

**Akreditasi Jurnal Ilmiah Nomor: 21/E/KPT/2018, Tanggal 9 Juli 2018**

Jurnal Permukiman ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah **TERAKREDITASI PERINGKAT 2**  
Berdasarkan Kutipan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan  
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia

Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun  
Dimulai Volume 11 Nomor 2 Tahun 2016 sampai Volume 15 Nomor 2 Tahun 2020

Jurnal Permukiman merupakan majalah berkala yang memuat karya tulis ilmiah hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan di bidang permukiman meliputi kawasan perkotaan/ perdesaan, bangunan gedung yang berada di dalamnya, serta sarana dan prasarana yang mendukung perikehidupan dan penghidupan. Diterbitkan sejak tahun 1985 dengan nama Jurnal Penelitian Permukiman dan tahun 2006 berganti menjadi Jurnal Permukiman dengan frekuensi terbit dua kali dalam setahun setiap bulan Mei dan November.

- Pelindung Penanggung Jawab : Direktur Bina Teknik Permukiman dan Perumahan  
Kepala Sub Direktorat Data dan Pengembangan Sistem Informasi Permukiman
- Ketua merangkap anggota : Drs. Aris Prihandono, MSc. (*Bidang Teknologi Infrastruktur Permukiman*)  
Anggota : Lia Yulia Iriani, SH., MSi. (*Bidang Kebijakan Ilmu dan Teknologi*)  
Ir. Sri Darwati, MSc. (*Bidang Manajemen Lingkungan*)  
Wahyu Sujatmiko, ST. MT. (*Bidang Teknik Fisika*)
- Mitra Bebestari : Prof. Dr. Ir. Bambang Subiyanto, M. Agr. (*Bidang Bahan Bangunan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*)  
Prof. Ir. Iswandi Imran, MASc. Ph. D. (*Bidang Rekayasa Struktur, Institut Teknologi Bandung*)  
Dr. Ir. Tri Padmi (*Bidang Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung*)  
Muhamad Abduh, Ph. D. (*Bidang Rekayasa Konstruksi, Institut Teknologi Bandung*)  
Dr. Ir. Suprpto, MSc. FPE. (*Bidang Teknik Fisika, Profesional*)  
Prof. Dr. Ir. Anita Firmanti, MT. (*Bidang Bahan Bangunan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*)  
I Gede Nyoman Mindra Jaya, MSi. (*Bidang Statistik, Universitas Padjadjaran*)  
Dr. Eng. Aris Aryanto, ST. MT. (*Bidang Bahan dan Rekayasa Struktur, Institut Teknologi Bandung*)  
Dr. Yosafat Aji Pranata, ST. MT. (*Bidang Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha*)  
Dr. Ir. Purnama Salura, MT. MBA. (*Bidang Arsitektur, Universitas Katolik Parahyangan*)  
Prof. Dr. Ing-habil Andreas Wibowo, ST. MT. (*Bidang Manajemen dan Rekayasa Konstruksi, Universitas Katolik Parahyangan*)  
Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES. (*Bidang Perumahan dan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*)  
Dr. Sri Astuti, MSA. (*Bidang Arsitektur, Universitas Komputer*)  
Dr. Rizki Armanto Mangkuto, ST. MT. (*Bidang Teknik Fisika, Institut Teknologi Bandung*)  
Adiwan Fahlan Aritenang, ST. MGIT. Ph. D. (*Bidang Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Bandung*)  
Sarbi, ST. MT. (*Bidang Teknik Lingkungan, Profesional*)
- PemimpinRedaksi : Dra. Nursiah  
Pelaksana : Dra. Roosdharmawati  
Drs. Arif Sugiarto, MM.  
Rindo Herdianto, S.IIP.  
Meydina Fauzia A., S. Ptk.

Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan  
Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat  
Jalan Panyawungan, Cileunyi Wetan, Kabupaten Bandung 40393  
Tlp. 022-7798393 (4 saluran) Fax. 022-7798392  
<http://jurnalpermukiman.pu.go.id>

**Daftar Isi**

Daftar Isi	ii
Pengantar Redaksi	iii
Karakterisasi <i>Site</i> Di Lokasi Stasiun Monitoring Gempa Pada Dugaan Jalur Sesar Baribis <i>Site Characterization In The Location Of Earthquake Monitoring Stations On The Predicted Baribis Fault Line</i> Mohamad Ridwan, Muhammad Rusli, Erik Rolando Sarumpaet	1–9
Kombinasi Abu Dasar Batu Bara Dan Abu Vulkanik Sebagai Material Beton <i>Combination Of Bottom Ash And Volcanic Ash As Concrete Materials</i> Virgo Erlando Purba, Novdin Manoktong Sianturi, Deardo Samuel Saragih, Dermina Roni Santika Damanik	10–20
Tipologi Rumah Tradisional Tolaki Komali Di Desa Wolasi, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara <i>The Tipology Of Tolaki Traditional House Komali In Wolasi Village South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province</i> Sachrul Ramadan, Muhammad Zakaria Umar, Ishak Kadir	21–30
Penerapan Manajemen Risiko Pada Proses Pengembangan Properti <i>Implementation Of Risk Management On Property Development Process</i> I Wayan Muka, Agung Wibowo	31–40
Kerentanan Ekonomi Di Area Permukiman Terdampak Bencana Lumpur Lapindo, Sidoarjo <i>Economic Vulnerability In The Settlement Area Impacted By Mudflow Disaster Lapindo, Sidoarjo</i> June Ekawati, Eny Sulistyowati	41–53
Kumpulan Abstrak	53–59
Indeks Subjek	60

### Pengantar Redaksi

Rasa syukur kami ucapkan karena atas izin-Nya dapat menyelesaikan proses penerbitan Jurnal Permukiman edisi pertama. Bahasan dalam terbitan kali ini berkaitan dengan karakterisasi site di jalur gempa, pemanfaatan limbah vulkanik sebagai material beton, identifikasi tipologi rumah tradisional, manajemen risiko pada pengembangan properti, dan dampak ekonomi akibat bencana lumpur lapindo.

“Karakterisasi *Site* Di Lokasi Stasiun Monitoring Gempa Pada Dugaan Jalur Sesar Baribis” dibahas oleh Mohamad Ridwan, Muhammad Rusli, dan Erik Rolando Sarumpaet. Disampaikan bahwa perlu dikembangkan suatu sistem monitoring untuk deteksi dini aktivitas kegempaan yang ditimbulkan oleh sumber gempabumi terdekat. Hal ini merupakan salah satu upaya mitigasi bencana dimana data dan informasi yang dihasilkan sangat berguna untuk memahami lebih rinci tentang aktivitas sesar Baribis dan perhitungan tingkat bahaya gempa.

Pengujian kekuatan beton dengan memanfaatkan limbah abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen dan bottom ash sebagai pengganti sebagian agregat halus memerlukan penelitian seberapa besar jumlahnya dan seberapa lama waktu yang diperlukan dalam menghasilkan kekuatan tekan yang mendekati beton normal tanpa bahan tambahan. Virgo Erlando Purba, Novdin Manoktong Sianturi, Derado Samuel Saragih, dan Dermina Roni Santika Damanik memaparkannya dengan judul “Kombinasi Abu Dasar Batu Bara Dan Abu Vulkanik Sebagai Material Beton”.

Sachrul Ramadan, Muhammad Zakaria, dan Ishak Kadir melakukan identifikasi tipologi rumah tradisional dalam tulisan yang berjudul “Tipologi Rumah Tradisional Tolaki Komali Di Desa Wolasi, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Arsitektur nusantara dianalisis dengan pendekatan tipologis untuk memahami dinamika budayanya. Hal ini merupakan langkah awal untuk memahami dan merekontekstualisasikan nilai-nilai, filosofi, dan konsep desain yang terkandung dalam arsitektur nusantara. I Wayan Muka dan Agung Wibowo memaparkan bahwa proses manajemen risiko merupakan salah satu langkah untuk menciptakan perbaikan berkelanjutan terhadap kemungkinan adanya kerusakan, bahaya, dan kegagalan yang berpengaruh pada penilaian risiko. Adapun tahapan yang dilakukan meliputi identifikasi sumber risiko, faktor risiko, tingkat ancaman, kerentanan, tingkat kapasitas, analisis risiko, dan penentuan risiko prioritas. Paparan tersebut berjudul “Penerapan Manajemen Risiko Pada Proses Pengembangan Properti”.

Sebagai penutup, June Ekawati dan Eny Sulistyowati menulis mengenai “Kerentanan Ekonomi Di Area Permukiman Terdampak Bencana Lumpur Lapindo, Sidoarjo”. Perlu adanya tindak lanjut nyata dari : pemerintah pusat agar tidak hanya berfokus pada kegiatan mitigasi penanganan fisik semata, namun memperhatikan kerentanan ekonomi masyarakat di area permukiman terdampak dengan memberikan stimulus atau akses ke lembaga keuangan dan pemerintah daerah perlu menggandeng perguruan tinggi, LSM atau lembaga keterampilan, serta melakukan edukasi terkait kondisi lahan maupun latihan keterampilan agar masyarakat memiliki tambahan penghasilan dan mampu mandiri secara ekonomi. Selamat Membaca.

Bandung, Mei 2021  
Redaksi

## UCAPAN TERIMA KASIH

Redaksi pelaksana Jurnal Permukiman mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi, khususnya para Mitra Bestari Jurnal Permukiman Volume 16 Nomor 1 Mei 2021 :

1. Prof. Iswandi Imran, MAsc. Ph. D.
2. Dr. Sri Astuti, MSA.
3. Dr. Yosafat Aji Pranata, ST. MT.
4. I Gede Nyoman Mindra Jaya, MSi.
5. Dr. Eng. Aris Aryanto, ST. MT.

## **KARAKTERISASI SITE DI LOKASI STASIUN MONITORING GEMPA PADA DUGAAN JALUR SESAR BARIBIS**

### ***Site Characterization in the Location of Earthquake Monitoring Stations on the Predicted Baribis Fault Line***

**Mohamad Ridwan, Muhammad Rusli, Erik Rolando Sarumpaet**

Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan,  
Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat,  
Jalan Panyawungan Cileunyi Wetan Kab. Bandung 40393

Email : moch.ridwan@pu.go.id; m.rusli@puskim.pu.go.id; eriksarumpaet@gmail.com

Diterima : 8 Januari 2021 ; Disetujui : 14 April 2021

#### **Abstrak**

Merujuk pada beberapa publikasi sebelumnya dimana jalur sesar Baribis yang berasal dari kawasan Subang diduga masih menerus ke arah Barat mendekati kawasan Jakarta. Hal tersebut menjadi perhatian banyak ahli untuk melakukan kajian lebih detail karena dikhawatirkan akan berdampak pada beberapa kota besar di sekitarnya. Sebagai tahap awal studi adalah melakukan pemantauan kejadian gempa di sekitar dugaan jalur sesar dengan memasang seismograf untuk mengetahui aktivitas sesar. Bersamaan dengan pelaksanaan pembangunan stasiun pemantau gempa, kajian karakterisasi situs dilakukan pada setiap lokasi yaitu di Jatiluhur, Walahar, dan Cipamingkis dengan menggunakan metode Standar Penetration Test (SPT), Microtremor Array dan HVSR. Hasil uji lapangan untuk lokasi Jatiluhur diperoleh periode dominan ( $T$ ) = 0,77 detik,  $V_{s30}$  = 274,17 m/detik, kedalaman batuan dasar 276 m dan NSPT30 = 40,05, di Walahar  $T$  = 0,58 detik,  $V_{s30}$  = 264,35 m/detik, kedalaman batuan dasar 305 m, NSPT30 = 15,14, sedangkan di Cipamingkis  $T$  = 0,37 detik,  $V_{s30}$  = 269,16 m/detik, kedalaman batuan dasar 190 m, NSPT30 = 35,83. Berdasarkan hasil tersebut seluruh lokasi kajian dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (kelas SD). Hasil ini dapat digunakan sebagai referensi untuk berbagai keperluan, termasuk studi amplifikasi dan analisis bahaya seismik.

**Kata Kunci:** Pengujian tanah, karakterisasi site, amplifikasi, monitoring gempa, jalur sesar

#### **Abstract**

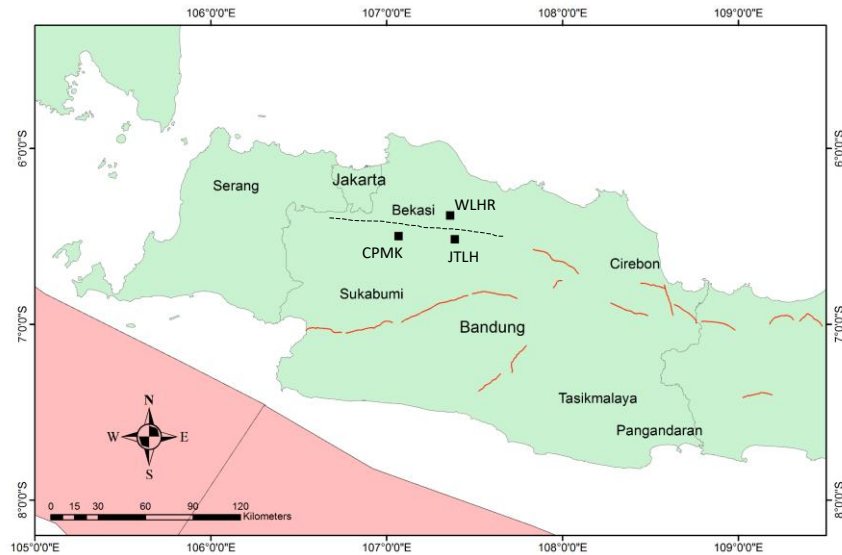
Referring to the previous publications in which the Baribis fault from Subang area is predicted still continue to the West close to Jakarta area. This has attracted the attention of many experts to conduct a more detailed study because it is feared that it will have an impact on some major cities in the vicinity. As the first step of the study is monitoring the earthquakes events around the predicted fault line by installing a seismograph to determine fault activity. Simultaneously with the construction of earthquake monitoring stations, site characterization studies were carried out at each location, namely in Jatiluhur, Walahar, and Cipamingkis using the Standard Penetration Test (SPT), Microtremor Array and HVSR methods. The results of the field test in the location of Jatiluhur obtained a dominant period ( $T$ ) = 0.77 seconds,  $V_{s30}$  = 274.17 m/sec, bedrock depth 276 m and NSPT30 = 40.05, in Walahar  $T$  = 0.58 seconds,  $V_{s30}$  = 264.35 m/sec, bedrock depth 305 m, NSPT30 = 15.14, while in Cipamingkis  $T$  = 0.37 seconds,  $V_{s30}$  = 269.16 m/sec, bedrock depth 190 m, NSPT30 = 35.83. Based on those results, all of the locations can be classified into medium soil (SD class). This result can be used as a reference for various purposes, including amplification studies and seismic hazard analysis.

**Keywords :** Soil testing, site characterization, amplification, earthquake monitoring, fault line

#### **PENDAHULUAN**

Akhir-akhir ini diskusi tentang Sesar Baribis terus berkembang karena adanya dugaan bahwa sesar tersebut menerus ke bagian barat mendekati wilayah Jakarta dimana data sebelumnya yang telah teridentifikasi dengan baik berada di wilayah timur Jawa Barat yaitu di sekitar Majalengka – Subang

seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1 (PusGen 2017). Hal ini tentunya perlu mendapat perhatian serius dari para ahli kegempaan dikarenakan dampaknya akan cukup besar terhadap kota-kota di sekitarnya. Pemantauan aktivitas kegempaan dari sesar Baribis di bagian barat merupakan salah satu upaya untuk mengetahui secara rinci keaktifan dan



**Gambar 1** Peta Lokasi Pengujian Tanah (Simbol Kotak Warna Hitam), Garis Putus-Putus Warna Hitam Adalah Dugaan Jalur Sesar Baribis (Simandjuntak dan Barber 1996; Koulali et al. 2017) . Garis Warna Merah Adalah Lokasi Sesar Aktif dan Warna Merah Muda Adalah Zona Megathrust (PusGen 2017).

kemenerusan dugaan jalur sesar tersebut. Hal ini sangat penting untuk menentukan strategi dalam upaya mengurangi risiko yang ditimbulkan.

Merujuk kepada peta sumber gempa hasil studi tim PuSGeN (2017), yang mana di wilayah Jawa Barat terdapat beberapa patahan aktif yang bisa memicu gempa bumi kuat antara lain patahan: Cimandiri, Lembang, dll. Selain itu kalau melihat sejarah kegempaan di masa lalu dimana pernah dilaporkan ada beberapa kejadian gempabumi di Jawa Barat yang diduga terkait dengan aktifitas sesar lainnya yang belum teridentifikasi dengan baik tetapi memberikan dampak yang cukup signifikan terhadap kota Jakarta yaitu pada 1780 dan 1834 (Nguyen et al. 2015) dimana dugaan lokasi jalur sesar tersebut memanjang dari Subang ke arah Barat (Simandjuntak dan Barber 1996; Koulali et al. 2017).

Kejadian gempa tersebut di atas merupakan indikasi adanya potensi sumber gempa disekitar Jawa Barat bagian barat, oleh karena itu perlu dilakukan pengamatan terhadap aktifitas kegempaan dengan membangun stasiun monitoring gempa di sekitar dugaan jalur sesar tersebut. Hal ini merupakan salah satu upaya mitigasi dimana data-data kegempaan yang dihasilkan sangat bermanfaat untuk menambah pemahaman yang lebih rinci tentang aktifitas sesar Baribis yang tentunya sangat berpengaruh terhadap tingkat bahaya (*hazard*) gempa. Sebagai langkah awal maka telah dibangun stasiun monitoring gempa di tiga lokasi di sekitar dugaan jalur sesar Baribis yaitu di Jatiluhur, Walahar dan Cipamingkis dimana pada masing-masing lokasi dilakukan pengujian tanah

setempat. Kondisi tanah lokal ini merupakan faktor yang berkontribusi terhadap amplifikasi gelombang gempa (Chimoto et al. 2016).

Gambaran litologi untuk lokasi di Jatiluhur masuk ke dalam Formasi Jatiluhur Anggota Batupasir Kuarsa (Mdq). Formasi ini tersusun atas batupasir kuarsa dan lembar-lembar tipis muskovit dengan kandungan batugamping (Sujatmiko 1972). Sedangkan untuk lokasi Cipamingkis termasuk Formasi Subang Anggota Batulempung (Msc) yang terdiri atas batulempung yang mengandung lapisan batugamping napalan keras, napal, dan lapisan batugamping abu-abu tua setebal 2-3 m (Sujatmiko 1972). Untuk lokasi Walahar termasuk kedalam Endapan Sungai Muda (Qa) dimana formasi ini secara umum tersusun atas endapan pasir, lumpur, kerikil, dan kerakal (Achdan dan Sudana 1992).

Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengetahui hasil pengujian dan interpretasi kondisi geoteknik dan geologi yang meliputi identifikasi kedalaman batuan dasar dan klasifikasi situs sebagai bahan referensi untuk kepentingan analisis kegempaan dan penerapannya di bidang keteknikan.

**METODE**

Lokasi pengujian tanah berada di tiga tempat pemasangan alat seismograf yang dipasang di sekitar dugaan jalur sesar Baribis untuk memantau gempa-gempa yang ditimbulkannya yaitu di lokasi kawasan bendung Jatiluhur tepatnya pada koordinat -6.517°

dan 107.387°, Walarah pada koordinat -6.382° dan 107.361°, dan Cipamingkis pada koordinat -6.499° dan 107.067°.

Beberapa metode uji yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik kondisi geologi dan geoteknik setempat di lokasi pembangunan stasiun seismograf adalah sebagai berikut:

**Microtremor Single Station**

Metode ini cukup sederhana baik dalam analisis maupun operasional di lapangan karena pada dasarnya memanfaatkan data mikrotremor sehingga tidak membutuhkan sumber getar dan durasi pengukurannya dapat dilakukan dalam waktu yang tidak terlalu lama untuk setiap lokasi uji. Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui nilai periode *predominant* (T) di lokasi uji dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertikal Spectral Ratio* (HVSR).

Kurva spektrum berdasarkan hasil analisis ratio antara komponen horizontal terhadap vertikal dianggap lebih stabil dan periode *predominant* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dasar (Nakamura 2000; 2008):

$$S(\omega) \approx \frac{H(\omega)}{V(\omega)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana: S(ω) adalah *spektrum ratio*, H(ω) adalah spektrum untuk komponen horisontal, dan V(ω) adalah spektrum untuk komponen vertikal.

**Microtremor Array**

Aplikasi metode ini sudah banyak dilakukan dalam penyelidikan geoteknik karena operasionalnya relatif sederhana dan sangat efektif untuk menentukan profil bawah permukaan berdasarkan parameter kecepatan gelombang-S (Vs). Survei *microtremor* dengan menggunakan konfigurasi model *array* berbentuk segitiga samasisi memungkinkan untuk melakukan analisis data dengan menggunakan metode *Spatial Autocorrelation* (SPAC) (Okada 2006; Nakahara 2012), dimana penerapan metode ini sudah berhasil dilakukan di Jakarta (Ridwan et al. 2019) dan di cekungan Bandung (Pramatadie et al. 2017).

Survei *microtremor array* dilakukan dengan dua cara yaitu: survei untuk lapisan dalam dengan menggunakan *array* besar berukuran 500, 250 dan 125 m. Hal ini dilakukan untuk mengetahui ketebalan lapisan sedimen yang berada diatas batuan dasar. Durasi pengukuran *microtremor* pada setiap titik dilakukan antara 1 – 3 jam tergantung dari ukuran *array* yang merefleksikan target kedalaman dan informasi yang diperlukan. Cara yang kedua dengan menggunakan *array* kecil berukuran 30, 15 dan 7.5 m untuk mendapatkan Vs30 dan *site class*. Survei

lapisan dangkal dilakukan dengan durasi kurang lebih 45 – 60 menit.

Prosesing data dengan menggunakan metode SPAC dilakukan dengan diawali perhitungan koherensi antar stasiun dan perhitungan koefisien SPAC untuk setiap segitiga *array* dengan menggunakan persamaan:

$$\rho(r, \omega) = \frac{1}{2\pi \cdot \phi(0, \omega)} \int_0^{2\pi} \phi(r, \theta, \omega) d\theta \dots\dots (2)$$

dimana  $\phi(0, \omega)$  adalah fungsi SPAC pada titik pusat *array* melingkar.

Selanjutnya perhitungan kurva dispersi melalui *Bessel function* dan estimasi struktur kecepatan gelombang-S (Vs) diperoleh dengan mengekstrak kurva dispersi gelombang Rayleigh dengan menggunakan algoritma genetika (Yamanaka dan Ishida 1996; Xing dan Mazzotti 2019).

**Standar Penetration Test (SPT)**

Instalasi seismograf pada setiap lokasi stasiun untuk monitoring gempa dirancang dengan menggunakan *seismic borehole* dimana sensornya ditanam di dalam lobang bor pada kedalaman 30 m, sehingga perlu dilakukan pemboran terlebih dahulu. Pada pelaksanaannya dilakukan bersamaan dengan pengujian *Standar Penetration Test* (SPT) sampai kedalaman 30 m dimana uji SPT dan juga pengambilan sampel tanah ini dilakukan pada setiap interval kedalaman 1.5 m.

Pengujian SPT adalah untuk mengetahui ketahanan tanah terhadap penetrasi (nilai N) yang didefinisikan sebagai jumlah pukulan untuk memasukkan *split spoon* sedalam 15 cm dengan menggunakan palu seberat 63,5 kg dan dijatuhkan pada ketinggian 0,76 m (Irsyam, Sahadewa, dan Daryanto 2018).

**HASIL PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Microtremor Single Stasion**

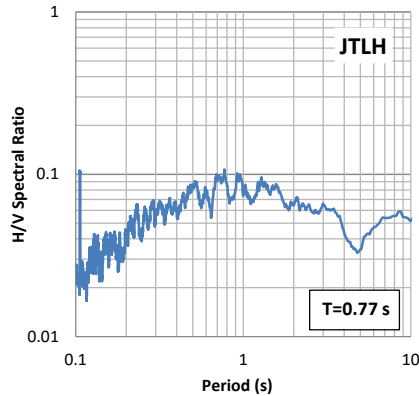
Pengujian *microtremor single stasion* pada setiap lokasi dilakukan dengan menggunakan satu unit peralatan *Microtremor Recording Unit* (MRU) dengan sensitivitas sensor yang sangat tinggi. Durasi perekaman data lapangan masing-masing dilakukan kurang lebih selama 15 menit dan analisis data dilakukan dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

Hasil pengujian *microtremor single stasion* untuk setiap lokasi adalah sebagai berikut:



**Lokasi Bendung Jatiluhur (Kab. Purwakarta)**

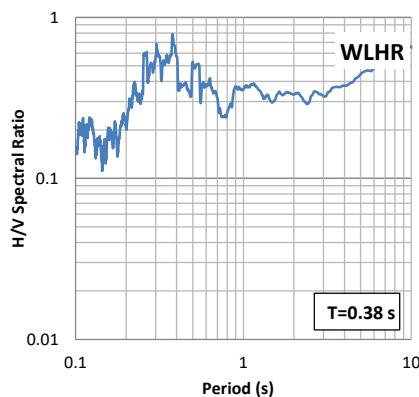
Lokasi pengujian berada tepat di lokasi pembangunan *shelter* yang berjarak beberapa ratus meter dari tubuh bendungan. Hasil pengolahan data *microtremor single stasion* di lokasi ini diperlihatkan pada Gambar 2 berupa kurva HVSR dimana pada lokasi ini diperoleh nilai periode predominan pada 0.77 detik.



**Gambar 2** Kurva HVSR di Lokasi Jatiluhur

**Lokasi Bendung Walahar (Kab. Karawang)**

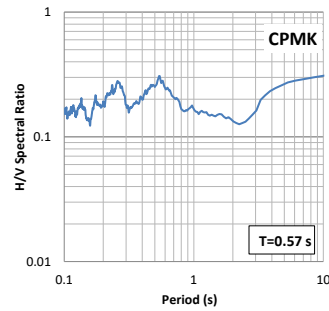
Lokasi pengujian berada di sekitar bangunan *shelter* di halaman kantor PU yang berjarak kurang dari 100 m dari tubuh bendung Walahar. Pada Gambar 3 memperlihatkan kurva HVSR hasil pengolahan data *microtremor* dilokasi bendung Walahar dimana nilai perioda predominan di lokasi ini berada pada 0.38 detik.



