedoman Pembangunan Bangunan Tahan Gempa*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat_Jenderal_Cipta_Karya. (2006). *Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan*. Jakarta: Kementerian Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- EERI/Earthquake_Engineering_Research_Institute. (1999). *Lesson Learned Over Time*. California: EERI Publication.
- IDEA/Instituto_de_Estudios_Ambientales. (2005). *Indicators of Disaster risk and Risk Management: Program for Latin America and the Caribbean*. Colombia: World Conference on Disaster Reduction.
- IITK-BMTPC. (2002). *Earthquake Tip 1-10*. New Delhi: Indian Institute of Technology Kanpur and Building Materials and Technology Promotion Council.
- Kementerian_Permukiman_dan_Prasarana_Wilayah. (2002). *Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat*. Jakarta: Kementerian Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- Mansouri, B., Aghda, F., & Safari. (2002). Preliminary Earthquake Reconnaissance Report on the June 22 2002 Changureh (Avaj) Iran Earthquake. Teheran: Reconnaissance Report http://www.iiees.ac.ir/English/Publication/eng_publication_journal_12.html; accessed on 8 Oct 2020.
- Nugroho, Y. A., Fauzi, A., & Winarno, S. (2015). Kerangka Kesiapsiagaan Industri Manufaktur Skala Kecil di Kabupaten Bantul Pasca Gempa Bumi 2006. *Spektrum Industri*, 115–228
- Petak, W. (2002). *Managing Risk in a Complex Environment with Competing Worldviews*. California: Extreme Events Workshop.
- Pusat_Litbang_Perumahan_dan_Permukiman. (2016). *Rumah Sederhana Sehat Berbasis Nilai Lokal*. Jakarta: Kementerian Perumahan dan Prasarana Wilayah.
- SCEC/Southern_California_Earthquake_Center. (2002). *Earthquake as Extreme Events*. California: Extreme Events Workshop.
- Shah, H. C. (2002). *Earthquake Risk Management: A Crucial Ingredient in Reducing Death, Injury, and Economic Disruption*. India: Risk Management Solutions.
- UNDP/United_Nations_Development_Programme. (2004). *Reducing Disaster Risk, a Challenge for Development*. New York: Bureau for Crisis Prevention and Recovery.
- USGS_(The_United_States_Geology_Survei). (2020). *Earthquake facts and statistics at <http://neic.usgs.gov/neis/eqlists/eqstats.html> accessed on 20 August 2020*. United States: USGS.
- Wenzel, F. (Academia Europaea, United Kingdom). Earthquake Risk Reduction – Obstacles and Opportunities. *Cambridge Journals, European Review, Vol 14 No 2*, 221- 231.
- Winarno, S. (2007). *Seismic Risk Management of Non-Engineered Buildings _ PhD. Tesis*. UK: Sheffield Hallam University.
- Winarno, S. (2018). *Ten Years after the Java Earthquake: Post Reconstruction for Earthquake Houses*. Jordan: The Seventh International Jordanian Civil Engineering Conference.