**Gambar 3** Kurva HVSR di Lokasi Walahar

**Lokasi Bendung Cipamingkis (Kab. Bogor)**

Lokasi pembangunan *shelter* di lokasi Cipamingkis berjarak sekitar 200 m dari tubuh bendung dan berada di pinggir sungai dimana pengujian mikrotremor dilakukan di halaman depan bangunan *shelter*. Hasil pengolahan data dengan metode Nakamura diperoleh kurva HVSR seperti diperlihatkan pada Gambar 4 dimana nilai periode predominan berada pada 0.57 detik.



**Gambar 4** Kurva HVSR di Lokasi Cipamingkis

**Hasil Pengujian Microtremor Array**

Pengujian *microtremor array* dimaksudkan untuk mendapatkan profil tanah berdasarkan parameter kecepatan gelombang-S baik untuk lapisan dangkal maupun lapisan dalam. Lokasi titik uji *microtremor array* dilakukan pada lokasi pemboran dan SPT dengan menggunakan konfigurasi segitiga samasisi dengan ukuran *array* 30 meter untuk survei lapisan dangkal dan 500 m untuk survei lapisan dalam. Akuisisi data *microtremor* dilakukan selama 1 – 2 jam untuk setiap segitiga *array*.

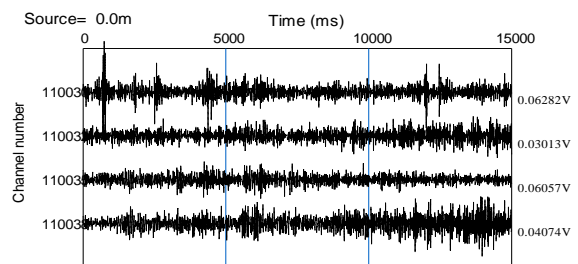
Hasil pengujian *microtremor array* untuk setiap lokasi adalah berikut ini:

**Lokasi Bendung Jatiluhur (Kab. Purwakarta)**

Konfigurasi *array* untuk Survei lapisan dalam di lokasi Jatiluhur dirancang dengan tiga buah segitiga samasisi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 5a, sedangkan Gambar 5b adalah contoh rekaman data *microtremor* untuk setiap stasiun pengamatan.



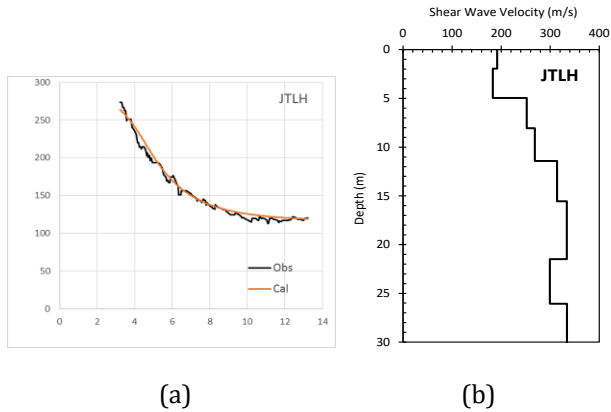
(a)



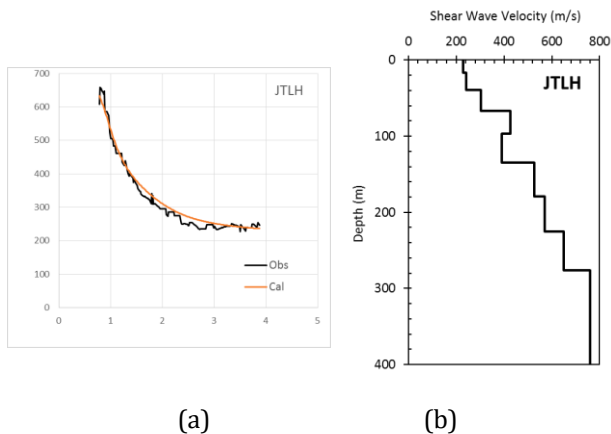
(b)

**Gambar 5** (a) Konfigurasi *Array* Segitiga untuk Pengukuran Mikrotremor *Array* Lapisan Dalam dan (b) Contoh Rekaman Data Mikrotremor untuk Setiap *Array* Segitiga Di Sekitar Bendung Jatiluhur

Hasil pengolahan data diperlihatkan pada Gambar 6 yang berupa kurva dispersi dan profil Vs 1D untuk lapisan dangkal dan Gambar 7 untuk lapisan dalam. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, di lokasi Jatiluhur diperoleh kedalaman batuan dasar pada 276 m dan Vs30 diperoleh 191.1 m/s yang mana pada lokasi ini dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD)(BSN 2019).



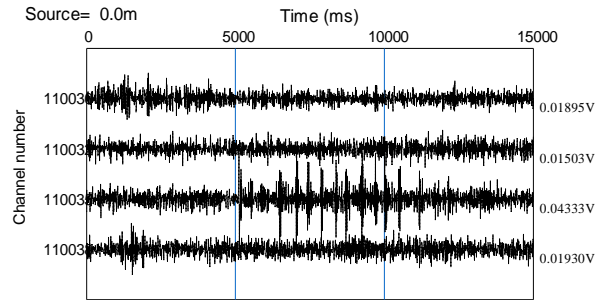
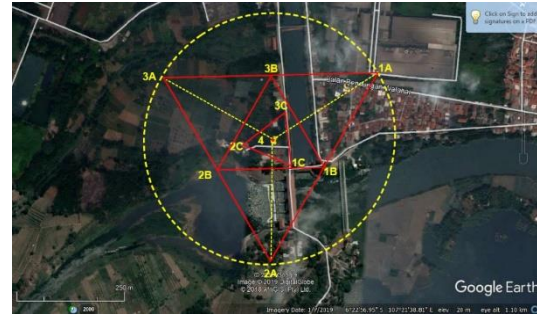
**Gambar 6** Hasil Pengolahan Data di Lokasi Jatiluhur untuk Lapisan Dangkal, (a) *Fitting* Kurva Dispersi Hasil Perhitungan dan Pengukuran, (b) Profil Vs 1-D terhadap Kedalaman



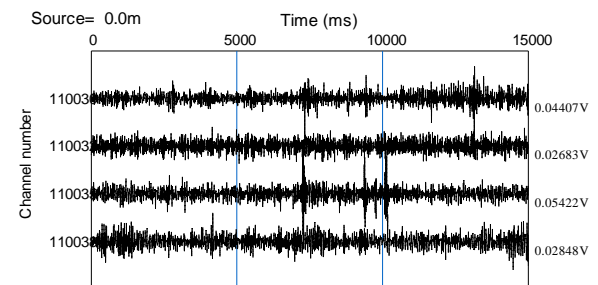
**Gambar 7** Hasil Pengolahan Data di Lokasi Jatiluhur untuk Lapisan Dalam, (a) *Fitting* Kurva Dispersi Hasil Perhitungan dan Pengukuran, (b) Profil Vs 1-D terhadap Kedalaman

**Lokasi Bendung Walahar (Kab. Karawang)**

Gambar konfigurasi *array* di lokasi bendung Walahar diperlihatkan pada Gambar 8 yang terdiri dari 3 buah segitiga *array* dengan ukuran terbesar 500 m dan contoh rekaman data *microtremor* untuk masing-masing segitiga *array*, sedangkan untuk Survei lapisan dangkal digunakan konfigurasi *array* seperti diperlihatkan pada Gambar 9 dengan ukuran *array* segitiga besar 30 m.



**Gambar 8** Konfigurasi *Array* Segitiga untuk Pengukuran Mikrotremor *Array* Lapisan Dalam dan Contoh Rekaman Data Microtremor untuk Setiap *Array* Segitiga Di Sekitar Bendung Walahar

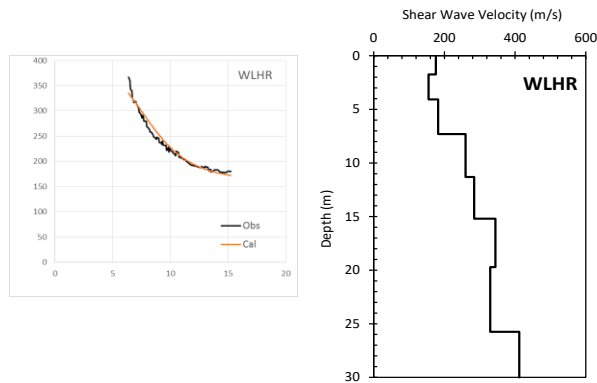


**Gambar 9** (a) Konfigurasi *Array* Segitiga untuk Pengukuran Mikrotremor *Array* Lapisan Dangkal dan (b) Contoh Rekaman Data *Microtremor* untuk Setiap *Array* Segitiga di Sekitar Bendung Walahar

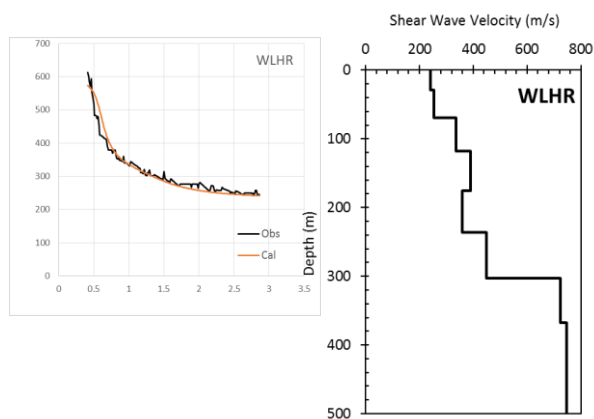
Hasil pengolahan data untuk Survei lapisan dangkal diperlihatkan pada Gambar 10 yang berupa *fitting* kurva dispersi dan profil Vs 1D sampai kedalaman

30m, sedangkan untuk lapisan dalam diperlihatkan pada Gambar 11.

Berdasarkan hasil tersebut, di lokasi bendung Walahar diperoleh posisi batuan dasar pada kedalaman 305 m dan Vs30 adalah 275,8 m/s yang dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD) (BSN 2019).



**Gambar 10** Hasil Pengolahan Data di Lokasi Walahar untuk Lapisan Dangkal, (a) *Fitting* Kurva Dispersi Hasil Perhitungan dan Pengukuran, (b) Profil Vs 1-D terhadap Kedalaman

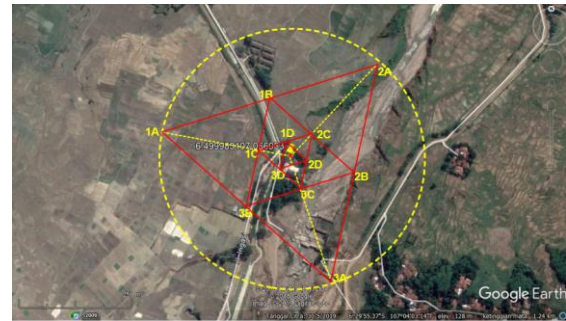


**Gambar 11** Hasil Pengolahan Data di Lokasi Walahar untuk Lapisan Dalam, (a) *Fitting* Kurva Dispersi Hasil Perhitungan dan Pengukuran, (b) Profil Vs 1-D terhadap Kedalaman

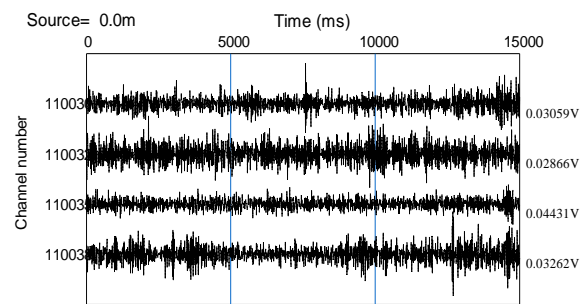
**Lokasi Bendung Cipamingkis (Kab. Bogor)**

Survei lapisan dalam di lokasi bendungan Cipamingkis menggunakan konfigurasi seperti diperlihatkan pada Gambar 12 dimana ukuran segitiga terbesar sama dengan lokasi lainnya yaitu 500 m, sedangkan untuk survei lapisan dangkal digunakan ukuran segitiga terbesar 30m.

Hasil pengujian *microtremor array* di lokasi bendung Cipamingkis diperoleh profil Vs 1-D seperti diperlihatkan pada Gambar 13 dimana untuk lapisan dangkal diperoleh nilai Vs30 sebesar 218,8 m/detik yang menunjukkan jenis tanah di lokasi ini dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD) (BSN, 2019), sedangkan posisi batuan dasar dengan kriteria Vs = 750 m/detik diperlihatkan pada Gambar 14 yang berada pada kedalaman sekitar 190 m.

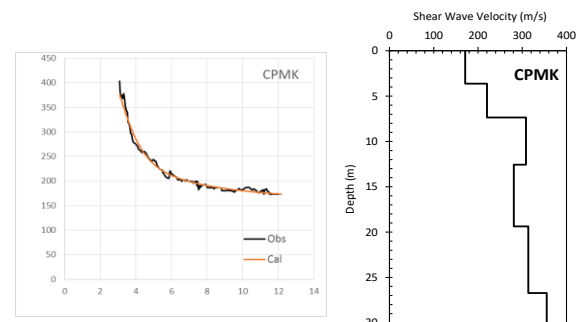


(a)

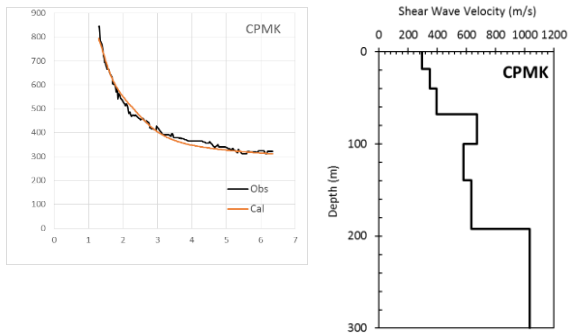


(b)

**Gambar 12** (a) Konfigurasi Array Segitiga untuk Pengukuran *Microtremor Array* Lapisan Dalam dan (b) Contoh Rekaman Data *Microtremor* untuk Setiap Array Segitiga di Sekitar Bendung Cipamingkis



**Gambar 13** Hasil Pengolahan Data di Lokasi Cipamingkis untuk Lapisan Dangkal, (a) *Fitting* Kurva Dispersi Hasil Perhitungan dan Pengukuran, (b) Profil Vs 1-D terhadap Kedalaman



**Gambar 14** Hasil Pengolahan Data di Lokasi Cipamingkis untuk Lapisan Dalam, (a) *Fitting* Kurva Dispersi Hasil Perhitungan dan Pengukuran, (b) Profil Vs 1-D terhadap Kedalaman.

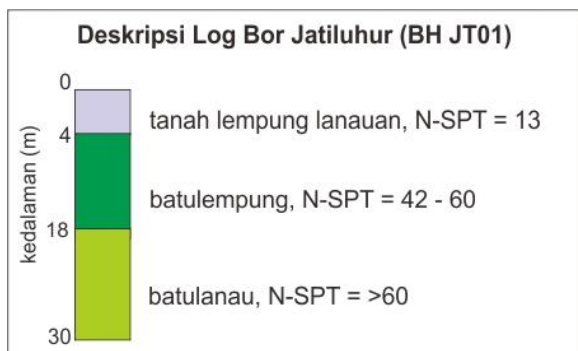
**Pemboran dan Pengujian SPT**

Pemboran tanah untuk instalasi *seismic borehole* dilakukan bersamaan dengan pengujian SPT sampai kedalaman 30 m dengan interval setiap kedalaman 1,5 m dan pengambilan sampel tanah untuk mendapatkan parameter-parameter tanah antara lain *relative density* atau konsistensi subsoil.

Hasil pemboran, pengujian SPT dan deskripsi lapisan tanah pada masing-masing lokasi adalah sebagai berikut:

**Lokasi Bendung Jatiluhur (Kab. Purwakarta)**

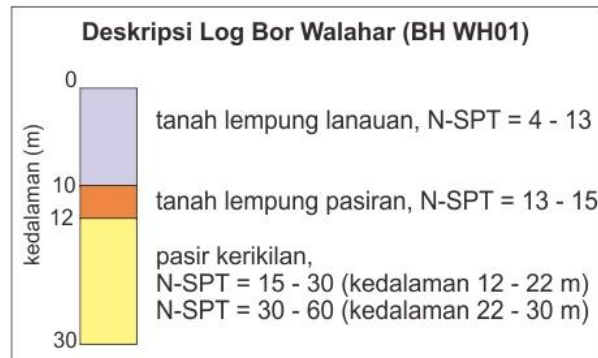
Deskripsi lapisan tanah pada kedalaman sampai 4 m berupa lapisan lempung lanauan yang kaku dengan nilai NSPT 13, selanjutnya pada kedalaman 4–18 m mayoritas berupa lempung keras dengan nilai NSPT 42–60. Kemudian pada kedalaman 18–30 m sebagian besar berupa lapisan lanau dengan nilai NSPT 60. Secara lengkap urutan lapisan tanah dan nilai NSPT diperlihatkan pada Gambar 15, dimana nilai NSPT 30 untuk lokasi ini yaitu 40,05 yang dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD) (BSN 2019).



**Gambar 15** Jenis Lapisan Tanah dan Nilai NSPT di Lokasi Jatiluhur (Pusperkim 2019)

**Lokasi Bendung Walahar (Kab. Karawang)**

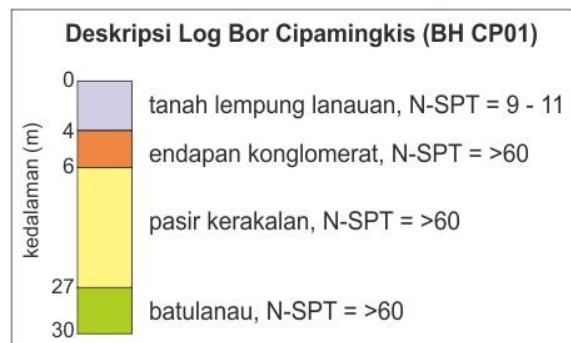
Pada lokasi ini lapisan tanah sampai kedalaman 10 m berupa lempung dan lempung lanauan dengan nilai NSPT antara 4–13. Selanjutnya pada kedalaman 10–12 m berupa lempung pasir, dan pada kedalaman 12–30 m berupa pasir kerikilan dengan kepadatan sedang-sangat padat dan nilai NSPT 15–60 dengan urutan seperti diperlihatkan pada Gambar 16. Nilai NSPT30 lokasi ini adalah 15,14 yang dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD) (BSN, 2019).



**Gambar 16** Jenis Lapisan Tanah dan Nilai NSPT di Lokasi Walahar (Pusperkim 2019)

**Lokasi Bendung Cipamingkis (Kab. Bogor)**

Lapisan tanah di lokasi ini hingga kedalaman 4 m berupa lapisan lempung dengan nilai NSPT antara 9–11, pada kedalaman 5–10 m berupa bongkah bercampur pasir kerakalan yang sangat padat dengan nilai NSPT > 60, pada 10–27 m berupa pasir kerakalan yang sangat padat dengan nilai NSPT > 60 dan pada 27–30 m berupa batulanau padat dengan nilai NSPT > 60. Gambar 17 memperlihatkan urutan lapisan tanah dan nilai NSPT dimana nilai NSPT 30 diperoleh 35,83 yang diklasifikasikan ke dalam jenis tanah sedang (SD) (BSN 2019)

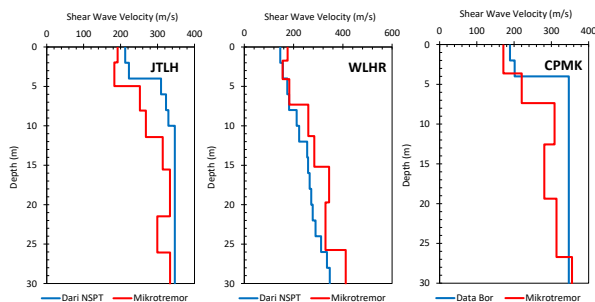


**Gambar 17** Jenis Lapisan Tanah dan Nilai NSPT di Lokasi Cipamingkis (Pusperkim 2019)

## Perbandingan Hasil Uji SPT dan *Mikrotremor Array*

Korelasi empiris antara SPT dan Vs menjadi sangat penting untuk menyelesaikan kekurangan data-data tanah untuk kepentingan analisis bahaya gempa untuk berbagai jenis tanah secara spesifik (Kirar, Maheshwari, dan Muley 2016; Thokchom et al. 2017). Berdasarkan hasil uji SPT dan *mikrotremor array* seperti yang telah dibahas sebelumnya menghasilkan profil tanah sampai kedalaman 30 m yang memperlihatkan gambaran kondisi bawah permukaan di setiap lokasi uji. Untuk mengetahui korelasi antara hasil uji SPT dan *mikrotremor array* maka nilai  $N_{SPT}$  dikonversi ke dalam kecepatan gelombang-S ( $V_s$ ) dengan menggunakan persamaan empiris  $V_s = 85,35N^{0,348}$  (Ohta dan Goto 1978).

Kurva Vs terhadap kedalaman berdasarkan hasil uji dari kedua metode tersebut memperlihatkan korelasi yang cukup baik seperti diperlihatkan pada Gambar 18 dimana kecenderungan kurvanya secara umum memperlihatkan pola yang hampir mirip, adapun perbedaan pada beberapa bagian kedalaman kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: lokasi titik uji ada jarak beberapa meter dikarenakan kesulitan menempatkan sensor di lapangan, selain itu juga akurasi data pada saat pengambilan data di lapangan sangat menentukan baik dengan metode *mikrotremor array* maupun pada saat pelaksanaan pengujian SPT.



**Gambar 18** Perbandingan Profil Tanah Berdasarkan Nilai Vs dari Hasil Uji *Microtremor Array* dan Konversi Nilai NSPT di Lokasi Walahar, Jatiluhur, dan Cipamingkis.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *mikrotremor array* dan *Standard Penetration Test* (SPT) di 3 lokasi pembangunan stasiun monitoring gempabumi diketahui kondisi geologi dan geoteknik masing-masing lokasi sebagai berikut: untuk lokasi kawasan Jatiluhur ditemukan kedalaman batuan dasar yang cukup dalam yaitu sekitar 276 m, sedangkan untuk kedalaman 30m teratas diperoleh nilai  $V_{s30} = 274,17$

m/det dan  $NSPT_{30} = 40,05$  dimana jenis tanahnya dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD).

Kedalaman batuan dasar pada lokasi kawasan Walahar adalah lebih dalam lagi yaitu sekitar 305 m dengan nilai  $V_{s30} = 264,35$  m/det dan  $NSPT_{30} = 15,14$  dimana jenis tanah ini dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD). Di lokasi berikutnya adalah lokasi Cipamingkis dimana ditemukan kedalaman batuan dasar yang cukup dalam yaitu sekitar 190 m. Lokasi ini memiliki periode *predominant* tanah 0,37 detik, nilai  $V_{s30}$  diperoleh 269,16 m/det dan  $NSPT_{30} = 35,83$ . Jenis tanah di lokasi ini dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (SD).

Parameter-parameter geologi dan geoteknik dari seluruh lokasi diatas menggambarkan karakteristik batuan dan tanah lokal yang merupakan faktor penting dalam melakukan evaluasi faktor amplifikasi dan perhitungan bahaya gempa baik yang dipicu oleh aktivitas dugaan sesar Baribis maupun sumber gempa lainnya. Dengan data-data geoteknik yang lengkap serta data-data kegempaan yang diperoleh pada setiap stasiun monitoring gempa maka akan lebih meningkatkan pemahaman tentang pengaruh tanah lokal terhadap kegempaan untuk berbagai kepentingan baik keilmuan maupun terapan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan studi ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para penelaah dan tim redaksi atas masukan konstruktif untuk penyempurnaan karya tulis ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standar Nasional. 2019. “SNI -1726-2019: Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Rumah dan Gedung.”
- [PuSGeN] Pusat Studi Gempa Nasional. 2017. “Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.”
- [Pusperkim] Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Kementerian PUPR. 2019. “Pengkajian Keaktifan Sesar Baribis – Jakarta dan Interpretasi Jalur Penyebarannya, Laporan Teknis.” 2019.

- Achdan, A., dan D. Sudana. 1992. "Peta Geologi Lembar Karawang." Bandung: Direktorat Geologi Departemen Pertambangan dan Energi.
- Chimoto, K., Hi. Yamanaka, S. Tsuno, H. Miyake, dan N. Yamada. 2016. "Estimation of Shallow S-wave Velocity Structure using Microtremor Array Exploration at Temporary Strong Motion observation Stations for Aftershocks of the 2016 Kumamoto Earthquake." *Earth, Planets and Space* 68 (1): 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40623-016-0581-3>.
- Irsyam, M., A. Sahadewa, dan H. Daryanto. 2018. "Dinamika Tanah dan Fondasi Mesin." ITB.
- Kirar, B., B. K. Maheshwari, dan P. Muley. 2016. "Correlation Between Shear Wave Velocity (Vs) and SPT Resistance (N) for Roorkee Region." *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering* 2 (1): 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40891-016-0047-5>.
- Koulali, A., S. McClusky, S. Susilo, Y. Leonard, P. Cummins, P. Tregoning, I. Meilano, J. Efendi, dan A. B. Wijanarto. 2017. "The Kinematics of Crustal Deformation in Java from GPS Observations: Implications for Fault Slip Partitioning." *Earth and Planetary Science Letters* 458: 69-79. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.10.039>.
- Nakahara, Hisashi. 2012. "Formulation of the Spatial Autocorrelation (SPAC) Method in Dissipative Media." *Geophysical Journal International* 190 (3): 1777-83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2012.05591.x>.
- Nakamura, Yutaka. 2000. "Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and its Applications." In *Proceedings of the 12th world conference on ...*, Paper no. 2656. [http://www.sdr.co.jp/papers/n\\_tech\\_and\\_application.pdf](http://www.sdr.co.jp/papers/n_tech_and_application.pdf).
- . 2008. "On the H/V spectrum." In *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*, 1-10.
- Nguyen, N., J. Griffin, A. Cipta, dan P.R Cummins. 2015. *Indonesia's Historical Earthquakes: Modelled Examples for Improving the National Hazard Map*. Canberra: Geoscience Australia. <https://doi.org/10.11636/record.2015.023>.
- Ohta, Y., dan N. Goto. 1978. "Empirical Shear Wave Velocity Equations in Terms of Characteristic Soil Indexes." *Earthquake Engineering & Structural Dynamics* 6 (2): 167-87. <https://doi.org/10.1002/eqe.4290060205>.
- Okada, Hiroshi. 2006. "Theory of Efficient Array Observations of Microtremors with Special Reference to the SPAC Method." *Exploration Geophysics* 37 (1): 73-85. <https://doi.org/10.1071/EG06073>.
- Pramatadie, A. M., H. Yamanaka, K. Chimoto, Afnimar, K. Koketsu, Mi. Sakaue, H. Miyake, I. W. Sengara, dan I.A. Sadisun. 2017. "Microtremor Exploration for Shallow S-Wave Velocity Structure in Bandung Basin, Indonesia." *Exploration Geophysics* 48 (4): 401-12. <https://doi.org/10.1071/EG16043>.
- Ridwan, M., P. R. Cummins, S. Widiyantoro, dan M. Irsyam. 2019. "Site Characterization using Microtremor Array and Seismic Hazard Assessment for Jakarta, Indonesia." *Bulletin of the Seismological Society of America* 109 (6): 2644-57. <https://doi.org/10.1785/0120190040>.
- Simandjuntak, T. O., dan A. J. Barber. 1996. "Contrasting Tectonic Styles in the Neogene Orogenic Belts of Indonesia." *Geological Society Special Publication* 106 (106): 185-201. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1996.106.01.12>.
- Sujatmiko. 1972. *Peta Geologi Lembar Cianjur*. Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi Departemen Pertambangan dan Energi.
- Thokchom, S., B. K. Rastogi, N. N. Dogra, V. Pancholi, B. Sairam, F. Bhattacharya, dan V. Patel. 2017. "Empirical Correlation of SPT Blow Counts Versus Shear Wave Velocity for Different Types of Soils in Dholera, Western India." *Natural Hazards* 86 (3): 1291-1306. <https://doi.org/10.1007/s11069-017-2744-3>.
- Xing, Z., dan A. Mazzotti. 2019. "Two-grid Full-Waveform Rayleigh-Wave Inversion via a Genetic Algorithm - Part 1: Method and Synthetic Examples." *Geophysics* 84 (5): R805-14. <https://doi.org/10.1190/GEO2018-0799.1>.
- Yamanaka, H., dan H. Ishida. 1996. "Application of Genetic Algorithms to an Inversion of Surface-Wave Dispersion Data." *Bulletin of the Seismological Society of America* 86 (2): 436-44.

## KOMBINASI ABU DASAR BATU BARA DAN ABU VULKANIK SEBAGAI MATERIAL BETON

### *Combination of Bottom Ash and Volcanic Ash as Concrete Materials*

Virgo Erlando Purba, Novdin Manoktong Sianturi, Deardo Samuel Saragih, Dermina Roni  
Santika Damanik

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Simalungun,  
Jalan Sisingamangaraja Barat, Bah Kabul, Siantar Sitalasari, Kota Pematang Siantar, 21142  
Surel: virgoepurba@gmail.com, snovdinm@gmail.com, deardosamuel@gmail.com,  
dermina.damanik@gmail.com

Diterima : 21 November 2020;

Disetujui : 19 Januari 2021

#### **Abstrak**

Beton membutuhkan campuran dari bahan yang optimal ditinjau dari penggunaan bahan yang minimum dengan kekuatan standar dan ekonomis dalam hal biaya total struktur beton. Material alternatif perlu dipertimbangkan, selain untuk mengurangi dampak negatif pada masyarakat juga dapat berdampak dalam hal peningkatan ekonomi masyarakat sekitar. Abu vulkanik berpotensi mengganti sebagian semen dan limbah bottom ash sebagai pengganti agregat halus, untuk itu perlu penelitian seberapa besar jumlahnya dan seberapa lama waktu yang diperlukan dalam menghasilkan kekuatan tekan yang mendekati beton normal tanpa bahan tambahan. Metode penelitian dilakukan dengan eksperimen di laboratorium menggunakan benda uji beton dengan campuran 5-12,5% kombinasi abu vulkanik dan bottom ash. Campuran ini dicetak membentuk kubus 15 x 15 x 15 cm dan diuji menggunakan alat kekuatan tekan berdasarkan acuan SNI 03-2847-2002. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi campuran AV-BA maksimum 10% dapat meningkatkan kekuatan tekan beton pada umur 28 hari, namun kekuatan tekan beton dengan campuran AV-BA di atas 10% lebih kecil daripada kekuatan tekan beton tanpa AV-BA. Abu vulkanik dan bottom ash dapat digunakan sebagai campuran beton dengan batas penggunaan maksimum sebesar 10% AV-BA untuk mendapatkan mutu beton sedang.

**Kata Kunci:** Beton, abu vulkanik, bottom ash, kekuatan tekan beton, umur beton

#### **Abstract**

The concrete requires an optimal mixture of materials in terms of the minimum use of materials with standard strength and is economical in terms of the total cost of the concrete structure. Alternative materials need to be considered, in addition to reducing the negative impact on society, it can also have an impact on improving the economy of the surrounding community. Volcanic ash has the potential to partially replace cement and bottom ash waste as a substitute for some of the fine aggregate. Therefore, it is necessary to study the amount and how long it takes to produce a compressive strength that is close to normal concrete without additional materials. The research method was carried out by experiment in the laboratory using concrete specimens with a mixture of 5-12.5% combination of volcanic ash and bottom ash. This mixture is molded to form a 15 x 15 x 15 cm cube and tested using a compressive strength device based on the SNI 03-2847-2002 reference. The results showed that the combination of AV-BA mixture with a maximum of 10% can increase the compressive strength of concrete at the age of 28 days, but the compressive strength of concrete with AV-BA mixture above 10% is smaller than the compressive strength of concrete without AV-BA. Volcanic ash and bottom ash can be used as a concrete mixture with a maximum usage limit of 10% AV-BA to obtain moderate concrete quality.

**Keywords:** Concrete, volcanic ash, bottom ash, compressive strength, age of concrete

#### **PENDAHULUAN**

Beton merupakan bahan campuran material semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah jika diperlukan. Pengerasan beton akan segera terjadi karena adanya peristiwa ikatan antara air dan semen, dimana massa beton tersebut akan bertambah kekuatan seiring dengan bertambahnya umur beton.

Proporsi campuran beton seharusnya menghasilkan suatu proses campuran bahan yang optimal dan kekuatan maksimum. Menurut Mulyono (2003), bahan yang optimal diartikan sebagai penggunaan bahan yang minimum dengan kriteria standar dan ekonomis dalam hal biaya total dari suatu struktur beton. Bahan-bahan ekonomis dapat diperoleh

melalui penggunaan bahan alternatif dengan tetap memperhatikan kekuatan standar dari beton. Bahan-bahan tambahan yang dapat mengganti fungsi semen sebagai pengikat menggunakan abu vulkanik, sedangkan agregat halus atau pasir sebagai bahan pengisi dapat diganti dengan abu dasar batu bara (*bottom ash*).

Penggunaan abu vulkanik erupsi Gunung Sinabung sebagai pengganti sebagian semen dengan campuran di atas 5% terhadap berat semen dapat menghasilkan beton struktural (Sudarmadji dan Hamdi 2014). Sedangkan abu vulkanik Gunung Sinabung dapat meningkatkan kekuatan tekan beton pada campuran 2-4% (Susanti, Tambunan, et al. 2018)

Abu vulkanik Merapi dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan bahan-bahan konstruksi seperti beton (Kurniawan, Sebayang, dan Muljadi 2011). Nilai kekuatan tekan beton tertinggi yang didapatkan akibat penggantian sebagian semen dengan abu vulkanik 10% adalah 29,65 MPa lebih tinggi 5,46% daripada kekuatan tekan beton normal yang hanya 28,115 MPa (Ariyani dan Luser 2013). Peningkatan kekuatan tekan beton dengan penambahan abu vulkanik disebabkan oleh butiran abu vulkanik halus yang mengisi rongga-rongga butiran agregat sehingga dapat memperkecil rongga dan menambah kekuatan tekan beton. Abu vulkanik memiliki berat jenis yang lebih kecil dibandingkan dengan semen (Sudarmadji dan Hamdi 2014). Dengan demikian beton yang dihasilkan akan semakin ringan, hal ini akan semakin baik untuk konstruksi beton. Abu vulkanik mengandung silika yang cukup tinggi, sifat ini dapat menyerupai karakteristik semen untuk digunakan sebagai campuran beton. Karakteristik abu vulkanik menunjukkan kandungan SiO<sub>2</sub> sekitar 40%, berat jenis sekitar 3,04, dan berat isi sebesar 1,649 t/m<sup>3</sup> (Olawuyi dan Olusola 2010).

Olawuyi dan Olusola (Olawuyi dan Olusola 2010) menggunakan campuran beton dengan 10%, 20%, dan 30% abu vulkanik. Nilai kekuatan tekan beton tanpa abu vulkanik pada umur beton 28 hari didapatkan sebesar 100 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tekan beton dengan abu vulkanik di antaranya 87 N/mm<sup>2</sup> untuk 10% abu vulkanik, 79 N/mm<sup>2</sup> untuk abu vulkanik 20%, dan 72 N/mm<sup>2</sup> untuk 30% abu vulkanik. Kekuatan tekan beton campuran abu vulkanik di atas 10% mengalami penurunan dibandingkan beton tanpa abu vulkanik.

Material lainnya yang dapat dimanfaatkan dari limbah vulkanik adalah pasir lahar dingin. Pasir lahar dingin Merapi memperlihatkan kekuatan tekan beton yang mendekati sama dengan pasir sungai (Bale 2011). Hasil uji kekuatan beton dapat melampaui

beton dengan kekuatan tekan 15 MPa. Material abu vulkanik memiliki karakteristik yang menyerupai semen, sehingga material ini dapat berpotensi mengganti sebagian semen untuk campuran beton (Bayuaji et al. 2011).

Penggunaan 10% abu vulkanik sebagai pengganti semen menunjukkan nilai kekuatan tekan beton mendekati beton normal tanpa abu vulkanik pada umur beton 28 hari (Olawuyi dan Olusola 2010). Limbah vulkanik berupa pasir lahar dingin mempunyai performa yang baik pada umur beton 7 hari maupun 28 hari (Bale 2011). Pasir lahar dingin dari limbah vulkanik untuk campuran beton dapat menghasilkan nilai kekuatan tekan di atas 15 MPa sebagai syarat minimum nilai kekuatan tekan beton (Bale 2011).

Pemanfaatan limbah vulkanik dapat menguntungkan jika ditinjau dari dampak lingkungan maupun kemanfaatannya sebagai material alternatif untuk bahan bangunan. Hal ini dapat memicu motivasi kepada masyarakat untuk berupaya mengumpulkan limbah ini, karena memiliki kelebihan dalam hal sifat teknis dan komersial (Bale 2011). Menurut Nainggolan et al. (2019), erupsi Gunung Sinabung memberikan dampak yang buruk pada masyarakat di antaranya mengakibatkan memburuknya fasilitas umum, berkurangnya akses masyarakat terhadap air bersih, terganggunya akses masyarakat terhadap kebutuhan listrik, layanan kesehatan memburuk, dan terkendalanya anak-anak dalam melanjutkan pendidikan.

Material alternatif lainnya menurut Sivakumar dan Kameshwari (2015), sebagai bahan campuran beton dapat dikembangkan dari limbah *bottom ash*. Agregat halus dapat diganti dengan *bottom ash* untuk campuran beton, namun dengan penggantian di atas 10% pengurangan kekuatan tekan beton cukup signifikan (Sivakumar dan Kameshwari 2015). Nilai kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh material yang digunakan, baik kualitas semen, maupun agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir).

Agregat halus dapat digantikan dengan *bottom ash* untuk campuran beton pada jumlah tertentu. Hasil yang baik didapatkan bahwa dengan persentase sekitar 5% nilai kekuatan tekan beton hampir sama dengan 0%, namun untuk penggantian material sampai 30% penurunan kekuatan tekan cukup signifikan. Jumlah *bottom ash* untuk menggantikan sebagian material pasir dibatasi untuk hasil yang lebih baik. Nilai kekuatan tekan beton dengan campuran *bottom ash* mendekati sama dengan beton normal pada jumlah *bottom ash* di bawah 10% (Susanti, Hadi, et al. 2018)



Sifat utama beton adalah memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik. Beberapa jenis beton dibagi berdasarkan kekuatan tekan, di antaranya beton sederhana dengan kekuatan tekan hingga 10 MPa, beton normal dengan kekuatan tekan berkisar 15-30 MPa, dan beton prategang dengan kekuatan tekan berkisar 30-40 MPa (Tjokrodinuljo 2007).

Struktur beton memerlukan biaya yang cukup tinggi dan memberikan berat beton yang besar, sehingga akan mempengaruhi sistem perancangan penulangan yang cukup besar, untuk itu dicari alternatif lain dengan mengganti sebagian material beton dengan bahan yang ringan seperti abu vulkanik sebagai pengganti semen dan abu dasar batubara (*bottom ash*) sebagai pengganti agregat halus, sehingga dapat mengurangi berat beton dengan tetap mempertahankan kekuatan tekannya, dan dapat mengurangi jumlah tulangan yang diperlukan.

Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengujian kekuatan tekan beton dengan pemanfaatan limbah abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen dan *bottom ash* sebagai pengganti sebagian agregat halus untuk mengetahui pengaruh terhadap kekuatan tekan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Proses pengerasan terjadi karena adanya reaksi kimiawi antara air dengan semen yang berlangsung dari waktu ke waktu. Hal ini menyebabkan kekerasan beton terus bertambah sejalan dengan bertambahnya waktu. Beton normal mempunyai berat satuan minimum sebesar 2200 kg/m<sup>3</sup> dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Mutu beton dan penggunaannya dikelompokkan seperti pada Tabel 1 Pd T-07-2005-B (DPU 2000). Hal ini dapat digunakan sebagai acuan penggunaan beton sesuai dengan mutunya.

Menurut SNI 03-2847-2002, semua bahan beton harus diaduk secara seksama dan harus dituangkan seluruhnya sebelum pencampuran diisi kembali (BSN 2002). Material-material beton perlu dicampur secara menyeluruh sampai semua bahan pembentuknya terdistribusi, agar beton mempunyai kualitas yang baik dan seragam.

Metode uji untuk keseragaman pencampuran sangat tergantung pada banyak faktor termasuk ukuran adukan, kekakuan adukan, ukuran dan gradasi agregat, serta efisiensi pencampur. Waktu pencampuran yang terlalu lama harus dihindari untuk menjaga agar agregat tidak terkikis.

**Tabel 1** Mutu Beton dan Penggunaan (Pd T-07-2005-B Departemen Pekerjaan Umum)

Jenis beton	f <sub>c</sub> (MPa)	Uraian
Mutu tinggi	35-65	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya
Mutu sedang	20-35	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan
Mutu rendah	15-20	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu
	10-15	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Campuran percobaan harus dibuat dan diuji dengan rancangan campuran serta bahan sesuai dengan SNI 03-2834-2000 (BSN 2000). Campuran beton memenuhi ketentuan kelecakan yang dinyatakan dengan nilai *slump*. Nilai *slump* untuk keperluan berbagai pekerjaan beton dapat menggunakan Tabel 2 (Pd T-07-2005-B Departemen Pekerjaan Umum).

**Tabel 2** Nilai *Slump* untuk Pekerjaan Beton

No.	Uraian	<i>Slump</i>
1.	Dinding, pondasi pelat dan pondasi telapak bertulang	5,0–12,5
2.	Pondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi bawah tanah	2,5–9,0
3.	Pelat, balok, kolom dan dinding	7,5–15,0
4.	Perkerasan jalan	5,0–7,5
5.	Pembetonan massal	2,5–7,5

Susanti, Tambunan, et al. (2018) menyatakan bahwa penggunaan abu vulkanik pada campuran beton dengan umur 28 hari didapat nilai kekuatan tekan yang lebih tinggi dari beton normal dengan persentase campuran di bawah 5%. Hasil penelitian ini menunjukkan nilai kekuatan beton normal sebesar 21,07 MPa, sedangkan beton dengan 2% dan 4% abu vulkanik menghasilkan kekuatan beton masing-masing 23,60 MPa dan 21,80 MPa. Kekuatan beton dengan 6% dan 8% abu vulkanik didapatkan nilai yang lebih daripada beton normal tanpa campuran abu vulkanik. Zeyad, Khan, dan Tayeh (2020) menggunakan abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen dengan penambahan polypropylene fiber. Kekuatan tekan maksimum didapat pada campuran beton dengan abu vulkanik 10% dan polypropylene fiber 0,20%.

Tata cara pengujian mengacu pada SNI 03-2847-2002. Peraturan pengujian bahan dijelaskan pada pasal 5, Semen harus memenuhi ketentuan di SNI 15-2049-1994 untuk semen portland (BSN 1994). Agregat untuk beton harus memenuhi spesifikasi agregat seperti yang tercantum dalam ASTM C 33-03 (ASTM 2003). Ukuran maksimum nominal agregat kasar tidak melebihi 1/5 jarak terkecil antara sisi-sisi cetakan. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan perusak yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merusak beton atau tulangan.

## METODE

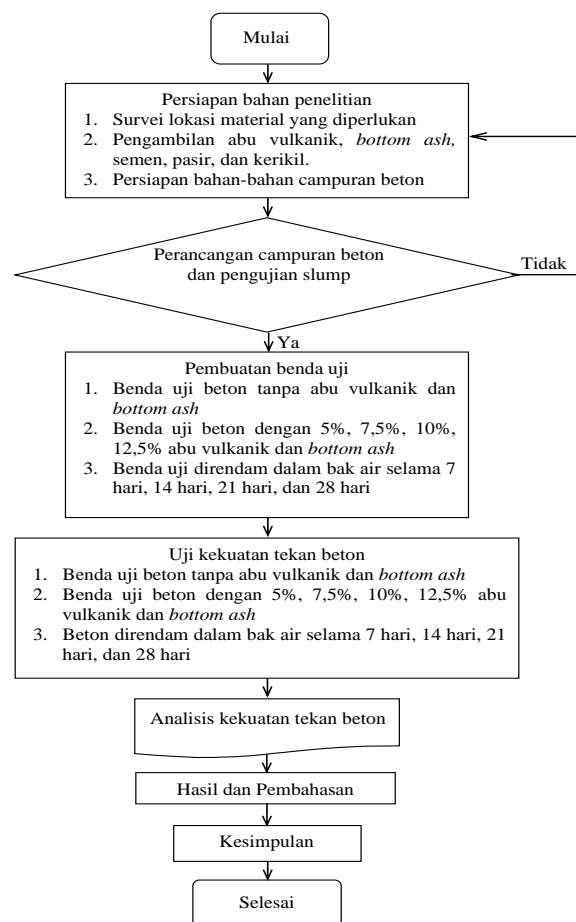
Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari abu vulkanik dari Gunung Sinabung dan limbah *bottom ash* dari Kawasan Industri Medan (KIM). Bahan-bahan penelitian ini diambil pada tanggal 14-19 Oktober 2019. Abu vulkanik mengganti sebagian semen, sedangkan *bottom ash* mengganti sebagian agregat halus. Material lainnya seperti semen Tipe I (*Ordinary Portland Cement*), pasir diambil dari aliran Sungai Patumbak, dan kerikil berupa batu pecah diperoleh dari Patumbak Pasar II, Sumatera Utara.

Pekerjaan awal dalam penelitian ini berupa persiapan bahan-bahan penelitian. Sebelum pembuatan benda uji diperlukan rancangan campuran beton. Kelecekan rancangan campuran beton dapat diketahui dari pengujian *slump*. Jumlah semen yang digunakan dikurangi dan diganti dengan abu vulkanik masing-masing 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5%. Hal yang sama dilakukan pada jumlah agregat halus berupa pasir yang diganti sebagian dengan *bottom ash* sebanyak 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5%. Pemilihan persentase campuran sampai 12,5% didasarkan pada nilai kekuatan tekan beton yang lebih baik pada campuran abu vulkanik Gunung Sinabung di bawah 5% dan *bottom ash* di bawah 10% (Susanti et al., 2018a, 2018b). Selain itu kekuatan tekan beton dengan abu vulkanik di atas 10% lebih kecil daripada kekuatan tekan beton tanpa abu vulkanik (Olawuyi dan Olusola 2010). Menurut (Olawuyi dan Olusola 2010). Menurut Zeyad, Khan, dan Tayeh (Zeyad, Khan, dan Tayeh 2020), batas penggunaan abu vulkanik sebagai pengganti semen adalah 10%.

Benda uji dicetak menggunakan cetakan berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm. Benda uji ini direndam dan dibiarkan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari sebelum diuji dengan kekuatan tekan beton. Setiap variasi benda uji terdiri dari 3 sampel uji sesuai penelitian (Susanti, Tambunan, et al. 2018). Sehingga jumlah benda uji yang diperlukan

masing-masing umur beton sebanyak 3 x 4 benda uji x 5 variasi campuran dengan total benda uji 60 benda uji termasuk beton normal tanpa pencampuran abu vulkanik dan *bottom ash*.

Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan pada setiap benda uji beton tanpa dan dengan campuran abu vulkanik dan *bottom ash*. Kekuatan tekan beton pada masing-masing umur merupakan nilai rata-rata dari 3 (tiga) benda uji. Berdasarkan nilai ini dibuat grafik hubungan antara umur beton dengan kekuatan beton dan hubungan antara persentase campuran abu vulkanik - *bottom ash* dengan nilai kekuatan tekan beton. Tahapan metode penelitian dapat dilihat dalam diagram alir penelitian seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan tekan beton merupakan beban per satuan luas yang menyebabkan beton mengalami kegagalan, oleh karena itu perlu dicari nilai kekuatan tekan beton agar sesuai dengan kekuatan struktur yang diperlukan. Hal ini diketahui dari serangkaian pengujian kekuatan tekan beton berbentuk kubus

atau silinder di laboratorium. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm.

Abu vulkanik didapatkan dari erupsi Gunung Sinabung Kabupaten Karo dan *bottom ash* diperoleh dari Kawasan Industri Medan (Gambar 2). Material pasir diambil dari aliran Sungai Patumbak, dan kerikil berupa batu pecah diperoleh dari Patumbak Pasar II, Sumatera Utara (Gambar 3).



(a)



(b)

**Gambar 2** Persiapan Material (a) Abu Vulkanik (b) *Bottom Ash*

Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus berukuran 15 x 15 x 15 cm (Gambar 4). Beban tekan beton pada benda uji diperoleh dari nilai kekuatan tekan rata-rata, yang diambil pada umur benda uji 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Selanjutnya hasil pengujian dikelompokkan berdasarkan umur dan persentase campuran abu vulkanik – *bottom ash*.

Pengujian menggunakan alat kekuatan tekan beton seperti pada Gambar 5, dan salah satu pola kegagalan benda uji ditunjukkan pada Gambar 6. Pembacaan jarum beban pada alat uji semakin meningkat sampai batas kekuatan tekan beton benda uji. Kekuatan tekan beton didapatkan saat terjadi keruntuhan pada benda uji.



(a)



(b)

**Gambar 3** Persiapan Material (a) Pasir Sungai (b) Kerikil



(a)



(b)

**Gambar 4** Pembuatan Benda Uji (a) Proses Cetak (b) Benda Uji



Gambar 5 Pengujian Benda Uji



Gambar 6 Pola Kegagalan Benda Uji

Hasil pengujian *slump* pada campuran beton dengan 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% abu vulkanik – *bottom ash* diperlihatkan pada Gambar 7. Nilai *slump* campuran beton tanpa abu vulkanik dan *bottom ash* sebesar 10 cm, sedangkan nilai *slump* campuran beton dengan

abu vulkanik dan *bottom ash* berturut-turut didapatkan 12 cm, 9,5 cm, 7,5 cm, dan 3,5 cm untuk campuran 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% abu vulkanik – *bottom ash*. Nilai *slump* campuran beton semakin kecil dengan semakin tingginya persentase material abu vulkanik dan *bottom ash*.

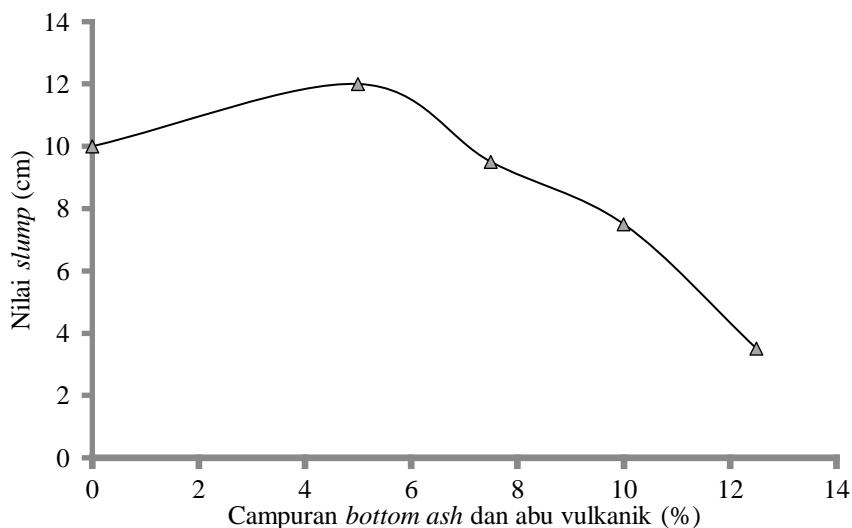
Berdasarkan Tabel 2, nilai *slump* yang didapatkan dari campuran beton dan 5-7,5% abu vulkanik – *bottom ash* dapat digunakan untuk pekerjaan dinding, pondasi pelat, pondasi telapak bertulang, pelat, balok, dan kolom. Campuran beton dan 10% abu vulkanik – *bottom ash* dapat digunakan untuk semua jenis pekerjaan, sedangkan campuran dan 12,5% abu vulkanik – *bottom ash* hanya dapat digunakan untuk pondasi telapak tidak bertulang dan pembetonan massal.

### Kekuatan Tekan Beton Normal

Hasil uji kubus pada beton tanpa campuran abu vulkanik dan *bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 3. Jumlah benda uji setiap umur beton terdiri dari 3 (tiga) sampel. Nilai kekuatan tekan beton pada umur 7 hari sebesar 18,35 MPa, untuk umur 14 hari sebesar 19,46 MPa, untuk umur 21 hari sebesar 21,94 MPa, dan untuk umur 28 hari sebesar 23,31 MPa.

Tabel 3 Nilai Kekuatan Tekan Beton Normal

No. Uji	Kekuatan tekan beton (MPa)			
	7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
1	17,49	19,71	21,19	24,18
2	18,23	17,86	23,06	22,30
3	19,34	20,82	21,56	23,44
Rata-rata	18,35	19,46	21,94	23,31



Gambar 7 Nilai Slump Campuran Beton

Kekuatan tekan beton dari setiap benda uji bervariasi satu sama lainnya, namun jika dirata-ratakan terlihat bahwa kekuatan tekan beton semakin tinggi pada umur beton yang lebih tinggi. Nilai kekuatan tekan beton berada pada range 18-24 MPa. Berdasarkan Tabel 1, mutu beton ini termasuk jenis beton dengan mutu rendah ke mutu sedang. Beton pada umur 28 hari tergolong sebagai beton dengan mutu sedang.

Nilai rata-rata kekuatan tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan penambahan umur beton seperti terlihat pada Gambar 8. Nilai kekuatan tekan pada umur 14 hari sampai 21 hari mengalami peningkatan yang signifikan sedangkan nilai kekuatan tekan beton di atas 21 hari memperlihatkan nilai yang lebih stabil.

Beton tanpa material tambahan atau material pengganti lainnya sangat bergantung dengan material-material yang umum digunakan pada campuran beton seperti semen, pasir, dan kerikil. Hal ini kurang menguntungkan apabila ketersediaan material yang diperlukan dalam jumlah terbatas atau material yang ada tidak memenuhi standar spesifikasi yang disyaratkan, oleh karena itu perlu material pengganti sebagian semen dengan abu vulkanik dan pengganti sebagian pasir dengan *bottom ash*.

Beton normal yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat terlihat begitu cepat terikat dengan material lainnya sehingga pada umur yang lebih pendek, kekuatan tekan beton memperlihatkan nilai yang stabil.

Ikatan abu vulkanik sebagai bahan pengikat perlu ditelaah lebih dalam untuk melihat seberapa lama

bisa menghasilkan nilai kekuatan tekan beton yang stabil, demikian juga apabila menggunakan material limbah *bottom ash* sebagai pengganti sebagian agregat halus.

**Kekuatan Tekan Beton Campuran**

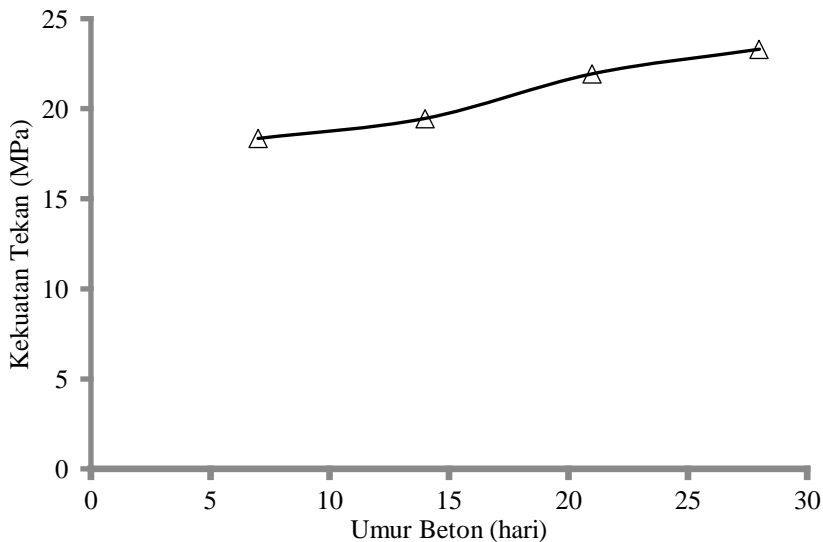
Hasil uji kubus pada beton dengan campuran abu vulkanik (AV) dan *bottom ash* (BA) dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai kekuatan tekan beton untuk campuran kombinasi 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen dan 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% *bottom ash* pengganti sebagian pasir.

Nilai kekuatan tekan beton pada umumnya semakin kecil dengan semakin banyaknya jumlah campuran abu vulkanik dan *bottom ash*, kecuali pada umur beton 21 hari terjadi peningkatan dari 25,18 MPa pada campuran 5% AV-BA menjadi 25,57 MPa pada campuran 7,5% AV-BA.

**Tabel 4** Nilai Kekuatan Tekan Beton Kombinasi Abu Vulkanik dan *Bottom Ash*

Umur beton (hari)	Kekuatan tekan (MPa)			
	5% AV-BA	7,5% AV-BA	10% AV-BA	12,5% AV-BA
7	25,97	20,37	20,13	18,28
14	26,21	21,97	20,71	18,61
21	25,18	25,57	22,08	20,53
28	28,67	27,50	26,35	22,85
Rata-rata	26,51	23,85	22,31	20,07

Umur beton 28 hari memperlihatkan nilai kekuatan tekan beton kombinasi abu vulkanik dan *bottom ash* dengan persentase 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5% berturut-turut sebesar 28,67 MPa, 27,5 MPa, 26,35



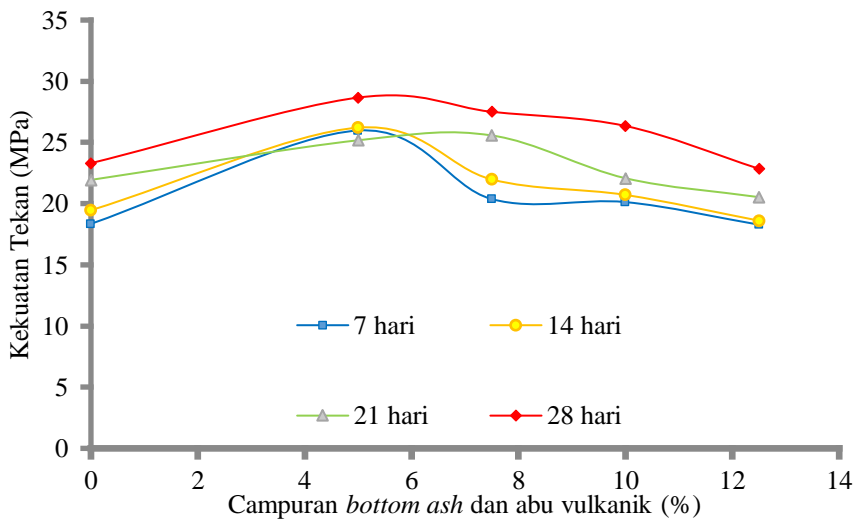
**Gambar 8** Kekuatan Tekan Beton Normal

MPa, dan 22,07 MPa. Nilai kekuatan tekan beton pada umur 28 hari semakin kecil dengan semakin meningkatnya campuran abu vulkanik dan *bottom ash*, namun masih di atas 20 MPa sebagai batas minimum beton dengan mutu sedang. Jenis beton yang dihasilkan pada umur 28 hari tergolong sebagai beton mutu sedang yang dapat digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan seperti yang tertera pada Tabel 1.

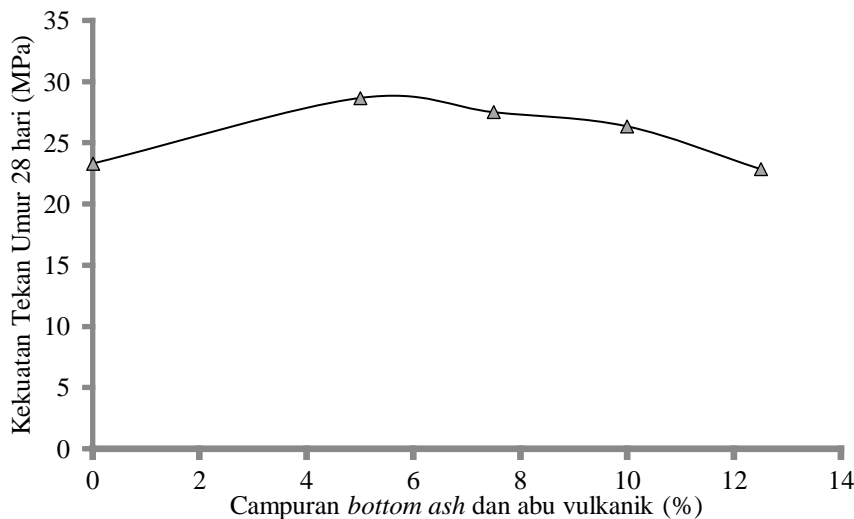
Hubungan persentase campuran abu vulkanik dan *bottom ash* dengan kekuatan beton ditunjukkan pada Gambar 9. Nilai kekuatan tekan beton dengan campuran abu vulkanik dan *bottom ash* maksimum

10% untuk semua umur beton terlihat lebih tinggi daripada beton tanpa campuran abu vulkanik dan *bottom ash*.

Nilai kekuatan beton untuk campuran di atas 10 % AV-BA terlihat lebih kecil daripada nilai kekuatan tekan beton tanpa campuran abu vulkanik dan *bottom ash*. Hal ini menunjukkan bahwa batas maksimum penggunaan campuran abu vulkanik dan *bottom ash* adalah sebesar 10%. Hal yang sama didapatkan pada penelitian (Olawuyi dan Olusola 2010), dimana penambahan abu vulkanik di atas 10% menunjukkan penurunan nilai kekuatan tekan beton. Demikian juga hasil penelitian Susanti, Hadi et al. (Susanti, Hadi, et al. 2018), penambahan *bottom ash*



**Gambar 9** Pengaruh Campuran Abu Vulkanik dan *Bottom Ash* pada Kekuatan Tekan Beton



**Gambar 10** Kekuatan Tekan pada umur 28 hari untuk Setiap Campuran

di atas 10% menunjukkan penurunan nilai kekuatan tekan beton.

Kekuatan tekan rata-rata dari umur beton 28 hari pada setiap campuran abu vulkanik dan *bottom ash* dapat dilihat pada Gambar 10. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi 5% AV-BA mengalami peningkatan kekuatan tekan beton dari 23,31 MPa menjadi 28,67 MPa atau meningkat sekitar 23%, sedangkan peningkatan untuk 7,5% AV-BA dan 10% AV-BA masing-masing 18% dan 13%. Nilai kekuatan tekan beton untuk 12,5% AV-BA tidak mengalami peningkatan. Nilai kekuatan tekan beton pada umur 28 hari dan peningkatannya setelah penambahan abu vulkanik dan *bottom ash* dapat dilihat pada Tabel 5. Kekuatan tekan beton meningkat maksimum untuk campuran 5% AV-BA, hal ini dapat disebabkan bahwa kemampuan abu vulkanik yang baik dalam hal menggantikan sebagian semen sebagai bahan perekat hidrolis didapatkan pada 5% AV-BA. Penambahan jumlah AV-BA di atas 5% memperlihatkan daya lekat abu vulkanik semakin berkurang, sehingga kekuatan tekan beton menjadi berkurang. Hal ini membuktikan bahwa kemampuan lekat abu vulkanik tidak dapat disamakan dengan bahan semen.

**Tabel 5** Kekuatan Tekan Rata-rata pada Umur 28 hari

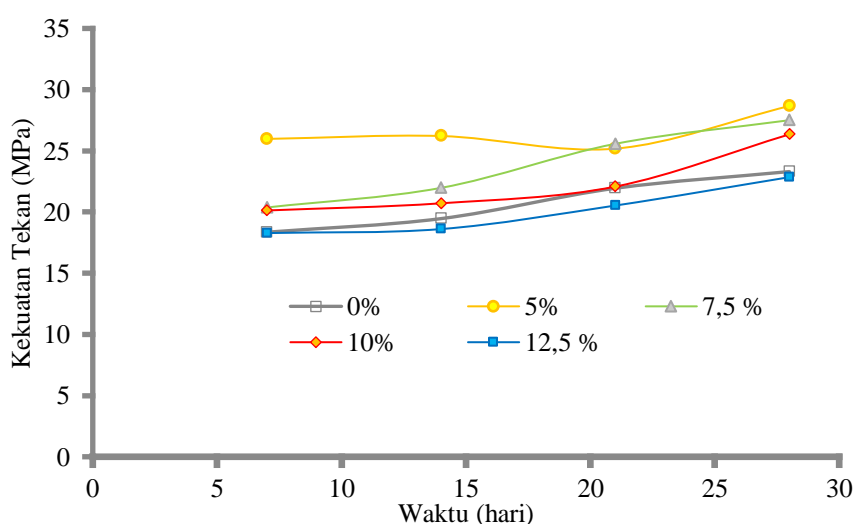
Campuran AV-BA	0%	5%	7,5%	10%	12,5%
Kekuatan tekan (MPa)	23,31	28,67	27,50	26,35	22,85
Peningkatan kekuatan tekan (%)	-	23	18	13	-2

### Pengaruh Umur Beton terhadap Nilai Kekuatan Tekan

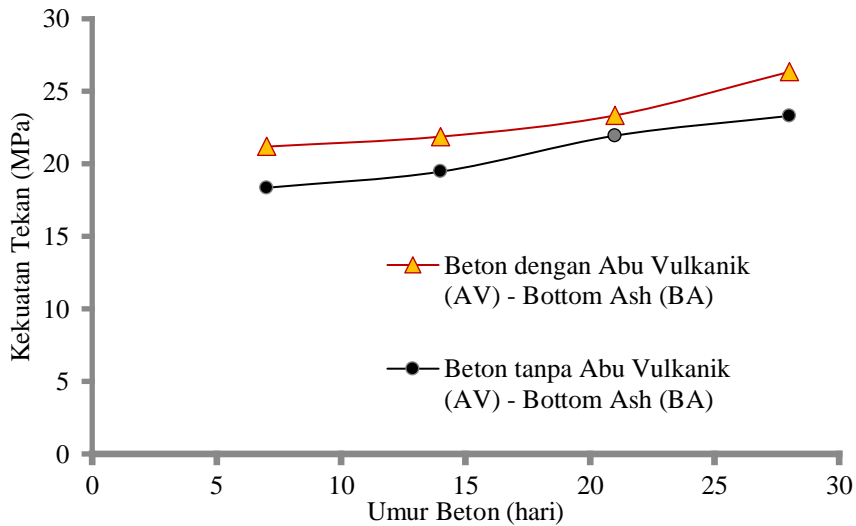
Nilai kekuatan tekan beton pada setiap penambahan umur beton dapat dilihat pada Gambar 11. Umumnya nilai kekuatan tekan beton meningkat pada setiap peningkatan umur beton. Peningkatan yang signifikan terjadi pada umur beton 21 hari dan 28 hari. Nilai kekuatan tekan beton pada umur 14 hari tidak jauh berbeda dengan kekuatan tekan beton pada umur 7 hari. Nilai kekuatan tekan beton pada campuran 5-10% AV-BA lebih tinggi daripada kekuatan tekan beton tanpa abu vulkanik dan *bottom ash* untuk semua umur beton.

Campuran 5-10% AV-BA memperlihatkan kekuatan tekan beton yang lebih baik pada umur beton 28 hari. Hal ini ditunjukkan dari peningkatan kekuatan tekan beton sebesar 13-23%. Dengan demikian, kekuatan tekan beton yang stabil didapatkan pada umur beton 28 hari. Hal ini dapat disebabkan karena ikatan abu vulkanik terhadap material lainnya membutuhkan waktu yang lebih lama daripada semen untuk mencapai kekuatan tekan beton maksimum.

Kekuatan tekan beton terlihat mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan umur beton, hal ini sama dengan hasil penelitian (Olawuyi dan Olusola 2010). Nilai kekuatan tekan beton yang didapatkan dari campuran kombinasi abu vulkanik dan *bottom ash* menunjukkan nilai di atas 20 MPa untuk campuran abu vulkanik dan *bottom ash* maksimum 10% tergolong sebagai beton dengan mutu sedang. Nilai kekuatan beton ini lebih tinggi dari syarat minimum nilai kekuatan tekan beton sebesar 15 MPa (Bale 2011). Nilai kekuatan tekan beton dari



**Gambar 11** Pengaruh Umur Beton terhadap Kekuatan Tekan Beton



**Gambar 12** Kekuatan Tekan Rata-rata untuk Setiap Umur Beton

campuran ini dikategorikan sebagai beton normal dengan kekuatan tekan 15-30 MPa (Tjokrodimuljo 2007). Berdasarkan Tabel 1, khusus untuk umur beton 28 hari, maka nilai kekuatan tekan beton campuran abu vulkanik dan *bottom ash* dari hasil penelitian ini termasuk dalam beton dengan mutu sedang.

Pengaruh abu vulkanik dan *bottom ash* terhadap nilai kekuatan tekan beton dapat dilihat pada Gambar 12. Nilai kekuatan beton rata-rata dari campuran 5-12,5% AV-BA digunakan sebagai pendekatan untuk melihat pengaruh penggunaan abu vulkanik dan *bottom ash* terhadap kekuatan beton. Nilai rata-rata kekuatan tekan beton dengan abu vulkanik dan *bottom ash* masih lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tekan beton tanpa abu vulkanik dan *bottom ash* untuk semua umur beton yang diuji pada umur 7-28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan abu vulkanik dan *bottom ash* cukup efektif dalam meningkatkan nilai kekuatan tekan beton.

Perbedaan nilai rata-rata kekuatan tekan beton dengan abu vulkanik dan *bottom ash* dengan kekuatan tekan beton tanpa abu vulkanik dan *bottom ash* ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Kekuatan Tekan Rata-rata Setiap Umur Beton

Umur Beton		7 hari	14 hari	21 hari	28 hari
Kekuatan tekan (MPa)	Tanpa AV-BA	18,35	19,46	21,94	23,31
	Dengan AV-BA	21,19	21,88	23,34	26,34
Peningkatan kekuatan tekan (%)		15	12	6	13

Peningkatan nilai kekuatan tekan untuk setiap umur beton akibat penggunaan abu vulkanik dan *bottom ash* didapatkan sebesar 6-15% dan rata-rata peningkatan sebesar 11,5%. Dengan demikian penggunaan abu vulkanik dan *bottom ash* memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kekuatan tekan beton.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dapat ditulis ulang berdasarkan penjelasan-penjelasan dan kajian-kajian yang akan dilengkapi pada bab sebelumnya yaitu hasil pengujian.

Kombinasi campuran abu vulkanik sebagai pengganti sebagian semen dan *bottom ash* sebagai pengganti sebagian agregat halus menunjukkan peningkatan nilai kekuatan tekan sampai pada campuran 5% AV-BA. Campuran ini memberikan nilai yang lebih tinggi dari beton tanpa campuran AV-BA pada semua benda uji beton yang diteliti.

Peningkatan nilai kekuatan tekan beton pada umur beton 28 hari masing-masing untuk 5% AV-BA sebesar 23%, untuk 7,5% AV-BA sebesar 18%, dan untuk 10% AV-BA sebesar 13%. Jenis beton hasil pengujian dikategorikan sebagai beton mutu sedang dengan kekuatan tekan lebih besar dari 20 MPa. Beton dengan 10% AV-BA dapat digunakan sebagai beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.

Beton dengan campuran abu vulkanik dan *bottom ash* memperlihatkan kecenderungan peningkatan nilai kekuatan tekan seiring dengan umur beton, terutama



untuk campuran 5% AV-BA. Ikatan antar material beton semakin baik pada umur yang lebih tinggi, sehingga nilai kekuatan tekannya juga semakin tinggi.

Kombinasi campuran abu vulkanik sebagai pengganti semen dan *bottom ash* sebagai pengganti sebagian agregat halus dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan tekan beton dengan batas penggunaan maksimum sebesar 10% AV-BA untuk mendapatkan mutu beton sedang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini, terutama kepada Asisten dan Laboran di Laboratorium Teknologi Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Simalungan.

## DAFTAR PUSTAKA

Ariyani, N., dan D. Luser. 2013. "Pengaruh Abu Vulkanik Gunung Merapi Terhadap Kuat Tekan Beton." *Majalah Ilmiah UKARIM* 18 (1): 35-44.

ASTM. 2003. "ASTM C33 - 03 Standard Specification for Concrete Aggregates."

Badan Standarisasi Nasional. 1994. "SNI 15-2049-1994 tentang Semen Portland."

———. 2000. "SNI 03-2834 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal."

———. 2002. "SNI 03-2847- 2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung."

Bale, Helmy Akbar. 2011. "Analisis Pasir Lahar Dingin dari Sungai Opak, Kuning dan Boyong untuk Beton dengan Pengerjaan Konvensional." In *Seminar Nasional-1 BMPTTSSI - KoNTekS* 5, 91-96. Medan: BMPTTSSI.

Bayuaji, Ridho, M. Sigit Darmawan, Ibnu Pudji, dan Nur Ahmad Husin. 2011. "Characterization of Pozzolanicity Bromo's Volcanic Ash." In *Proceedings of international seminar on Applied Technology, Science, and Arts*, 218-23. Surabaya: APTEC3.

Departemen Pekerjaan Umum. 2000. "Pd T-07-2005-B: Pelaksanaan Pekerjaan Beton untuk Jalan dan Jembatan." Pedoman, Departemen Pekerjaan Umum.

Kurniawan, Candra, Perdamean Sebayang, dan Muljadi Muljadi. 2011. "Pembuatan Beton High-Strength Berbasis Mikrosilika dari Abu Vulkanik Gunung Merapi." *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi TELAAH* 29 (1): 15-21.

Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.

Nainggolan, Hotden Leonardo. 2019. "Dampak Erupsi Sinabung Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Petani Hortikultura Di Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Karo." *Sosiohumaniora* 21 (3): 287-95.  
<https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v21i3.22382>.

Olawuyi, B. J., dan K. O. Olusola. 2010. "Compressive Strength of Volcanic Ash/Ordinary Portland Cement Laterized Concrete." *Civil Engineering Dimension* 12 (1).  
<https://doi.org/10.9744/ced.12.1.23-28>.

Sivakumar, S, dan B Kameshwari. 2015. "Influence of Fly Ash, Bottom Ash, and Light Expanded Clay Aggregate on Concrete." *Advances in Materials Science and Engineering* 2015.

Sudarmadji, dan Hamdi. 2014. "Filler terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Asphalt Concrete - Wearing Course (Ac-Wc)." *PILAR Jurnal Teknik Sipil* 10 (2): 179-88.

Susanti, Rika Deni, Indra Kesuma Hadi, Sahat Sitompul, dan Ibnu Subhan. 2018. "Effect Bottom Ash as Partial Substitute of Sand on Compression Strength of Concrete." *International Journal of Engineering & Technology* 7 (4): 6084-87.  
<https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.20854>.

Susanti, Rika Deni, Ramlan Tambunan, Aazokhi Waruwu, dan Munajat Syamsuddin. 2018. "Studies on Concrete by Partial Replacement of Cement with Volcanic Ash." *Journal of Applied Engineering Science* 16 (2): 161-65.  
<https://doi.org/10.5937/jaes16-16494>.

Tjokrodiluljo, K. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.

Zeyad, Abdullah M., Afzal Husain Khan, dan Bassam A. Tayeh. 2020. "Durability and Strength Characteristics of High-Strength Concrete Incorporated with Volvanic Pumice Powder and Polypropylene Fibers." *Journal of Materials Research and Technology* 9 (1): 806-13.  
<https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.11.021>.

## **TIPOLOGI RUMAH TRADISIONAL TOLAKI KOMALI DI DESA WOLASI KECAMATAN WOLASI KABUPATEN KONAWE SELATAN PROVINSI SULAWESI TENGGARA**

### ***The Typology of Tolaki Traditional House Komali in Wolasi Village South Konawe Regency Southeast Sulawesi Province***

**Sachrul Ramadan, Muhammad Zakaria Umar, Ishak Kadir**

Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo, Jalan H.E.A Mokodompit No.2  
Gedung Teknik Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu, Kendari, Sulawesi Tenggara  
Surel: sofiekiniar@gmail.com, zakariaumar@uho.ac.id, ishak69kadir@gmail.com

Diterima : 21 April 2020;      Disetujui : 06 April 2021

#### **Abstrak**

*Rumah dapat dianalisis dengan pendekatan tipologi. Rumah tradisional Tolaki terdiri dari bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas. Salah satu etnis Tolaki berada di Desa Wolasi, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut tokoh masyarakat bahwa rumah tradisional Tolaki Komali pernah ada di desa tersebut. Penelitian ini penting dilakukan untuk merekonstruksikan kembali bentuk rumah tradisional Tolaki Komali. Penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi tipologi rumah tradisional Tolaki Komali. Identifikasi rumah ini dilaksanakan dengan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan grounded theory. Sumber data primer didapatkan dari kajian literatur. Sumber data primer terdiri dari rumah tradisional Tolaki Komali dan tipologi bangunan. Tipologi bangunan dikelompokkan menjadi struktur bawah, struktur tengah, dan struktur atas. Data dikumpulkan dengan cara kajian literatur. Penelitian ini disimpulkan bahwa rumah tradisional Tolaki Komali sebagai berikut: pertama, struktur bawah yang paling khas yaitu pondasi tiang bagian bawah dibakar, ditanam, dan diselubungi dengan ijuk; tinggi tiang bawah dibuat sesuai dengan ukuran hewan kerbau; Komali terdapat tiang petumbu dan tiang tinohe; balok tiang serta lantai diikat oleh balok siwolembatohu. Kedua, struktur tengah yang paling khas yaitu dinding papan dipasang tegak; tangga terdapat di ruang tinumba ibungu; dan pintu dibuka pada bagian kiri. Ketiga, struktur atas yang paling khas yaitu atap rumah berbentuk perisai dan bubungan atap dibuat melengkung.*

**Kata Kunci:** Rumah tradisional Tolaki Komali, tipologi, grounded theory, rekonstruksi, Sulawesi Tenggara

#### **Abstract**

*Houses can be analyzed using a typology approach. The traditional house of Tolaki consists of the lower part, the middle part, and the upper part. One of the Tolaki ethnic groups is in Wolasi Village, Wolasi District, South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province. According to community leaders that the traditional house of Tolaki Komali once existed in the village. This research is important to reconstruct the form of Tolaki traditional houses. This research is intended to identify the typology of traditional Tolaki houses. The identification of this house is carried out using qualitative research methods with a grounded theory approach. Primary data sources were obtained from the literature review. The primary data source consists of traditional Tolaki houses and building typologies. Typologies of buildings are grouped into lower structures, middle structures and upper structures. Data was collected by means of literature review. The research concluded that the traditional house of Tolaki Komali was as follows: first, the most typical lower structure, namely the foundation of the lower pole was burned, planted, and covered with palm fiber; the height of the lower pole is made according to the size of the buffalo; Komali has poles and tinohe poles; the beam and the floor are bound by siwolembatohu. Second, the most typical middle structure, which is a board wall mounted upright; the stairs are in the tinumba ibungu room; and the door is opened on the left. Third, the most typical top structure is the roof of the house is made of shields and the rooftop is made curved.*

**Keywords:** Tolaki traditional house Komali, typology, grounded theory, reconstruction, Southeast Sulawesi

#### **PENDAHULUAN**

Arsitektur tradisional sebagai salah satu bentuk warisan budaya tak ternilai dan merupakan

pengendapan fenomena dari waktu ke waktu yang berlangsung secara runtut dan evolusioner (Budihardjo 2005). Arsitektur tradisional tergerus oleh arsitektur moderen karena belum tumbuhnya

sikap arsitek Indonesia untuk mensinergikan antara tradisional dengan Barat (Priyotomo 2008).

Sejak diperkenalkannya konsep tipologi dalam arsitektur, beragam riset tipologi sudah banyak dilakukan para ahli. Pada awalnya, studi-studi tipologi digunakan sebagai alat analisis untuk mengklasifikasikan karakteristik fisik arsitektur, namun dalam perkembangannya lingkup kajian tipologi sudah sangat luas. Kajian tipologi yang sangat luas tersebut seperti fungsi, bentuk, lokasi, *style*, material, tata-guna lahan, karakteristik bentuk bangunan, sirkulasi *courtyard*, *entrance*, *Qa'a*, *Takhtabush*, *Maka'ad*, kondisi struktur, lebar kanal, struktur penutup, kondisi tepian kanal, jarak bangunan ke kanal, dan tata guna lahan di sekitarnya. Sebagai contoh jika tujuan tipologi bangunan adalah untuk menjamin kehidupan, keselamatan, dan kesehatan penghuni maka kriteria yang digunakan adalah kriteria material, konstruksi, dan potensi ancaman bencana (Schneekloth dan Bruce 1989; Muchamad et al. 2015). Studi tentang tipologi menyangkut studi tentang tipe. Tipologi mengkaji adanya kesamaan ciri khas secara formal dari sekelompok obyek. Tipologi juga dapat berarti sebagai studi tentang pengelompokan obyek melalui kesamaan struktur. Struktur formal ini mengandung makna yang tidak hanya berkaitan dengan geometri fisik saja, tetapi juga yang berkaitan dengan kondisi nyata, mulai dari aktifitas sosial hingga konstruksi bangunan. Studi tipologi juga mencakup upaya mengkategorisasi dan taksonomi. Taksonomi adalah formulasi aturan-aturan dari informasi-informasi pada obyek melalui penyusunan keteraturan kategori secara hierarkis (Mentayani dan Andini 2007). Tipologi adalah tindakan berpikir dalam kerangka pengelompokan (Budihardjo 2009). Tipologi dalam arsitektur adalah aktifitas yang menghasilkan suatu obyek. Obyek yang dihasilkan adalah obyek arsitektural. Tipologi berusaha menelusuri asal mula terbentuknya obyek arsitektural. Tipologi bisa didapatkan dengan cara menentukan bentuk-bentuk dasar, sifat-sifat dasar, dan mempelajari proses perkembangan bentuk dasar (Utomo 2005).

Tipologi adalah kajian yang berusaha menelusuri asal-usul atau awal mula terbentuknya objek-objek arsitektural. Untuk itu, ada tiga tahap yang harus ditempuh. Pertama, menentukan bentuk-bentuk dasar yang ada dalam tiap objek arsitektural. Kedua, menentukan sifat-sifat dasar (*properties*) yang dimiliki oleh setiap objek, berdasarkan bentuk dasar yang ada padanya. Ketiga, mempelajari proses perkembangan bentuk dasar tersebut sampai pada perwujudannya saat ini (Iskandar 2004). Tipologi dapat didefinisikan sebagai sebuah konsep yang memilah sebuah kelompok objek berdasarkan kesamaan sifat-sifat dasar. Tipologi juga dapat

diartikan sebagai tindakan berpikir dalam rangka pengelompokan. Tipologi arsitektur dibangun dalam bentuk arsip dari "*given types*". *Given types* adalah bentuk arsitektural yang disederhanakan menjadi bentuk geometrik. Pengenalan tipologi akan mengarah pada upaya untuk mengelaskan dan mengelompokkan sesuai kaidah tertentu (Ramadanta 2010). Tipologi adalah deskripsi klasifikasi dari tipe yang ada. Klasifikasi deskripsinya adalah pola spasial komunal lingkungan dan pola spasial segregasi sosial. Pendekatan dilakukan melalui kesamaan atau ketunggalrupan visual spasial dalam satu klasifikasi segregasi sosial (Setyohadi 2007).

Tipologi bangunan dapat dijelaskan ke dalam bentuk bangunan, susunan ruang, dan struktur bangunan (Kustianingrum, Sonjaya, dan Ginanjar 2013). Tipologi bangunan dikelompokkan juga dengan cara fungsi bangunan dan struktur bangunan (Keling 2016). Dalam penelitian selanjutnya, tipologi bangunan dapat juga dikaji dari denah, ornamen, dan struktur. Tipologi juga bisa dianalisis dari fungsi, bentuk, struktur, budaya, dan aktifitas (Asroni, Mutiari, dan Islam 2007). Selain itu, tipologi bangunan bisa juga dilihat dari denah dan bentuk (Muchamad dan Aufa 2008). Tipologi bisa dideskripsikan secara kualitatif menurut klasifikasi dan kesamaan karakter (Rumiatiwati dan Prasetyo 2013). Tipologi juga bisa diklasifikasikan dari keragaman dan kesamaan struktur formalnya (Nugroho dan Husnul 2016). Bentuk bangunan ditinjau dari tipologi geometri menghadirkan bentuk yang sangat mudah dikenali seperti bentuk persegi, kubus dan segitiga (Sir 2005). Sedangkan dalam penelitian yang lain, tipologi bangunan bisa juga ditipe-tipekan dari tipe fasad utuh, tipe fasad atas, dan tipe fasad bawah. Ketiga tipe tersebut dibedakan berdasarkan perletakan bentuk dan elemen pada fasad bangunan (Pranowo 2014).

Tipologi untuk menganalisis rumah terdiri dari: (a) tipologi menurut Rob Krier adalah tipologi ruang terbuka dan tertutup. Tipologi berdasarkan geometri dasar segi empat, lingkaran, dan segi tiga (Praja 2012); (b) tipologi menurut Durand berdasarkan pendekatan denah, tampak, dan potongan (Ayushekar 2009); (c) tipologi menurut Quatremere de Quincy mengemukakan bahwa "tipe" mewakili sebuah ciri khas tertentu (Setyabudi 2016); (d) tipologi menurut Anthony Vidler adalah mengklasifikasikan elemen-elemen arsitektur sesuai dengan karakteristiknya; (e) tipologi menurut Rafael Moneo adalah menganalisa tipologi dengan cara menggali dari sejarah. Hal ini ditujukan untuk mengetahui ide awal dari suatu komposisi, menganalisa tipologi dengan cara mengetahui fungsi suatu objek, dan menganalisa tipologi dengan cara mencari bentuk sederhana suatu bangunan melalui

pencarian bangun dasar serta sifatnya (Rahayu 2012); (f) tipologi menurut Habraken terdiri dari sistem spasial, sistem fisik, dan sistem stilistik. Sistem spasial berkaitan dengan organisasi ruang. Sistem fisik berkaitan dengan struktur, konstruksi atap, dinding, dan lantai. Sistem stilistik meliputi tampak, bentuk pintu dan jendela, serta unsur-unsur lain baik di dalam maupun di luar bangunan; (g) tipologi menurut Frick adalah bentuk rumah tinggal yang dimanifestasikan dengan antropometrik tubuh manusia. Atap disetarakan dengan kepala. Bagian tengah bangunan disetarakan dengan badan manusia. Bagian bawah bangunan disetarakan dengan kaki manusia; dan (h) tipologi menurut Rapoport terdiri dari *core element*, *peripheral element*, dan *new element*. *Core element* adalah elemen yang lambat berubah dan menjadi identitas pemilik. *Peripheral element* merupakan bagian yang tidak terlalu penting dan mudah berubah. *New element* adalah elemen yang diadopsi oleh pemilik kebudayaan dan menjadi bagian baru pada arsitektur (Lihawa, Suwarno, dan Nuryanti 2006).

Dengan adanya studi tipologi dalam ilmu arsitektur, maka memungkinkan arsitektur untuk merekonstruksi hubungannya dengan masa lalu (Lihawa, Suwarno, dan Nuryanti 2006). Arsitektur memiliki peran penting sebagai penanda kekuatan, status, dan privasi sehubungan dengan keyakinan kosmologis. Tipologi arsitektur bisa diklasifikasikan pada persamaan karakter dan pembagian spasial (Cahyandari 2012). Tipologi rumah tradisional merupakan gambaran mengenai bentuk, denah, tata ruang yang tercermin melalui kebudayaan masyarakat terhadap lingkungan alam dan sosialnya. Tipologi rumah tradisional terkandung aspek kosmologis, prinsip-prinsip berkelanjutan, dan nilai-nilai kehidupan masyarakat (Rostiyati 2013). Arsitektur Nusantara dianalisis dengan pendekatan tipologis untuk memahami dinamika budayanya. Upaya ini merupakan langkah awal untuk memahami dan merekontekstualisasikan nilai-nilai, filosofi, dan konsep desain yang terkandung dalam Arsitektur Nusantara. Mengingat kejamakan dan kemajemukannya, maka pendekatan tipologi melalui pendekatan budaya dipandang sebagai metode yang paling tepat (Pangarsa et al. 2012).

Di Indonesia banyak sekali nilai-nilai budaya tersimpan yang masih hidup atau yang sedang berkembang yang harus dipelajari dan dihayati untuk dijadikan pertimbangan dalam menentukan arah perkembangan arsitektur kita (Budihardjo 2005). Salah satu arsitektur di daerah tersebut adalah rumah tradisional Tolaki. Etnis Tolaki merupakan salah satu dari tiga etnis besar di wilayah Sulawesi Tenggara. Etnis Tolaki semakin kurang rasa hormat terhadap adat-istiadat lama dan enggan untuk

mempertahankan budaya para leluhurnya. Pemikiran inilah yang menyebabkan rumah tradisional Tolaki cenderung mulai (Tim Dosen Arsitektur UHO 2004).

Rumah tradisional Tolaki disebut juga *Laika*. *Laika* diartikan sebagai rumah. Rumah tradisional Tolaki terdiri dari, sebagai berikut: (a) istana kerajaan di daerah Konawe-Unaha disebut komali; (b) istana raja di daerah *Mekongga* disebut *laika'aha*. *Laika'aha* diartikan sebagai rumah besar dan tempat berkumpul orang banyak; (c) rumah tinggal bangsawan dan para pejabat kerajaan Konawe disebut *baruga*. Rumah bangsawan menjabat *pu'utobu* (kepala wilayah) disebut *laika aha*; (d) rumah tempat tinggal untuk keturunan *to'ono motu'ono kambo* (kepala kampung) disebut *laika mbu'u*. *Laika mbu'u* berbentuk lebih besar dibandingkan dengan rumah biasa; (e) rumah rakyat biasa disebut *laikambo'iaha*; (f) *laika mborasaa* disebut sebagai rumah jaga; (g) *laika ndoiaha* disebut sebagai rumah besar. Rumah besar dikhususkan untuk raja; (h) *laika wuta* disebut sebagai rumah kecil. Rumah kecil dibuat lebih kecil dari *laika landa*; (i) *laika walanda* disebut sebagai rumah berukuran panjang; (j) *kataba* disebut sebagai rumah papan. Material dinding rumah dibuat dari kayu papan dan pondasi menggunakan umpak. Rumah khusus menyimpan padi, sebagai berikut: (a) *patende* disebut sebagai rumah untuk menyimpan sementara hasil panen; (b) *o'ala (laika landa)* disebut sebagai rumah untuk menyimpan hasil panen sawah dan kebun, seperti padi serta jagung. Rumah khusus untuk menyimpan keperluan tertentu, sebagai berikut: (a) *lai-laika mbete'ia'a* disebut sebagai rumah kebun. Rumah kebun digunakan untuk menjaga tanaman padi dari hama burung; (b) *laika nginiku* disebut sebagai rumah darurat. Rumah darurat digunakan untuk menjaga peliharaan hewan ternak, seperti kerbau; (c) *laika landa* disebut sebagai rumah khusus. Rumah ini digunakan sebagai tempat bermalam bila sedang menokok sagu; (d) *laika mbeue'a* disebut sebagai rumah khusus tempat bermalam untuk merotan; dan (e) *pineworu* disebut sebagai rumah darurat. Rumah ini digunakan untuk keperluan sementara (Melamba dan Taewa 2011).

*Laika* berukuran luas-luas, besar-besar, dan berbentuk segi empat. *Laika* terbuat dari material kayu. *Laika* didirikan di atas tiang-tiang yang besar. Tinggi tiang diperkirakan sekitar 20 kaki dari tanah. *Laika* terletak di hutan. Tapak *laika* terbuka di dalam hutan. Rumah raja dibuat tiang dengan tinggi sekitar 60-70 kaki. Rumah raja digunakan untuk menyelenggarakan acara-acara seremonial, seperti upacara adat. *Laika* terlihat dari atas bagian depan dianalogikan sebagai tangan kanan dan tangan kiri manusia. *Laika* terlihat dari atas bagian tengah dianalogikan sebagai dagu manusia. *Laika* terlihat

dari atas bagian tengah dianalogikan sebagai dua buah lutut manusia. *Laika* terlihat dari atas bagian tengah dianalogikan sebagai tali pusar manusia. *Laika* terlihat dari atas bagian belakang dianalogikan sebagai dua kaki manusia. *Laika* terlihat dari atas bagian tengah dianalogikan sebagai alat reproduksi pria.

Bentuk vertikal rumah tradisional Tolaki terdiri dari, sebagai berikut: (a) bagian bawah termasuk kolong rumah. Replika dunia bawah (*puruwuta*) dimaknai dalam kolong rumah. Kolong rumah dibuat tinggi. Kolom tinggi digunakan untuk menghindari banjir, tempat binatang ternak, ruang santai, ruang menyimpan alat pertanian, menghindari binatang buas, dan tempat sirkulasi udara. Tiang tinggi mengakibatkan ruang-ruang di dalam rumah sejuk; (b) bagian tengah termasuk badan rumah. Badan rumah dimaknai sebagai replika dunia tengah dan disetarakan dengan perwujudan alam semesta. Badan rumah digunakan sebagai ruang aktifitas sehari-hari; dan (c) bagian atas dimaknai sebagai replika dunia atas. *Facade* dibuat simetris dan asimetris. Prinsip-prinsip formal terkandung dalam bentuk simetris. Prinsip-prinsip dinamis terkandung dalam bentuk asimetris. Prinsip-prinsip formal dan dinamis tercermin dalam sifat orang Tolaki. *Facade* pada bagian bawah dibuat struktur rangka rumah. Lantai dianalogikan sebagai dada dan perut manusia. Bagian atas seperti loteng dianalogikan sebagai punggung manusia. Penyangga rumah dianalogikan sebagai tulang punggung manusia. *Facade* rumah bagian atas dianalogikan sebagai rambut manusia. Atap dianalogikan sebagai muka dan panggul manusia.

Struktur bawah *laika*, sebagai berikut: (1) tiang *o'tusa* dibuat bulat. Tiang untuk rumah papan (*kataba*) dibuat kotak. Tiang utama/raja (*tusa petumbu*) terletak di tengah-tengah rumah. *Tuso huno* terletak pada keempat sudut rumah induk (*botono*). *Tiang huno* termasuk tiang utama rumah. *Tiang huno* hendaknya tidak boleh dibuat sambung. *Tiang huno* dibuat utuh sampai ke ujung tiang. Tiang *totoro* (tiang pendukung) terletak di antara tiang. Tiang penopang disebut *o'suda* (*posudo*). Jumlah tiang rumah di daerah Mekongga dan Konawe disesuaikan dengan bentuk rumah. Rumah berjumlah 9 buah tiang disebut *parumbaru*. Rumah berjumlah 25 buah tiang disebut *raha mbuu*. Tiang rumah raja disebut *raha bokeo*. *Raha bokeo* digunakan pada rumah raja Mekongga. Di rumah ini *raha bokeo* berjumlah 27-70 buah tiang; (2) lantai disebut dengan *ohoro*. *Ohoro* terdiri dari, sebagai berikut: (a) *powuatako* diartikan sebagai balok lantai. *Powuatako* digunakan sebagai tempat pemasangan *ohoroi* (lantai). *Ohoroi* terbuat dari kayu bentuk bulat dan kayu bentuk segi empat; (b) *porumbuhi* adalah balok membujur; (c) *sumaki*

atau *polandangi*; (d) *ohoro* terbuat dari bambu (*kowuna*), batang pinang (*kuwe inea*), batang tanaman pinang (*opisi*), papan (*odopi*), kayu-kayu kecil, dan tangkai daun sagu (*tangge ndawaro*).

Struktur tengah *laika*, sebagai berikut: (a) dinding *Laika* terbuat dari anyaman bambu (*salabi*), kayu-kayu kecil, tangkai sagu (*tangge ndawaro*), kulit kayu, dan papan. Dinding dianalogikan sebagai kulit manusia karena merupakan bagian luar rumah. Jika balok bumbung miring, maka dinding mengikuti miringnya balok. Dinding *salabi sinola* digunakan untuk menutup lubang antar dinding (*powire*). Dinding *salabi sinolana* mempunyai bentuk dua lembar (*sinolana*) dan tiga lembar (*silolana*). Lembaran dinding terdiri dari dinding bentuk mata (*solana pinemata-mata*), bentuk pusat (*pinepuhe*), dan bentuk siku (*pinehiku*); (b) bentuk pintu (*otambo*) dibuat persegi panjang. Pintu *facade* dianalogikan mulut manusia. Pintu belakang dianalogikan lubang pengeluaran manusia. Bentuk pintu *facade* diletakkan di bagian samping rumah. Hal ini dilakukan agar tamu tidak dapat langsung masuk rumah dan mencegah energi yang cenderung kurang baik; (c) tangga (*lausa*) terbuat dari material kayu bulat.

Tangga mempunyai 5-7 buah anak tangga. Jumlah anak tangga disesuaikan dengan tinggi-rendah rumah. Bentuk tangga menghadap jalan. Tiang tangga berbentuk bulat dan pipih. Anak tangga dibuat dengan jumlah ganjil. Hal ini dimaknai bahwa rezeki terus mengalir tiada henti dan penghuni rumah diharapkan hidup aman. Angka genap cenderung dianggap kurang baik; (c) *laika* terdapat railing tangga. Material railing tangga terbuat dari rotan. Jarak antara anak tangga dibuat dengan jarak satu hasta (*aso siku*). Jumlah anak tangga menunjukkan status penghuni rumah. Rumah tradisional *anokia* mempunyai 7 buah anak tangga. Rumah tradisional *abdi* (*ata*) mempunyai lima buah anak tangga. Kaum bawahan (budak) mempunyai empat anak tangga. Tangga *raha bokeo* (rumah raja) berjumlah tujuh buah anak tangga. Jumlah anak tangga disetarakan dengan jumlah pemerintahan daerah. Rumah tradisional *laika mbu'u* (rumah induk)/*laika aha* (rumah besar) di Mekongga mempunyai jumlah tangga hitungan ganjil. Angka ganjil dianggap baik. Angka ganjil memiliki unsur-unsur tidak saling berpasangan dan angka ganjil dapat mempengaruhi dua unsur lain. Angka genap dianggap kurang baik. Angka genap mempunyai unsur-unsur pasangan. Angka genap dimaknai sebagai satu lawan satu, sehingga dikhawatirkan dapat timbul perpecahan; (d) jendela (*lombalomba*) digunakan untuk sirkulasi udara dan mengintai lawan. Jumlah lubang jendela rumah tradisional *laika mbu'u* dibuat sebanyak 6-7 buah lubang. Rumah tradisional Tolaki berjumlah

empat buah lubang jendela. Lubang jendela dianalogikan sebagai telinga (*o'biri*) dan ketiak (*totopa*). Jendela (*lomba-lomba*) diorientasikan terbit dan terbenam matahari (Franciska dan Wardani 2014).

Berdasarkan uraian di atas pendekatan tipologi pada bangunan dapat dikaji sebagai berikut: (a) per bagian bangunan seperti bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas; (b) per ruangan bangunan seperti susunan ruang, fungsi bangunan, ruang terbuka, ruang tertutup, dan pembagian spasial; (c) per bentuk bangunan, per fasad bangunan, per tipe, per elemen bangunan, per geometri bangunan, dan sistem stilistik bangunan. Per bentuk bangunan seperti bentuk persegi, kubus, segitiga, segi empat, dan lingkaran; (d) per struktur bangunan seperti sistem struktur bangunan dan sistem fisik bangunan; (e) ornamen bangunan dan sistem stilistik; (f) per elemen bangunan yang disesuaikan dengan karakteristik bangunan seperti *core element* (elemen inti), *peripheral element* (elemen penunjang), dan *new element* (elemen baru); (g) per karakter bangunan; (h) rumah tradisional Tolaki terdiri dari bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas.

Dengan demikian pendekatan tipologi yang penulis gunakan sebagai metode untuk menganalisis rumah tradisional Tolaki Komali adalah gabungan antara per bagian bangunan dan sistem struktur bangunan. Gabungan tipologi tersebut menjadi struktur bawah, struktur tengah, dan struktur atas. Secara geografis suku Tolaki mendiami beberapa daerah kabupaten seperti Kabupaten Konawe, Kota Kendari, Konawe Selatan, Konawe Utara, Kolaka, Kolaka Utara, dan Kolaka Timur. Salah satu etnis Tolaki terbesar ada di Desa Wolasi, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut tokoh masyarakat bahwa rumah tradisional Tolaki Komali pernah ada di desa tersebut. Penelitian ini penting dilakukan untuk merekonstruksikan kembali bentuk

rumah tradisional Tolaki Komali. Penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi tipologi rumah tradisional Tolaki Komali.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan *grounded theory*. Hal ini dilakukan sesuai dengan tujuan penulisan. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengidentifikasi tipologi rumah tradisional Tolaki Komali. Sumber data primer didapatkan dari kajian literatur. Sumber data primer terdiri dari rumah tradisional Tolaki dan tipologi bangunan. Tipologi bangunan dikelompokkan menjadi struktur bawah, struktur tengah, dan struktur atas. Data dikumpulkan dengan cara dokumentasi yaitu kajian literatur. Data dianalisis dengan cara mengumpulkan data, mereduksi data, menyajikan data, dan menarik kesimpulan, lihat tabel 1.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumah tradisional Tolaki yang akan dibahas adalah rumah Tradional Komali sebagai berikut.

### Struktur Bawah

#### *Pondasi*

Rumah komali berbentuk rumah panggung dan menggunakan tiang-tiang bundar (tusa). Rumah komali tidak menggunakan pondasi seperti rumah-rumah adat yang lain. Tiang rumah komali ditanam satu hasta. Tiang dibakar sebelum ditanam. Tiang ditanam pada bagian selubung (permukaan tiang) sehingga menjadi arang. Kemudian, tiang dibungkus dengan ijuk dan diikat dengan rotan. Makna kedalaman satu hasta tidak ada. Kedalaman satu hasta hanya terkait kemudahan penggalian dan pengangkatan tanah ke permukaan. Tiang dibakar

**Tabel 1** Kebutuhan Data

Tujuan Penelitian	Variabel X	Variabel Y
Mengidentifikasi tipologi rumah tradisional Tolaki	Struktur bawah	Pondasi, tiang, hubungan tiang dan tanah, perlakuan tiang terhadap serangga rayap, tinggi tiang, jumlah tiang, makna tiang, penentuan tiang utama, penentuan balok-balok rumah, teknik ikat balok, orientasi pengembangan rumah, lapisan lantai, serta hirarki lantai.
	Struktur tengah	Bentuk dinding, bentuk ventilasi, material dinding, fungsi loteng, posisi balok struktur utama, posisi tangga, jumlah anak tangga, arah bukaan pintu, letak dapur, dan hirarki lantai dapur.
	Struktur atas	Bentuk atap rumah, ornamen atap, dan makna ornamen atap.

dan dibungkus dengan ijuk termasuk dalam kategori struktur yang stabil serta kokoh. Tiang dibakar dan dibungkus dengan ijuk ditujukan agar tiang tidak mudah dimakan rayap. Tiang diselubungi dengan ijuk agar arang tetap melekat pada selubung tiang sesuai Gambar 1 (Tim Dosen Arsitektur UHO 2004)



**Gambar 1** Sistem Pondasi Rumah Komali

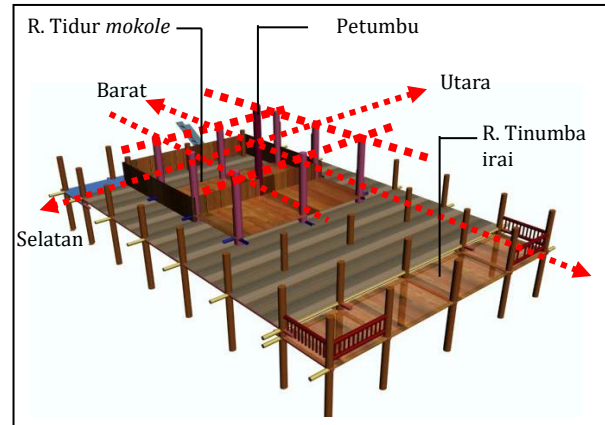
Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

### Tiang dan balok rumah

Tinggi tiang dari permukaan tanah hingga ke permukaan lantai adalah 2 meter. Hal ini disesuaikan dengan antropometri ukuran hewan ternak kerbau. Komali mempunyai 40 tiang. Jumlah tiang tidak termasuk tiang dapur dan tiang teras. 40 tiang diartikan sebagai 40 buah pinang dan 40 lembar daun sirih. Hal ini disesuaikan dengan syarat peminangan dalam tradisi perkawinan etnis Tolaki. Sehingga, makna tiang diejawantahkan pada tiang-tiang penopang rumah. Jika dianalisis dari segi fungsi, maka jumlah 40 tiang diperuntukkan satu buah rumah besar. Rumah besar hanya sering dibangun oleh tokoh adat tertinggi (*mokole*).

Di dalam 40 tiang pada rumah adat Tolaki terdapat 9 tiang utama. Tiang utama ini menjadi elemen inti rumah. Tiang-tiang utama ini diperkuat dengan balok melintang (*powuatako*) dan balok memanjang (*nambea*). Jajaran tiang-tiang utama ini terdapat satu tiang utama. Tiang utama ini disebut tiang *petumbu*. Tiang *petumbu* terletak di tengah baris dan lajur ke-9 tiang. Tiang *petumbu* adalah tiang yang pertama kali ditanam dan dipasang pada subuh hari (sebelum matahari terbit). Setelah *petumbu* didirikan, maka 4 hari atau lebih tiang-tiang lainnya didirikan. Hal ini dimaksudkan untuk melihat dalam jangka waktu tertentu apakah akan terjadi sesuatu pada tiang *petumbu*. Jika tidak terjadi sesuatu, maka dilakukan pemasangan ke-8 tiang yang lainnya (gambar 2). Setelah ke-9 tiang berdiri, maka balok *powuatako* (A)

dipasang pertama kali. Balok *powuatako* dipasang pada sisi dalam tiang, tepatnya pada bagian belakang rumah. Selanjutnya dipasang balok (B) dan (C). Setelah balok *powuatako* dipasang, maka balok *nambea* mulai dipasang (1). Balok *nambea* dipasang dari arah kanan rumah dan disusul *nambea* (2) dan *nambea* (3). *Powuatako* dan *nambea* hendaknya ditempatkan di belakang tiang. Hal ini ditujukan agar tiang tidak kelihatan dari luar setelah dinding terpasang. Hal ini disebabkan balok-balok tersebut terhalang oleh dinding.



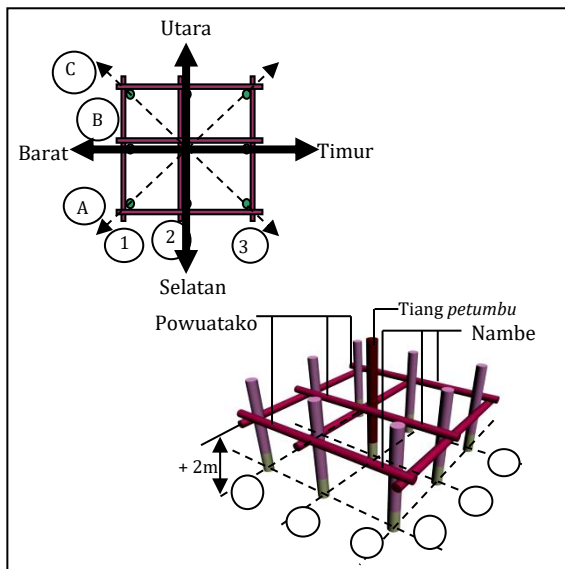
**Gambar 2** Kedudukan *Siwolembatohu* dalam Struktur Rumah Adat

Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

*Powuatako*, *nambea*, dan tiang diikat dengan rotan. Balok-balok tersebut diikat dengan cara, sebagai berikut: (a) rotan diikatkan pada *powuatako* atau *nambea*. Rotan tidak diikat pada tiang; (b) ikatan putaran pertama disilang ke arah kanan sebanyak 4 putaran; (c) selanjutnya, ikatan rotan disilang ke arah kiri sebanyak 3 kali putaran; (d) ikatan terakhir pada balok *tinohé*. Balok *tinohé* terletak diantara tiang *powuatako* atau *nambea*; (e) setelah pemasangan kesembilan tiang, maka dilakukan pemasangan tiang-tiang tambahan lainnya. Penambahan tiang-tiang disesuaikan dengan luasan rumah yang dibutuhkan.

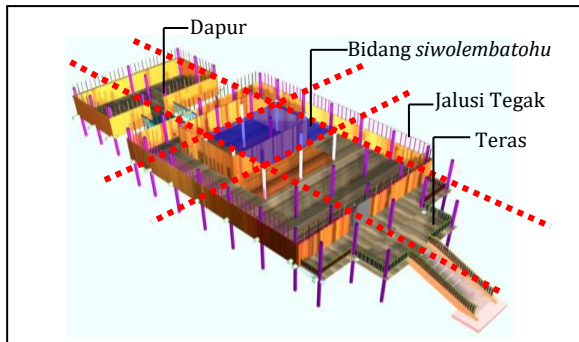
Kesembilan tiang merupakan elemen inti pada rumah adat Tolaki. Kesembilan tiang ini merupakan simbol dari *siwolembatohu*. *Siwolembatohu* adalah delapan penjuru mata angin. *Petumbu* merupakan pusat dari *siwolembatohu*. Oleh karena itu, tiang inilah pertama kali dipasang. Tiang ini selalu diupacarakan dengan ritual. Tiang pada bagian atas diberi ramuan.

Hal ini ditujukan untuk memohon kepada Yang Maha Kuasa agar penghuni rumah terhindar dari berbagai bahaya. Bahaya-bahaya datang dari delapan penjuru mata angin (gambar 3) (Tim Dosen Arsitektur UHO 2004).



**Gambar 3** Konfigurasi Sembilan Tiang Utama Sebagai Simbol *Siwolembatohu*  
 Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

**Arah pengembangan struktur bawah**



**Gambar 4** Bentuk Dinding dan Posisi *Siwolembatohu* pada Rumah Adat  
 Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

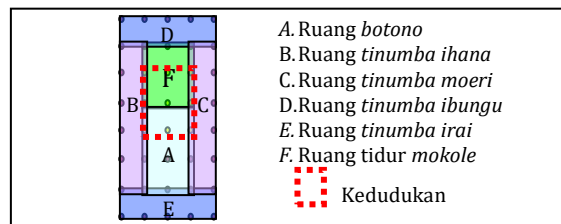
Pada dasarnya rumah adat Tolaki (*Komali*) berdiri pada jumlah 40 tiang. Tiang-tiang terdiri atas sembilan tiang yang telah dijelaskan di atas. Tiang-tiang disimbolkan sebagai *siwolembatohu*. Tiang-tiang lainnya didirikan setelah ke-9 tiang ini. Arah pengembangan rumah diarahkan pada ke-4 sisinya. Arah pengembangan rumah diutamakan pada sisi depan. Hal ini disebabkan bagian depan rumah sebagai ruang aktivitas adat. Balok kolom dan lantai diikat di bawah balok-balok *siwolembatohu*. Dengan demikian bahwa permukaan lantai bangunan pengembangan lebih rendah dibandingkan dengan lantai *siwolembatohu* (gambar 4) (TDA UHO 2004)

**Lantai**

Setelah rumah dikembangkan, maka konfigurasi ruang rumah adat Tolaki, sebagai berikut: (1)

*tinumba ibungu*; (2) *tinumba irai*; (3) *tinumba moeri*; (4) *tinumba ihana*, dan; (5) *botono*. Bagian belakang disebut *tinumba ibungu*. *Tinumba ibungu* mempunyai tinggi permukaan lantai sama dengan *tinumba irai* (depan). *Tinumba moeri* (kiri), *tinumba ihana*, dan *botono* mempunyai permukaan lantai yang sama tinggi. *Botono* merupakan ruang tengah pada bagian *siwolembatohu*. *Botono* digunakan sebagai ruang tidur *mokole*. *Tinumba moeri* digunakan sebagai ruang tidur wanita. *Tinumba ihana* (kanan) digunakan sebagai ruang tidur pria. *Tinumba ibungu* digunakan sebagai ruang makan. *Tinumba irai* digunakan sebagai teras.

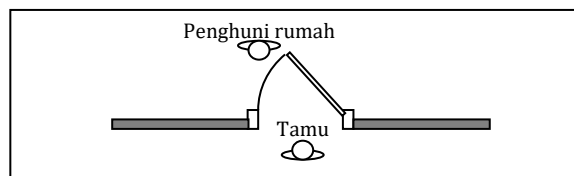
Teritori masing-masing lantai dipisahkan dengan ketinggian lantai dan jajaran tiang-tiang. Dinding sekat digunakan sebagai dinding pembatas ruang. Dinding sekat hanya terdapat pada ruang tidur *mokole*. Sedangkan dinding yang lain hanya menggunakan tirai. Hal ini disebabkan agar daya tampung ruang terhadap keluarga pada saat diadakan aktivitas adat bisa lebih banyak. Ruang pada rumah selalu dibutuhkan ruang besar. Tirai digunakan sebagai pemisah ruang. Tirai merupakan bagian pemisah ruang yang efektif. Ruang tidur *mokole* terletak di bagian belakang ruang *botono*. Ruang tidur *mokole* menggunakan dinding sebagai pemisah (gambar 5) (TDA UHO 2004).



**Gambar 5** Konfigurasi Susunan Lantai Rumah Adat  
 Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

**Struktur Tengah**

**Dinding**



**Gambar 6** Posisi Membuka Pintu

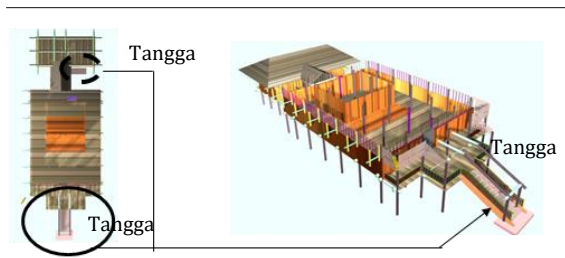
Dinding rumah *Komali* mempunyai bentuk tegak. Dinding dibentuk miring. Dinding miring digunakan untuk rumah lumbung. Rumah *Komali* terdapat ventilasi dengan bentuk jalusi vertikal pada bagian atas dinding. Bentuk ventilasi memanjang hingga pada dinding *tinumba ibungu*. Dinding tidak terbuat



dari tangkai sagu yang dibelah-belah (*rini ndangge tawaro*) seperti pada rumah rakyat, tetapi dinding *komali* menggunakan material papan kayu biti (*dopi nggulipapo*). Dinding dibuat dengan cara manual (*pinomala*). Pada bagian *tinumba ibungu* terdapat tangga. Tangga ini menghubungkan lantai satu dan loteng. Tangga diletakkan pada bagian belakang (*tinumba ibungu*). Hal ini disebabkan untuk menjaga tingkat privasi loteng. Loteng digunakan sebagai ruang tidur anak gadis dan tempat menyimpan benda-benda berharga. Posisi balok *petumbu* menempel pada dinding depan bagian tengah di ruang tidur *mokole*. Konon, tiang *petumbu* selalu ditempatkan *kalo*. *Kalo* menghadap pada sisi dalam ruang tidur *mokole*. Lubang ventilasi pada rumah *anakea* kecil-kecil. Ventilasi digunakan untuk memasukkan cahaya secukupnya (TDA UHO 2004).

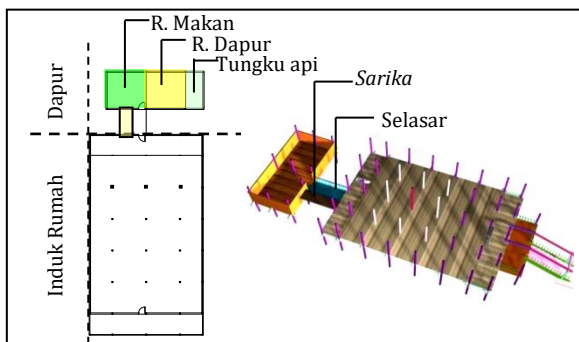
**Tangga**

Tangga terdapat pada bagian depan. Tangga menempel pada *tinumba irai* dan bagian dapur melekat pada balok penghubung. Anak tangga selalu berjumlah ganjil dan terbuat dari kayu bulat (gambar 6).



**Gambar 7** Posisi Perletakan Tangga pada *Tinumba Irai*  
 Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

**Pintu**



**Gambar 8** Posisi Dapur terhadap Rumah Induk  
 Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

Pintu depan dan pintu belakang atau pintu yang berhubungan dengan lingkungan luar mempunyai arah buka ke dalam. Pintu dibuka pada bagian kiri. Hal ini terkait dengan keadaan masa lalu yang

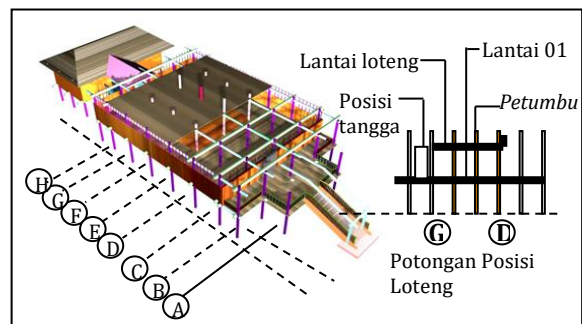
cenderung kurang aman dari bahaya perampokan. Hal ini ditujukan agar penghuni bangunan selalu bersikap waspada. Pintu dibuka dengan tangan kiri dan penghuni tetap terlindungi oleh daun pintu, sehingga penghuni bisa mengambil sikap membela diri. Sikap ini dilakukan bila orang yang datang berniat kurang baik (gambar 7) (TDA UHO, 2004).

**Dapur**

Dapur dan ruang makan terletak di bagian belakang. Dapur dan ruang makan terpisah dengan badan rumah. Dapur dan ruang makan dihubungkan dengan selasar. Dapur terpisah dengan badan rumah. Hal ini disebabkan untuk menghindari bahaya kebakaran dan menghindari asap masuk ke dalam rumah induk. Tungku api diletakkan pada posisi kiri rumah. Hal ini ditujukan untuk menentukan patokan arah kanan dan kiri ketika berada dalam rumah dan menghadap ke arah depan. Ventilasi mengelilingi dinding dapur. Pada bagian penghubung dapur terdapat *sarika*. *Sarika* adalah tempat duduk sepanjang penghubung. *Sarika* digunakan sebagai tempat duduk santai setelah makan oleh *mokole*. Atap dapur berbentuk perisai dan bubungan tidak melengkung seperti pada bubungan rumah induk. Ketinggian lantai dapur dibuat sama dengan ketinggian *tinumba irai* (gambar 8) (TDA UHO, 2004).

**Struktur Atas**

**Loteng**

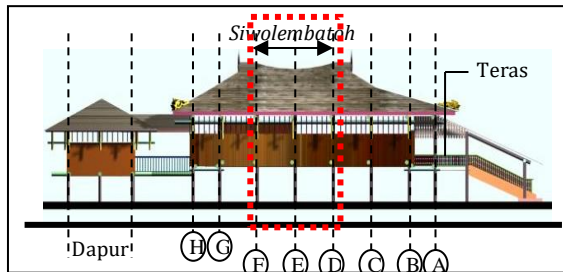


**Gambar 9** Posisi Lantai Loteng dalam Konfigurasi Rumah Adat  
 Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

Loteng digunakan sebagai ruang tidur wanita dan tempat menyimpan barang-barang berharga atau pusaka. Loteng tidak sepenuhnya menutupi permukaan lantai satu, tetapi membujur dari tiang D hingga tiang ke tiang G. Akses ke loteng dihubungkan oleh anak tangga. Anak tangga terdapat pada bagian belakang ruang tidur *mokole*. Konon loteng sengaja ditempatkan tepat di atas ruang tidur *mokole* agar memudahkan memantau anak gadis dan benda-benda berharga. Pemantauan ini dilakukan oleh orang tua (gambar 9) (TDA UHO 2004).

### Bagian atap rumah

Secara keseluruhan atap rumah Komali berbentuk perisai dan bagian bubungan melengkung. Batas bentuk lengkungan bubungan atap pada tiang F dan D merupakan tiang penopang utama serta berjumlah 9 jajar tiang (gambar 10) (TDA UHO 2004).

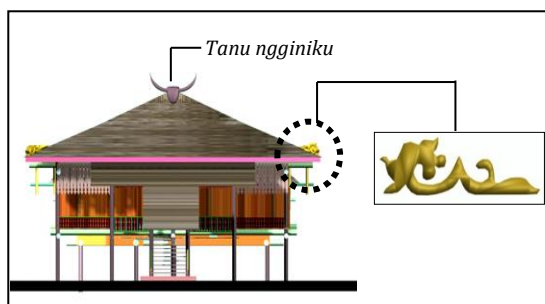


**Gambar 10** Tampak Samping Terlihat Bentuk Atap Melengkung

Sumber: Tim Dosen Arsitektur UHO - 2004

### Ragam hias

Ragam hias tanduk kerbau (*tanu ngginiku*) terdapat di rumah Komali. Tanduk kerbau diletakkan di puncak atap bagian depan dan belakang. Ukiran model kepala pakis terdapat pada ujung lisplang (gambar 11). Tanduk kerbau diberi makna sebagai simbol kemakmuran masyarakat Tolaki. Kerbau merupakan hewan yang disakralkan oleh etnis Tolaki. Hewan ternak kerbau pada setiap acara adat selalu disembelih. Makin banyak kerbau disembelih, maka semakin menunjukkan status sosial tinggi. Pada zaman dahulu bahwa hewan ternak kerbau hanya dimiliki oleh para bangsawan. Dengan demikian bahwa tanduk kerbau merupakan simbol dari rumah para bangsawan (TDA UHO 2004).



**Gambar 11** Jenis Ragam Hias di Rumah Komali

Sumber: Tim dosen arsitektur UHO - 2004

### KESIMPULAN

Struktur bawah rumah tradisional Komali yang paling khas yaitu tiang dibakar, ditanam, dan diselubungi dengan ijuk; tinggi tiang bawah seukuran hewan ternak kerbau; rumah Komali terdapat tiang *petumbu* dan tiang *tinohe*; balok kolom serta lantai diikat oleh

balok *siwolembatoh*. Struktur tengah yang paling khas yaitu dinding papan dipasang tegak; di ruang *tinumba ibungu* terdapat tangga; dan pintu dibuka pada bagian kiri. Struktur atas yang paling khas yaitu atap rumah Komali terbentuk perisai dan melengkung.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan terima kasih kepada Bapak Dekan Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo yang telah mendukung dalam melakukan penelitian. Kami sampaikan juga terima kasih kepada rekan-rekan sejawat Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo yang telah memberikan kami literatur mengenai rumah tradisional Tolaki.

### DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, Dhani Mutiari, dan Riza Zahrul Islam. 2007. "Tipologi Bentuk Arsitektur Masjid di Surakarta." Doktoral Dissertation. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ayushekar. 2009. "Denah, Tampak, Potongan." There's Something about Geometry + Architecture. 2009. <https://geometryarchitecture.wordpress.com/2009/04/05/denah-tampak-potongan/>.
- Budihardjo, Eko, ed. 2005. *Jati Diri Arsitektur Indonesia*. Bandung: Alumni.
- , ed. 2009. *Pengaruh Budaya dan Iklim dalam Perancangan Arsitektur*. Bandung: Alumni.
- Cahyandari, Gerarda Orbita Ida. 2012. "Tata Ruang dan Elemen Arsitektur Pada Rumah Jawa Di Yogyakarta Sebagai Wujud Kategori Pola Aktivitas Dalam Rumah Tangga." *Jurnal Arsitektur Komposisi* 10 (2): 103-18. <https://doi.org/10.24002/jars.v10i2.1064>.
- Franciska, Bonnieta, dan Laksmi Kusuma Wardani. 2014. "Bentuk, Fungsi, dan Makna Interior Rumah Adat Suku Tolaki dan Suku Wolio di Sulawesi Tenggara." *Intra* 2 (2): 257-70.
- Iskandar, M. Syaom Barliana. 2004. "Tradisionalitas dan Modernitas Tipologi Arsitektur Masjid." *Jurnal Teknik Arsitektur Dimensi* 32 (2): 110-18. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ars/article/view/16182>.
- Keling, Gendro. 2016. "Tipologi Bangunan Kolonial Belanda di Singaraja." In *Forum Arkeologi*, 29:65-80.
- Kustianingrum, Dwi, Okdytia Sonjaya, dan Yogi Ginanjar. 2013. "Kajian Pola Penataan Massa dan Tipologi Bentuk Bangunan Kampung Adat

- Dukuh Di Garut, Jawa Barat." *Jurnal Reka Karsa* 1 (3): 1-13.
- Lihawa, Harley Rizal, N Suwarno, dan W Nuryanti. 2006. "Tipologi Arsitektur Rumah Tinggal Studi Kasus Masyarakat Jawa Tondano (Jaton) di Desa Reksonegoro Kabupaten Gorontalo." *Electronic Theses & Dissertation (ETD)*. Program Studi Teknik Arsitektur Kelompok Bidang Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Melamba, Basrin, dan Tasman Taewa. 2011. *Arsitektur tradisional suku Tolaki di Sulawesi Tenggara*. Pustaka Larasan bekerjasama dengan Program Pendidikan Sejarah FKIP ....
- Mentayani, Ira, dan Dila Nadya Andini. 2007. "Tipologi dan Morfologi Arsitektur Suku Banjar di Kal-Sel." *Info Teknik* 8 (2): 114-22.
- Muchamad, Bani Noor, D Atyanto, Arya Ronald, dan Heddy Shri Ahimsa-Putra. 2015. "Tipologi Balai Adat Suku Dayak Bukit." *Journal of Architecture and Built Environment*, 1-9. eprints.ulm.ac.id.
- Muchamad, Bani Noor, dan Naimatul Afa. 2008. "Rekonstruksi Tipologi Ruang dan Bentuk Istana Kerajaan Banjar di Kalimantan Selatan." *Dimensi Jurnal Teknik Arsitektur* 36 (2): 115-26. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ars/article/view/17926>.
- Nugroho, Setyo, dan Hidayat Husnul. 2016. "Tipologi Arsitektur Rumah Ulu di Sumatera Selatan." In *Prosiding Seminar Nasional temu Ilmiah IPLBI 2016*, 145-50. Ikatan Peneliti Lingkungan Binaan Indonesia-IPLBI Fakultas Teknik Sipil dan ....
- Pangarsa, Galih W, Ema Y Titisari, Abraham M Ridjal, dan Jenny Ernawati. 2012. "Tipologi Nusantara Green Architecture Dalam Rangka Konservasi Dan Pengembangan Arsitektur Nusantara Bagi Perbaikan Kualitas Lingkungan Binaan." *RUAS (Review of Urbanism and Architectural Studies)* 10 (2): 78-94.
- Praja. 2012. "Teori Figure Ground." *Zepoint Studio*. Diakses 31 Maret 2012. <http://zepointstudio.blogspot.co.id>.
- Pranowo, L. 2014. "Tipologi Fasad Art Deco pada Bangunan-bangunan di Yogyakarta." Yogyakarta: Tesis. Program Studi Teknik Arsitektur, Jurusan Ilmu-ilmu Teknik, UGM.
- Prijotomo, Josef. 2008. *Pasang Surut Arsitektur Indonesia*. Surabaya: Wastu Lanas Grafika.
- Rahayu, Tuti. 2012. "Tipologi Arsitektur." *Knowledge*. Diakses 20 Mei 2012. <http://tutirahayu-knowledge.blogspot.co.id>.
- Ramadanta, Asyra. 2010. "Kajian Tipologi dalam Pembentukan Karakter Visual dan Struktur Kawasan (Studi kasus: Kawasan Ijen, Malang)." *Jurnal SMARTek* 8 (2): 130-42. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/634/551>.
- Rostiyati, Ani. 2013. "Tipologi Rumah Tradisional Kampung Wana Di Lampung Timur." *Patanjala: Jurnal Penelitian Sejarah dan Budaya* 5 (3): 459. <https://doi.org/10.30959/patanjala.v5i3.101>.
- Rumiatiwati, Asnah, dan Yuri Hermawan Prasetyo. 2013. "Identifikasi Tipologi Arsitektur Rumah Tradisional Melayu Di Kabupaten Langkat dan Perubahannya." *Jurnal Permukiman* 8 (2): 78-88.
- Schneekloth, Lynda H, dan Ellen Manie Bruce. 1989. "Building Typology: An Inquiry." In *EDRA# 20 Proceedings of Annual Conference*, 124-31.
- Setyabudi. 2016. "Sebuah Kajian Tentang Tipologi Arsitektur (On The Typologi Of Architecture)." Diakses 31 Maret 2016. <http://rajutruangarsitektur.blogspot.co.id>.
- Setyohadi, Bambang. 2007. "Tipologi Pola Spasial Dan Segregasi Sosial Lingkungan Permukiman Candi Baru." *Tipologi Pola Spasial Dan Segregasi Sosial Lingkungan Permukiman Candi Baru* 9 (2): 97-106. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v9i2.1612>.
- Sir, Mohammad Mochsen. 2005. "Tipologi Geometri: Telaah Beberapa Karya Frank L. Wright dan Frank O. Gehry (Bangunan Rumah Tinggal sebagai Obyek Telaah)." *RONA Jurnal Arsitektur* 2 (1): 69-83.
- Tim Dosen Arsitektur UHO. 2004. "Rumah Adat Tolaki." In *Seminar Rumah Adat Tolaki*. Kendari: Laboratorium Permukiman dan Pengembangan Wilayah. Fakultas Teknik Universitas Haluoleo.
- Utomo, Tri Prasetyo. 2005. "Tipologi dan Pelestarian Bangunan Bersejarah." *Jurnal Seni Rupa STSI Surakarta* Vol. 2 (No. 1): 71-79.

## PENERAPAN MANAJEMEN RISIKO PADA PROSES PENGEMBANGAN PROPERTI

### *Implementation of Risk Management on Property Development Process*

I Wayan Muka<sup>1</sup>, Agung Wibowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas Hindu Indonesia, Jalan Sanggalangit Penatih Denpasar

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang  
Surel: wayanmuka@unhi.ac.id; agungwibowo360@gmail.com

Diterima: 21 Oktober 2020; Disetujui: 22 Februari 2021

#### **Abstrak**

*Kemampuan untuk mengelola risiko sangat tergantung pada karakteristik proyek dan harus memperhitungkan kerentanan dalam penilaian risiko. Dalam proses pengembangan properti, kerentanan merupakan karakteristik sistem yang akan menciptakan kemungkinan adanya pengaruh kerusakan, bahaya, dan kegagalan yang berpengaruh pada penilaian risiko. Proses manajemen risiko merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk menciptakan perbaikan berkelanjutan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: identifikasi sumber risiko, tahap identifikasi faktor risiko, tahap identifikasi tingkat ancaman, tahap identifikasi tingkat kerentanan, tahap identifikasi tingkat kapasitas, tahap analisis risiko, dan penentuan risiko prioritas. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan pengisian kuesioner oleh narasumber yang terlibat dalam pengembangan properti pada Kawasan Garuda Wisnu Kencana Cultural Park (GWK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor risiko yang mendapat prioritas untuk dimitigasi dan dimonitoring secara terus menerus adalah: risiko investigasi dan perizinan, risiko analisis penyelidikan tanah, risiko pembelian lahan, risiko pengawasan anggaran proyek, dan risiko target pembiayaan pembangunan. Tingkat risiko pada pengembangan Garuda Wisnu Kencana Cultural Park kategori sedang. Proses manajemen risiko pada penelitian ini dapat diterapkan pada proyek pengelolaan properti untuk membantu pihak yang berkepentingan membuat keputusan dalam berinvestasi properti.*

**Kata Kunci:** Manajemen risiko properti, tingkat ancaman, tingkat kerentanan, tingkat kapasitas, Garuda Wisnu Kencana

#### **Abstract**

*Ability to manage risk is highly dependent on the characteristics of the project and must take into account vulnerabilities in the risk assessment. In the property development process, vulnerability is a characteristic of the system that will create the possibility of damage, hazard, and failure effects affecting the risk assessment. The risk management process is one of the steps that can be taken to create continuous improvement. The stages carried out in this research include: identification of risk sources, risk factor identification stage, threat level identification stage, vulnerability level identification stage, capacity level identification stage, risk analysis stage, and priority risk determination. Data collection was carried out through interviews and filling out the questionnaire by resource persons involved in property development in the Garuda Wisnu Kencana Cultural Park (GWK) area. The results showed that the risk factors that received priority to be mitigated and monitored continuously were: investigation and licensing risk, land investigation analysis risk, land purchase risk, project budget oversight risk, and development financing target risk. The level of risk in the development of the Garuda Wisnu Kencana Cultural Park is in the medium category. The risk management process in this study can be applied to property management projects to help interested parties make decisions in property investment.*

**Keywords :** Property risk management, threat level, vulnerability level, capacity level, Garuda Wisnu Kencana

#### **PENDAHULUAN**

Bisnis properti adalah sebuah usaha yang berkaitan dengan semua hal yang berwujud kebendaan, terdapat hak atas kepemilikan, dan mempunyai masa

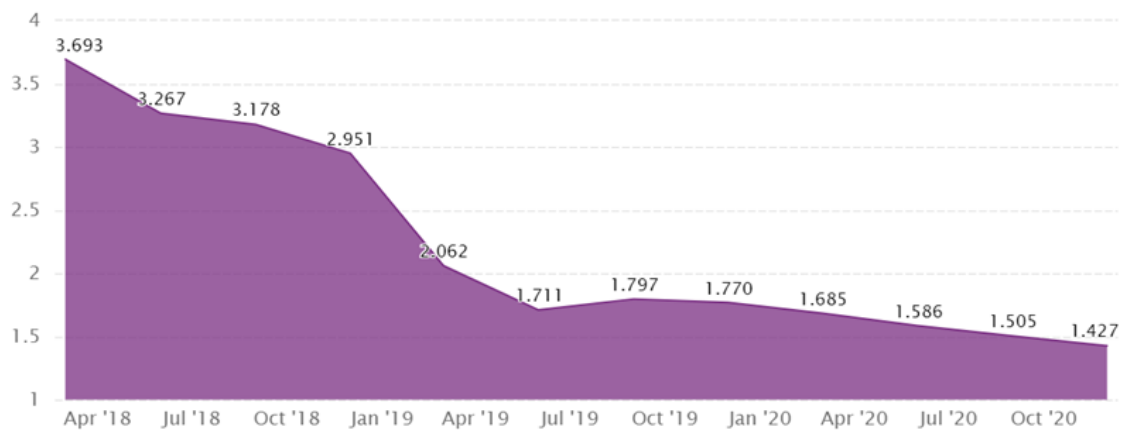
waktu dari pemakaian. Sedangkan investasi properti (*real estate*), secara sederhana berarti mengeluarkan atau menanamkan modal dalam asset yang berbentuk tanah atau bangunan di atasnya. Berinvestasi karena terdorong oleh harapan untuk mendapatkan

keuntungan (Marzuki dan Newell 2019). Bisnis properti merupakan salah satu bisnis yang paling dinamis, berisiko, dan menantang. Namun pengembangan properti memiliki reputasi buruk dalam mengelola risiko. Sebagai contoh, dalam kasus risiko bisnis properti residensial yang disebabkan oleh perubahan kebijakan pengembang (*developer*) tidak mengidentifikasi dan menilai risiko dengan benar. Oleh karena itu perusahaan mentransfer risiko kepada konsumen yang menyebabkan kerugian dari konsekuensi risiko yang ditimbulkan seperti; harga atau sewa rumah meningkat, kualitas bahan dan material rendah, dan terjadi perubahan sistem pembiayaan. Usaha di bidang properti, seperti halnya dengan usaha di semua bidang ekonomi lainnya, perlu mengelola setiap risiko yang dihadapinya agar hubungan yang seimbang antara rentabilitas (*rate of return*) dan likuiditas usahanya tidak terganggu oleh peristiwa-peristiwa, baik ekonomi maupun non-ekonomi, yang terjadi di luar usahanya. Semakin berhasil pengusaha untuk memitigasi risiko maka akan semakin tertarik untuk menanam modalnya, dan sebaliknya. Kemampuan mengelola risiko ini juga tergantung pada seberapa besar tingkat risiko, baik di bidang ekonomi maupun non-ekonomi yang dihadapinya pada lingkungan yang bersangkutan. Semakin kecil risiko lingkungan ini maka semakin kecil ancaman yang perlu dikelolanya sehingga akan semakin tertarik pengusaha untuk menanam modalnya, mengembangkan usahanya atau sebaliknya (Besley dan Ghatak 2010).

Mencermati perjalanan siklus bisnis industri properti di Indonesia dari tahun ke tahun, memang mengalami pasang surut. Pada era tahun 1980-an, bisnis properti sempat mencapai puncak (*booming*), kemudian pada tahun 1983 anjlok di titik terbawah, dan pada tahun 1986 terimbas krisis minyak. Selanjutnya pada tahun 1989, sektor properti kembali menemui masa

keemasannya. Sayangnya kondisi itu tak bertahan lama sebab pada tahun 1993 kembali anjlok. Bisnis properti kembali menemukan posisi puncaknya pada 1997, sebelum krisis ekonomi menghantam Asia. Begitu krisis menerpa, sektor properti terjun bebas ke level terendah. Setelah masa krisis, industri properti mulai pulih kembali khususnya sejak tahun 2000 dan mengalami peningkatan pesat sehingga sampai dengan tahun 2004 telah mencapai kapitalisasi Rp.66,18 triliun dari Rp.9,88 triliun pada tahun 2000, atau meningkat sekitar 570 % dalam 4 tahun terakhir. Suatu lonjakan yang cukup spektakuler (Wayan Muka, Tamin, dan Wibowo 2015). Pada Gambar 1 menunjukkan grafik rata-rata kenaikan harga properti residensial di Indonesia telah turun dari 14% di tahun 2013 menjadi 3% di tahun 2017 dan 2018, bahkan di kuartal kedua tahun 2019 rata-rata kenaikan harga pun lebih rendah yaitu sekitar 2.5%. Pertumbuhan pasar perumahan Indonesia telah mengalami perlambatan pertumbuhan sejak tahun 2014 dan kemungkinan akan menuju masa pemulihan dari tahun 2020. Gambar 1 menunjukkan trend harga baik nominal, maupun riil dari pasar *property residensial* (CEIC 2020). Di akhir 2019, rata-rata pertumbuhan nominal hanya sekitar 1.77%. Periode perlambatan yang terjadi sekarang merupakan konsekuensi alamiah dari adanya *booming property* yang terjadi pada tahun 2012 dan 2014, sebuah proses stabilisasi yang terbentuk ketika adanya gelombang kedua dari *booming property*, hal tersebut merupakan suatu keharusan untuk membantu sektor properti bergerak ulang dengan pondasi fundamental yang lebih kuat (Mourouzi-Sivitanidou dan Sivitanides 2020).

Lemahnya struktur permodalan juga menjadi masalah dalam bisnis properti. Seperti disampaikan dalam artikel berjudul *Five Strong Signals of Japans Coming Crash* oleh Kenichi Ohmae mengatakan,



Gambar 1 Pertumbuhan Harga Properti Residensial Indonesia

Sumber: (CEIC 2020).

kejatuhan properti (*property crash*) di Jepang terjadi karena pondasi *financial* rata-rata perusahaan properti tidak sehat. Di Indonesia hal ini juga terjadi bahwa struktur permodalan pengembang nasional tidak sehat, karena rasio utang terhadap modal (*debt equity ratio*) sangat timpang yakni 75%:25%. Di Amerika Serikat terakumulasinya dana besar di sektor perumahan (properti) telah melahirkan stagnasi yang berakibat melambatnya pertumbuhan ekonomi pada tahun 2007 yang diperkirakan tumbuh 2,3%, padahal tahun 2006 tumbuh 3,3%. Keadaan ini juga diikuti dengan memburuknya keadaan sosial dengan tingkat angka pengangguran sebesar 4,9%, sementara pada tahun 2006 sebesar 3%. Inflasi pada tahun 2006 sebesar 2,1% dan tahun 2007 meningkat menjadi 4,3%. Inflasi di Amerika Serikat tahun 2017 sebesar 2,0% dan sangat berpengaruh pada industri properti (Santosa 2017).

Tujuan dari manajemen risiko adalah untuk menciptakan tingkat perlindungan yang meringankan kerentanan terhadap ancaman dan potensi konsekuensi, sehingga mengurangi risiko ke tingkat yang dapat diterima. Pelaksanaan manajemen risiko harus merupakan bagian integral dari pelaksanaan sistem manajemen perusahaan. Proses manajemen risiko merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk menciptakan perbaikan berkelanjutan. Proses manajemen risiko juga sering dikaitkan dengan proses pengambilan keputusan dalam sebuah perusahaan. Proses ini dapat diterapkan di semua kegiatan, jabatan, proyek, produk atau *asset*. Manajemen risiko terintegrasi merupakan suatu proses dimana berbagai risiko diidentifikasi, diukur, dan dikendalikan di seluruh bagian organisasi atau perusahaan. Melalui pengelolaan risiko terintegrasi, setiap keputusan strategik yang diambil selalu berdasarkan atas informasi yang *valid* dan *reliable* (Eaton 2015). Dalam proses pengembangan properti perlu merujuk pendapat yang menyatakan bahwa kerentanan (*vulnerability*) merupakan karakteristik sistem yang akan menciptakan kemungkinan adanya pengaruh kerusakan, bahaya, dan kegagalan (Ezell 2007). Kerentanan (*vulnerability*) adalah sistem yang berfungsi sebagai pengendalian dan pengelolaan. Risiko merupakan fungsi dari nilai ancaman (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*) dan kapasitas (*capacity*) (Zhang 2007).

Pemahaman tentang transformasi manajemen risiko portofolio properti atau *real estate* di seluruh tahapan siklus hidup sangat penting bagi manajer *real estate* untuk meminimalkan risiko, memindahkan risiko dan perumusan strategi mitigasi dalam portofolio properti atau *real estate* (Gupta dan Newell 2021). Penerapan manajemen risiko pada pengembangan properti di Indonesia saat ini masih belum maksimal,

dimana sebagian besar masih memutuskan suatu keputusan yang berkaitan dengan risiko berdasarkan intuisi, penilaian personal dan pengalamannya daripada menggunakan pendekatan manajemen risiko yang formal dan sistematis. Pada dasarnya ada 4 (empat) pendekatan perilaku dari pihak manajemen terhadap risiko yang selama ini berkembang dalam industri properti dan *real estate* di Indonesia, yaitu: pendekatan yang dilakukan dengan membiarkan setiap kemungkinan untuk terjadi dengan menambahkan alokasi dana untuk premi risiko yang cukup besar pada nilai investasi, pendekatan dengan mengabaikan semua risiko yang mungkin terjadi dengan pengandaian bahwa semuanya akan berjalan dengan lancar dan bagaimanapun juga risiko yang terjadi akan mampu diatasi, pendekatan yang dilakukan dengan mengambil sikap tidak percaya pada analisis yang bersifat perkiraan dan lebih percaya kepada intuisi dan ketajaman perasaan dan pendekatan yang dilakukan dengan memfokuskan diri pada risiko yang sebenarnya tidak dapat dikontrol dengan mengembangkan sikap percaya diri bahwa semua keadaan yang terjadi akan dapat dikendalikan (Basuki 2012). Berdasarkan pada permasalahan di atas, penelitian ini mengembangkan model penerapan manajemen risiko pada pengembangan properti dengan memasukkan tingkat ancaman (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), kapasitas (*capacity*) pada analisis risiko sehingga dapat diketahui indeks risiko prioritas yang dapat digunakan untuk mengambil keputusan dalam investasi bisnis properti

## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan menggunakan metode survei dan wawancara. Metode survei yaitu penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi untuk mewakili populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data. Survei dilakukan dalam tiga tahapan yang meliputi; persiapan survei, pelaksanaan survei; analisis dan sintesa. Persiapan survei meliputi; membuat rancangan kuesioner untuk mengumpulkan informasi tingkat risiko pengembangan properti di lokasi penelitian, pemilihan responden yang menjadi target survei. Pada penelitian ini, pemilihan responden melalui pertimbangan tertentu saja. Secara ringkas, target responden untuk survei adalah bersifat individual yang meliputi perusahaan developer di bidang pengembangan industri properti. Untuk pertimbangan dalam pemilihan survei didasarkan pada tiga hal, sebagai berikut; di tempat tersebut sudah dibangun proyek properti, di tempat tersebut

akan atau sedang dibangun proyek properti, di tempat tersebut teridentifikasi ada masalah dalam pengelolaan proyek properti. Sesuai Gambar 2 studi kasus penelitian ini adalah kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* (GWK). Adapun pertimbangan pemilihan Garuda Wisnu Kencana sebagai studi kasus karena kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* (GWK) merupakan salah satu kawasan pariwisata terpadu dan menjadi ikon pariwisata Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko pada setiap tahap proses pengembangan properti dengan memperhitungkan tingkat ancaman (*hazard*), tingkat kerentanan (*vulnerability*) dan tingkat kapasitas (*capacity*). Tahapannya dimulai dari identifikasi risiko, analisis risiko dan evaluasi risiko. Identifikasi risiko bertujuan untuk membuat daftar risiko secara luas yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan perusahaan. Metode identifikasi risiko yaitu wawancara dengan Manajemen PT. Alam Sutra Realty tbk yang mempunyai tanggungjawab dan memahami sumber risiko, area dampak, peristiwa, penyebab dan potensinya. Tahapannya yaitu: (1) pendataan seluruh peristiwa risiko negatif yang mungkin terjadi dengan penyebaran kuesioner, wawancara, studi literatur dan observasi lapangan, dan (2) pemetaan risiko dan daftar risiko (*risk register*). Analisis risiko bertujuan untuk menilai risiko dari daftar risiko yang telah dikonfirmasi.

**Analisis Risiko**

Analisis risiko ini menggunakan semi-kuantitatif, yang menggunakan faktor pembobotan dan nilai-nilai indeks. Indikator yang digunakan untuk analisis risiko semi-kuantitatif akan dipilih didasarkan pada kesesuaian dan ketersediaan. Rumus  $R = H \times V / C$  yang dijelaskan di atas masih berlaku, namun akan berisi nilai indeks bukan nilai riil. Dalam analogi *Human Development Index* (HDI) dari UNDP, untuk membuat indeks sebanding setidaknya dalam dimensi, indeks yang digunakan dalam analisis yang dikonversi menjadi nilai antara 0 dan 1, dimana 0 merupakan nilai minimum indikator asli, dan 1

merupakan nilai maksimum. Dalam kasus dengan angka rendah yang banyak dan beragam dalam jumlah yang kadang-kadang tinggi, akan dilakukan konversi logaritmik (Log10) daripada konversi linier.

Pada penelitian ini untuk mengukur risiko digunakan persamaan 1 (Villagrán de León 2006) sebagai berikut:

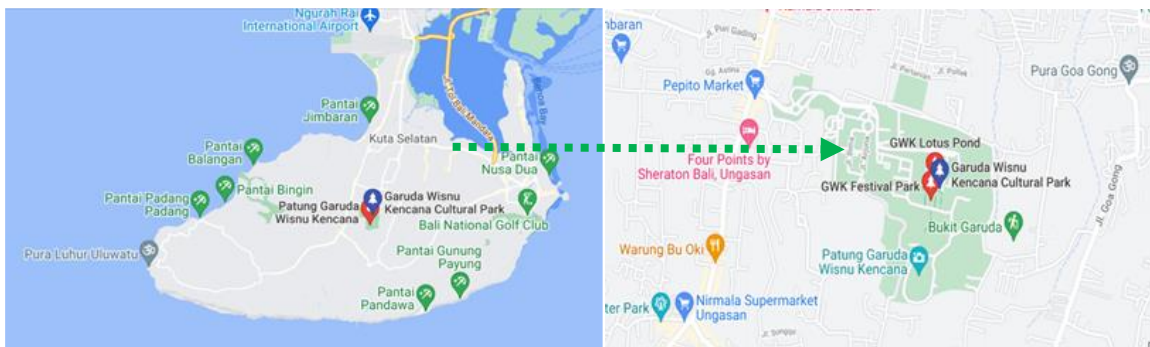
$$R_{pi} = H_{pi} \times \frac{V_{pi}}{C_{pi}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

- R<sub>pi</sub> adalah Risiko dalam pengembangan properti,
- H<sub>pi</sub> adalah Ancaman pengembangan properti,
- V<sub>pi</sub> adalah Kerentanan pengembangan properti,
- C<sub>pi</sub> adalah Kapasitas pengembangan properti.

Dalam konteks penelitian ini diasumsikan bahwa tingkat ancaman, kerentanan, dan kapasitas dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Ancaman (*hazard*) adalah merupakan kondisi yang memiliki potensi penyebab timbulnya kerugian bagi perusahaan yang disebabkan oleh aktifitas dalam proses pengembangan properti seperti aktifitas pengembangan lahan, desain, pembiayaan, perizinan, konstruksi, pemasaran dan penjualan.
- 2) Kerentanan (*vulnerability*) adalah merupakan kondisi yang rentan bagi perusahaan dan sebagai kelemahan dalam melaksanakan aktifitas proses pengembangan properti yang dapat berupa kerentanan ekonomi, lingkungan, fisik, dan hubungan sosial. Sesuai dengan definisi kerentanan, dalam hubungan dengan pengembangan properti.
- 3) Kapasitas (*capacity*) merupakan kekuatan atau kemampuan perusahaan untuk mencapai tujuan dengan mengurangi kemungkinan risiko yang akan timbul dengan menggunakan sumber daya yang ada. Penentuan tingkat risiko prioritas dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut: penilaian tingkat ancaman, penilaian tingkat



**Gambar 2** Lokasi Penelitian

kerentanan, penilaian tingkat kemampuan, penilaian tingkat kepentingan kriteria tujuan para pihak, dan perhitungan indeks prioritas risiko (IPR).

(berdasar analisa responden); A1, A2, , ....D5 adalah Bobot Alternatif level 3 (berdasar analisa responden); nilai risiko a1, nilai risiko a2, ....., nilai risiko d5 adalah Nilai risiko.

### Tingkat Risiko

Tingkat Risiko ditentukan dengan menggabungkan Tingkat Kerugian dengan Tingkat Kapasitas. Penentuan Tingkat Risiko dilaksanakan untuk setiap ancaman yang teridentifikasi. Penentuan Tingkat Risiko dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada Tabel 1. Penentuan dilaksanakan dengan menghubungkan Tingkat Kerugian dan Tingkat Kapasitas dalam matriks tersebut (BNPB 2012).

### Tingkat Kepentingan Kriteria

Berdasarkan permasalahan yang ada, struktur dari kriteria beserta alternatif dapat disusun dalam sistem hirarki. Terkait pemikiran ini, maka metode *Analytical Hierarchy Process* dipilih sebagai metode yang tepat untuk mengetahui tingkat kepentingan (Darmanto, Latifah, dan Susanti 2014).

Penilaian indeks prioritas risiko dapat dilakukan setelah bobot tingkat kepentingan kriteria-kriteria tujuan para pihak didapatkan. Perhitungan indeks risiko prioritas (IPR) merupakan hasil analisis bobot tingkat kepentingan masing-masing level dan besarnya nilai risiko berdasarkan tingkat ancaman, tingkat kerentanan dan tingkat kapasitas. Penilaian tingkat risiko prioritas diawali dengan penilaian tingkat ancaman, tingkat kerentanan, tingkat kapasitas dan mempertimbangkan bobot relatif kepentingan dari kriteria-kriteria yang ditentukan. IPR dihitung menggunakan rumus sesuai dengan Persamaan 2 sebagai berikut:  $IPR = A (A1 \times \text{nilai risiko } a1 + \dots + A6 \times \text{nilai risiko } a6 + \dots + D1 \times \text{bobot } d1 + \dots + D5 \times \text{nilai risiko } d5)$ . Dimana IPR adalah Indeks Prioritas Risiko; A s/d D adalah Bobot Alternatif level 2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penilaian Risiko

Pada tahap ini narasumber diberikan kuesioner. Kuesioner tahap ini bertujuan untuk menilai tingkat urgensi atau kekritisitas risiko potensial. Penilaian kuesioner tahap pertama dilakukan oleh narasumber dengan memberikan angka untuk setiap faktor yang ditinjau pada kolom-kolom kriteria menggunakan skala linkert antara 1 sampai 5. Secara berturut turut, angka 1 mempresentasikan tingkat risiko tidak penting/tidak kritis atau dapat diabaikan, angka 2 mempresentasikan kurang penting atau tidak dapat diabaikan, angka 3 mempresentasikan cukup penting/cukup kritis, angka 4 mempresentasikan penting/kritis, dan angka 5 mempresentasikan sangat penting/sangat kritis. Selanjutnya data jawaban responden diuji validitas dan reliabilitas. Hasil uji validitas dan reliabilitas variabel ancaman (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), kapasitas (*capacity*) mengindikasikan seluruh pernyataan yang terdapat dalam kuesioner memiliki korelasi yang kuat satu sama lain, ini ditunjukkan oleh nilai *Corrected Item Total Correlation* ( $r_{hitung}$ ) lebih besar dari  $r_{tabel} = 0,834$ , menunjukkan bahwa kuesioner mampu mengukur tingkat ancaman (*hazard*), tingkat kerentanan (*vulnerability*), dan tingkat kapasitas (*capacity*) yang mempengaruhi nilai risiko dalam pengembangan properti. Sedangkan hasil uji reliabilitas menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha Item* untuk keseluruhan atribut penilaian yang terdapat dalam kuesioner adalah lebih besar dari 0,834 dan hasil ini mengindikasikan bahwa jawaban narasumber atau responden mempunyai konsistensi

**Tabel 1** Penentuan Tingkat Risiko

Tingkat Risiko		Tingkat Kapasitas		
		Tinggi	Sedang	Rendah
Tingkat Kerugian	Tinggi			
	Sedang			
	Rendah			

Keterangan:

- Tingkat Risiko Tinggi (>0,7)
- Tingkat Risiko Sedang (0,4-0,7)
- Tingkat Risiko Rendah(<0,4)

Sumber: BNPB, 2012



internal yang baik (*good*) hingga sangat baik (*excellent*).

Hasil jawaban narasumber untuk kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* selanjutnya dianalisis menggunakan rumus  $R = H \times V/C$ , dengan ketentuan nilai risiko (R) dirata-ratakan dengan angka yang telah dinormalisasi. Sebagai contoh: penilaian narasumber #1 pada tahap manajemen untuk risiko target pembiayaan pembangunan (E1) sebagai berikut:  $H5.1 = 4, V5.1 = 3, C5.1 = 4, R1 = 4 \times (3/4) =$

$3; \text{dinormalisasi } 3/25 = 0,120; H5.2 = 3, V5.2 = 4, C5.2 = 5, R2 = 3 \times (4/5) = 2,4; \text{dinormalisasi } 2,4/25 = 0,096.$  Rata-rata nilai risiko  $A1 = (R1 + R2)/2 = (0,120 + 0,096) / 2 = 0,108.$  Penilaian risiko sesuai dengan persamaan 1. Nilai risiko Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* seperti Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 untuk kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* nilai risiko paling tinggi adalah tahap manajemen 0,848; selanjutnya tahap konstruksi 0,673; tahap komitmen 0,514; tahap kelayakan 0,445; dan tahap gagasan 0,425.

**Tabel 2** Nilai Risiko Kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park*

No.	Tahapan (Fase)	Faktor Risiko (Risk Factor)	Nilai Risiko Per Narasumber					Nilai Risiko
			N1	N2	N3	N4	N5	
I	Gagasan ( <i>initiation</i> )	A1. Risiko pemilihan lokasi dan kepemilikan lahan	0,031	0,041	0,074	0,014	0,119	0,279
		A2. Risiko desain pendahuluan	0,031	0,017	0,091	0,306	0,034	0,437
		A3. Risiko investigasi zonasi dan perizinan	0,019	0,062	0,076	0,093	0,187	0,479
		A4. Risiko suku bunga dan inflasi	0,104	0,015	0,069	0,100	0,107	0,395
		A5. Risiko segmen pasar dan peluang pasar	0,016	0,039	0,053	0,026	0,173	0,307
		A6. Risiko kebijakan ekonomi	0,084	0,096	0,102	0,032	0,341	0,655
							<b>0,425</b>	
II	Kelayakan ( <i>feasibility</i> )	B1. Risiko analisis penyelidikan tanah	0,010	0,049	0,128	0,094	0,105	0,386
		B2. Risiko analisis desain	0,076	0,082	0,139	0,047	0,062	0,406
		B3. Risiko analisis hukum dan politik	0,033	0,104	0,017	0,133	0,092	0,379
		B4. Risiko analisis kelayakan ekonomi	0,055	0,120	0,031	0,190	0,078	0,474
		B5. Risiko analisis biaya pembangunan	0,104	0,030	0,112	0,100	0,188	0,534
		B6. Risiko analisis pemasaran dan penjualan	0,035	0,043	0,164	0,171	0,079	0,492
							<b>0,445</b>	
III	Komitmen ( <i>commitment</i> )	C1. Risiko pembelian lahan	0,117	0,095	0,217	0,082	0,266	0,777
		C2. Risiko desain akhir	0,036	0,020	0,070	0,055	0,090	0,271
		C3. Risiko pengurusan perizinan	0,040	0,131	0,068	0,037	0,019	0,295
		C4. Risiko pembiayaan proyek	0,112	0,042	0,157	0,153	0,164	0,628
		C5. Risiko kontrak konstruksi	0,090	0,088	0,076	0,046	0,215	0,515
		C6. Risiko perjanjian pemasaran	0,109	0,177	0,097	0,009	0,211	0,603
							<b>0,514</b>	
IV	Konstruksi ( <i>construction</i> )	D1. Risiko pematangan lahan	0,211	0,107	0,192	0,119	0,101	0,730
		D2. Risiko perizinan pembangunan	0,136	0,044	0,151	0,193	0,137	0,661
		D3. Risiko pengawasan anggaran proyek	0,109	0,113	0,174	0,179	0,160	0,735
		D4. Risiko pengawasan pekerjaan konstruksi	0,133	0,107	0,217	0,109	0,148	0,714
		D5. Risiko persaingan pasar	0,129	0,084	0,104	0,091	0,117	0,525
							<b>0,673</b>	
V	Manajemen ( <i>management</i> )	E1. Risiko target pembiayaan pembangunan	0,136	0,147	0,209	0,180	0,266	0,938
		E2. Risiko pemeliharaan	0,112	0,166	0,196	0,118	0,210	0,802
		E3. Risiko target pemasaran	0,181	0,121	0,228	0,170	0,181	0,881
		E4. Risiko target penjualan	0,105	0,141	0,019	0,277	0,229	0,771
							<b>0,848</b>	

## Penilaian Tingkat Kepentingan

### Penentuan level hirarki

Penilaian tingkat kepentingan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dimulai dengan menyusun level hirarki. Dalam penelitian ini level hirarki terdiri dari 4 (empat) level yaitu:

- 1) Level I (Tujuan), mengetahui tingkat kepentingan penanganan risiko
- 2) Level II (Kriteria), lima tahap proses pengembangan properti yaitu: tahap gagasan (A), tahap kelayakan (B), tahap komitmen (C), tahap konstruksi (D), tahap manajemen (E).
- 3) Level III (sub kriteria), tujuh sumber risiko pengembangan properti menurut Gehner, Halman, dan de Jonge (2006) yaitu; tahap gagasan (A) terdiri dari: risiko pemilihan lokasi dan kepemilikan lahan (A1), risiko desain pendahuluan (A2), risiko investigasi zonasi dan proses perizinan (A3), risiko suku bunga dan inflasi (A4), risiko segmen pasar dan peluang pasar (A5), risiko kebijakan ekonomi (A6). Tahap kelayakan (B) terdiri dari: Risiko analisis penyelidikan tanah (B1), Risiko analisis desain (B2), Risiko analisis hukum dan politik (B3), Risiko analisis kelayakan ekonomi (B4), Risiko analisis biaya pembangunan (B5), Risiko analisis pemasaran dan penjualan (B6). Tahap Komitmen (C) terdiri dari: Risiko pembelian lahan (C1), Risiko desain akhir (C2), risiko pengurusan perizinan (C3), risiko pembiayaan proyek (C4), risiko kontrak konstruksi (C5), risiko perjanjian pemasaran (C6). Tahap Konstruksi (D) terdiri dari: Risiko pematangan lahan (D1), Risiko perizinan pembangunan (D2), Risiko pengawasan anggaran biaya proyek (D3), Risiko pengawasan pekerjaan konstruksi (D4),

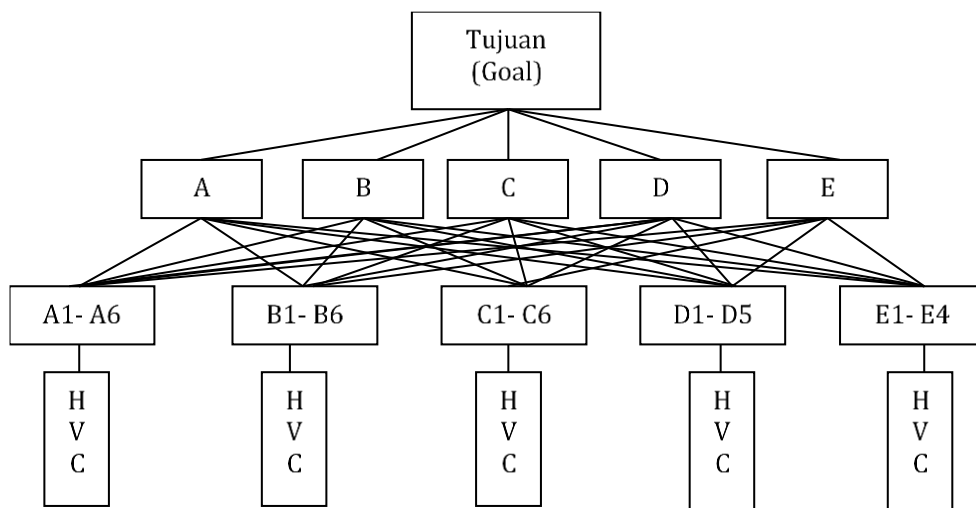
Risiko persaingan pasar (D5). Tahap Manajemen (E) terdiri dari: Risiko target pembiayaan pembangunan (E1), Risiko pemeliharaan dan penyerahan pekerjaan (E2), Risiko target pemasaran (E3), Risiko target penjualan (E4).

- 4) Level IV (Alternatif) nilai indeks yang mempengaruhi nilai risiko terdiri dari: tingkat ancaman (H.), tingkat kerentanan (V), tingkat kapasitas (C).

Gambar 3 menggambarkan struktur hirarki tingkat kepentingan para pihak. Setelah struktur hirarki tingkat kepentingan para pihak dibuat langkah selanjutnya adalah menyusun pertanyaan setiap level hirarki. Daftar pertanyaan yang telah tersusun selanjutnya dinilai oleh narasumber. Pada tahap ini narasumber dipilih berdasarkan tingkat keahlian dan kepakaran dalam bidang pengembangan properti. Narasumber pada tahap ini terdiri dari: Direksi PT. Alam Sutra Realty Tbk 1 orang, akademisi 2 orang, dan praktisi properti 1 orang.

### Penentuan Indeks Prioritas Risiko (IPR) Masing-masing Level

Selengkapnya Indeks Prioritas Risiko (IPR) pada kawasan Nusa Dua Resort masing-masing level dapat diilustrasikan sesuai Gambar 4. Pada kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* menyimpulkan tahapan pengembangan yang paling berisiko adalah tahap manajemen (IPR = 0,061), disusul tahap konstruksi (IPR = 0,059), kemudian tahap studi komitmen (IPR = 0,052), tahap kelayakan (IPR = 0,041), dan tahap gagasan (IPR = 0,022). Berdasarkan nilai Indeks Prioritas Risiko (IPR) tersebut, tahap manajemen dan tahap konstruksi merupakan tahap yang



Gambar 3 Struktur Hirarki Tingkat Kepentingan

direkomendasikan untuk diprioritaskan mendapatkan penanganan.

**Kebijakan Respon dan Mitigasi Risiko**

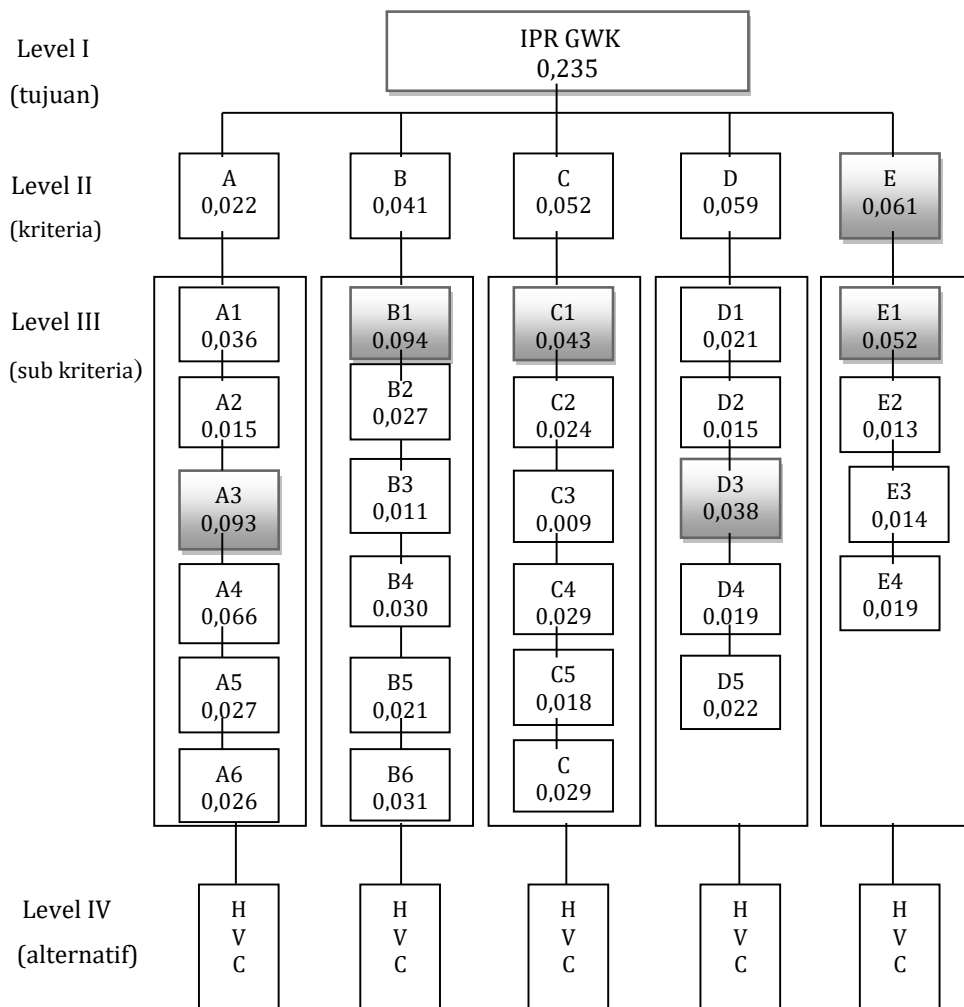
Kebijakan respon risiko dilakukan setelah faktor risiko diidentifikasi dan ditetapkan rankingnya (*risk level*). Risiko yang direpon adalah risiko yang dominan saja atau risiko yang mempunyai IPR tertinggi setiap tahap pengembangan properti. Strategi mengelola risiko penelitian ini digunakan menurut PMBOK (2017) adalah sebagai berikut:

- 1) Menerima risiko (R1)  
Alternatif respon risiko ini dipilih dengan menanggung atau menerima risiko karena bagian dari keputusan manajemen perusahaan.
- 2) Mengurangi atau mitigasi risiko (R2)

Risiko dapat dikurangi dengan mengurangi kemungkinan bahwa kejadian risiko akan terjadi dan mengurangi dampak peristiwa yang dimiliki perusahaan.

- 3) Menghindari risiko (R3)  
Menghindari risiko ketika dari hasil analisis kemungkinan kerugian yang ditimbulkan tinggi.
- 4) Memindahkan atau mentransfer risiko (R4)  
Memindahkan risiko dapat dilakukan dengan metode konvensional seperti membayar pihak ketiga untuk mengambil risiko.

Sedangkan ukuran penentuan jenis respon digunakan pengembangan skala penerimaan risiko yang telah dinormalisasi. Kebijakan respon dan mitigasi risiko ditunjukkan sesuai data di Tabel 3.



**Gambar 4** Indeks Risiko Prioritas Garuda Wisnu Kencana Cultural Park

**Tabel 3** Respon dan Alokasi Risiko Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park*

Tahap	Faktor Risiko	IPR	Respon Risiko
1. Gagasan( <i>initiation</i> )	A3. Risiko investigasi dan perizinan	0,093	Diterima/diabaikan
2. Kelayakan( <i>feasibility</i> )	B1. Risiko analisis penyelidikan tanah	0,094	Diterima/diabaikan
3. Komitmen( <i>commitment</i> )	C2. Risiko pembelian lahan	0,043	Diterima/diabaikan
4. Konstruksi( <i>construction</i> )	D1. Risiko pengawasan anggaran proyek	0,038	Diterima/diabaikan
5. Manajemen( <i>management</i> )	E1. Risiko target pembiayaan pembangunan	0,052	Diterima/diabaikan

### Pembahasan Hasil Penilaian Risiko

PT. Alam Sutera Realty Tbk adalah perusahaan pengembangan properti terintegrasi yang mengutamakan inovasi untuk mewujudkan kehidupan yang berkualitas. Perusahaan memiliki fokus kegiatan usaha dalam bidang pembangunan serta pengelolaan perumahan, kawasan komersial, kawasan industri, pengelolaan pusat perbelanjaan, area rekreasi, perhotelan dan pengembangan kawasan terpadu. Demi memperkuat posisi sebagai perusahaan properti terintegrasi, pada 18 Desember 2007 perusahaan menjadi emiten melalui pencatatan saham di bursa efek Indonesia dengan kode ASRI dan sejak saat itu perusahaan resmi dikenal sebagai perusahaan publik dengan nama PT. Alam Sutera Realty Tbk. Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* atau yang sering disebut juga Garuda Wisnu Kencana merupakan salah satu Kawasan pariwisata terpadu yang dimiliki dan dikelola oleh PT. Alam Sutera Realty pada tahun 2013. Taman Budaya Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* (GWK) adalah sebuah taman wisata di bagian selatan pulau Bali. Di areal taman budaya ini, didirikan sebuah landmark atau maskot Bali, yakni patung Dewa Wisnu yang sedang menunggangi Garuda. Area Taman Budaya Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* berada di ketinggian 146 meter di atas permukaan tanah atau 263 meter di atas permukaan laut. Patung Garuda Wisnu Kencana ini merupakan simbol dari misi penyelamatan lingkungan dan dunia. Patung ini terbuat dari campuran tembaga dan baja seberat 4.000 ton, dengan tinggi 75 meter dan lebar 60 meter.

Sesuai hasil penelitian didapatkan nilai risiko kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* (Tabel 2) sebagai berikut:

- (1) Nilai risiko tertinggi pada tahap gagasan (*initiation*) adalah risiko investigasi zonasi dan perizinan dengan skor 0,479.
- (2) Nilai risiko tertinggi pada tahap kelayakan (*feasibility*) adalah risiko analisis biaya pembangunan dengan skor 0,534.

- (3) Nilai risiko tertinggi pada tahap komitmen (*commitment*) adalah risiko pembelian lahan dengan skor 0,777
- (4) Nilai risiko tertinggi pada tahap konstruksi (*construction*) adalah risiko pengawasan anggaran proyek dengan skor 0,735.
- (5) Nilai risiko tertinggi pada tahap manajemen (*management*) adalah risiko target pembiayaan pembangunan dengan skor 0,938.

Berdasarkan hasil analisis penilaian risiko tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa nilai risiko pada pengembangan kawasan Pariwisata Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* kategori sedang dari skor tertinggi 1,00. Hal ini menunjukkan tingkat ancaman, kerentanan dan kapasitas yang mempengaruhi faktor risiko pada masing-masing tahap pengembangan properti mempunyai nilai bervariasi. Sebagai contoh penilaian untuk tahap manajemen pada faktor risiko target pembiayaan pembangunan dengan nilai risiko = 0,20 (ancaman = 4, kerentanan = 3, kapasitas = 4), dapat diartikan bahwa pemilihan lokasi dan kepemilikan lahan mempunyai tingkat ancaman kategori tinggi, tingkat kerentanan kategori sedang dan tingkat kapasitas kategori tinggi. Demikian juga untuk faktor risiko lainnya pada setiap tahap pengembangan. Untuk mendapatkan nilai risiko yang lebih valid dan menentukan risiko prioritas perlu dimasukkan tingkat kepentingan para pihak berupa bobot kriteria masing-masing level pada penilaian risiko. Kombinasi nilai risiko dan bobot kriteria masing-masing level di dapat Indeks Prioritas Risiko (IPR) yang menunjukkan ranking risiko pada setiap tahap pengembangan yang dapat digunakan untuk menentukan prioritas risiko yang harus di mitigasi dan dapat digunakan untuk mengambil keputusan untuk langkah kegiatan berikutnya. Hasil penelitian ini mendapatkan penilaian risiko kawasan Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* (GWK) secara keseluruhan (Level I) dengan IPR sebesar 0,235. IPR tahap gagasan sebesar 0,022; IPR tahap kelayakan sebesar 0,041; IPR tahap komitmen sebesar 0,052; IPR tahap konstruksi sebesar 0,059 dan IPR tahap manajemen 0,061.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penilaian risiko disimpulkan bahwa nilai risiko pada kawasan pariwisata Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park* kategori sedang (nilai risiko lebih dari 0,4) yaitu tahap gagasan sebesar 0,425, tahap studi kelayakan sebesar 0,445, tahap komitmen sebesar 0,514, tahap konstruksi sebesar 0,673 dan tahap manajemen sebesar 0,848. Hal ini menunjukkan tingkat ancaman, kerentanan dan kapasitas yang mempengaruhi faktor risiko pada masing-masing tahap pengembangan properti mempunyai nilai bervariasi. Faktor risiko yang mendapat prioritas untuk di mitigasi dan di monitoring secara terus menerus adalah; risiko investigasi dan perizinan, risiko analisis penyelidikan tanah, risiko pembelian lahan, risiko pengawasan anggaran proyek, dan risiko target pembiayaan pembangunan. Secara keseluruhan pengembangan Kawasan Pariwisata Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park (GWK)* layak untuk dikembangkan dengan mereduksi risiko prioritas secara berkelanjutan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada PT. Alam Sutra Realty Tbk dan Manajemen pengelola Garuda Wisnu Kencana *Cultural Park (GWK)* yang membantu memberikan data dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [Perka BNPB]. 2012. "Peraturan Kepala BNPB No. 02 Tahun 2012." Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Bank for International Settlements. 2020. "Indonesia Indeks Harga Properti Residensial Nominal." CEIC. 2020. [www.ceicdata.com](http://www.ceicdata.com).
- Basuki. 2012. "Manajemen Risiko Investasi Pengembangan Perumahan." Universitas Islam Indonesia.
- Besley, Timothy, dan Maitreesh Ghatak. 2010. "Property Rights and Economic Development." *Handbook of Development Economics* 5 (C): 4525–95. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52944-2.00006-9>.
- Darmanto, Eko, Noor Latifah, dan Nanik Susanti. 2014. "Penerapan Metode AHP (Analythic Hierarchy Process) untuk Menentukan Kualitas Gula Tumbu." *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer* 5 (1): 75. <https://doi.org/10.24176/simet.v5i1.139>.

- Eaton, Christopher. 2015. "Enterprise Risk Management." In *Canadian Nuclear Society - 35th Annual Conference of the Canadian Nuclear Society and 38th CNS/CNA Student Conference 2015*, 2:711–18. <https://doi.org/10.4018/ijrcm.2014040102>.
- Ezell, Barry Charles. 2007. "Infrastructure Vulnerability Assessment model (I-VAM)." *Risk Analysis* 27 (3): 571–83. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2007.00907.x>.
- Gehner, E, J.I.M. Halman, dan H. de Jonge. 2006. "Risk management in the Dutch Real Estate Development Sector: A Survey." In *6th International Postgraduate Research Conference*, 541–52. SCRI.
- Gupta, Ashish, dan Graeme Newell. 2021. "A Real Estate Portfolio Management Risk Assessment Framework for Nonlisted Real Estate Funds in India." *Property Management* 39 (1): 85–106. <https://doi.org/10.1108/PM-04-2020-0023>.
- Marzuki, Jufri, dan Graeme Newell. 2019. "Real Estate Finance and Investment." In *Real Estate Finance and Investment*. European Real Estate Society. [https://doi.org/10.15396/eres2019\\_79](https://doi.org/10.15396/eres2019_79).
- Mourouzi-Sivitanidou, Rena, dan Petros Sivitanides. 2020. "Real Estate Economics." In *Market Analysis for Real Estate*, 19–52. <https://doi.org/10.4324/9780429279409-3>.
- PMBOK. 2017. "Project Management Body of Knowledge (pmbok® guide)." In *Project Management Institute*.
- Santosa, Agus Budi. 2017. "Analisis Inflasi di Indonesia." In *Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Unisbank 2017*. Stikubank University.
- Villagrán de León, Juan Carlos. 2006. "Vulnerability: A Conceptual and Methodological Review." *SOURCE United Nations University- EHS*. Bonn.
- Wayan Muka, I, Rizal Z Tamin, dan Agung Wibowo. 2015. "Property Development Risk: Case Study in Indonesia." *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES) ISSN (Online) 4 (7): 2319–183*.
- Zhang, Hongliang. 2007. "A Redefinition of the Project Risk Process: Using Vulnerability to Open up the Event-Consequence Link." *International Journal of Project Management* 25 (7): 694–701. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2007.02.004>.

## KERENTANAN EKONOMI DI AREA PERMUKIMAN TERDAMPAK BENCANA LUMPUR LAPINDO, SIDOARJO

### *Economic Vulnerability in The Settlement Area Impacted by Mudflow Disaster Lapindo, Sidoarjo*

**June Ekawati, Eny Sulistyowati**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yos Soedarso,  
Jurusan Manajemen Fakultas Ekonomi, Universitas Yos Soedarso,  
Jalan Dukuh Kupang Barat no. 216-218 Surabaya  
Surel: juneekawati@gmail.com, enysulistyowati7171@gmail.com

Diterima : 09 November 2020 ; Disetujui : 07 April 2021

#### **Abstrak**

*Pasca bencana semburan lumpur Lapindo 14 tahun lalu, hingga kini kondisi lingkungan permukiman maupun ekonomi masyarakat di area terdampak bencana masih rentan. Ekonomi menjadi salah satu faktor terpenting penyebab timbulnya kerentanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan ekonomi di area permukiman terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo, yang menggunakan metoda analisis kuantitatif berbasis data kuesioner. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga desa yang menjadi lokasi studi (Glagaharum, Gedang dan Kalitengah) memiliki tingkat kerentanan ekonomi sedang dengan skor masing-masing 2.45, 2.27 dan 2.97. Rekomendasi berdasarkan hasil penelitian diantaranya: pemerintah pusat tidak hanya berfokus pada program mitigasi bidang fisik-infrastruktur tapi juga dampak ekonomi bencana pada masyarakat, pemerintah daerah perlu memperkuat kelembagaan penanganan bencana di daerah sehingga mampu mendukung upaya pengurangan risiko bencana di bidang ekonomi dan penguatan keberlanjutan masyarakat terhadap bencana yang mungkin timbul di kemudian hari.*

**Kata Kunci:** Bencana, kerentanan ekonomi, mitigasi, risiko bencana, keberlanjutan masyarakat

#### **Abstract**

*After the Lapindo mudflow disaster 14 years ago, until now the settlement environment or economic conditions of the people in the impacted areas are still vulnerable. The economy is one of the most important factors causing vulnerability. This study aims to determine the level of economic vulnerability in the mudflow disaster area of Lapindo, Sidoarjo, using a quantitative analysis method based on questionnaire data. The results showed that the three villages that were the study locations (Glagaharum, Gedang and Kalitengah) had moderate levels of economic vulnerability with scores of 2.45, 2.27 and 2.97 respectively. Recommendations are based on research results: the central government does not only focus on physical-infrastructure mitigation programs but also the economic impact of disasters on the community, local governments need to strengthen disaster management institutions in the regions so that they are able to support disasters risk reduction efforts in the economic sector and strengthen community resilience against disasters that may arise in the future*

**Keywords:** Disaster, economic vulnerability, mitigation, disaster risk, community resilience

## **PENDAHULUAN**

Secara geografis, Indonesia yang berada pada *ring of fire*, merupakan negara yang sangat rawan bencana. Dalam Undang-Undang RI Nomor 24 Tahun 2007 disebutkan bahwa Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor nonalam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (Undang-Undang

Nomor 24 Tahun 2007). Peristiwa semburan lumpur di Sidoarjo yang terjadi sejak tahun 2006 telah mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam namun dipicu oleh faktor kelalaian manusia, juga termasuk dalam kategori "Bencana". Apalagi dampak yang ditimbulkan oleh bencana tersebut yaitu kerusakan lingkungan dan kerugian di sektor ekonomi, sosial, budaya, bahkan psikologis masih dirasakan oleh masyarakat hingga kini.

Kondisi lingkungan permukiman pasca bencana lumpur Lapindo saat ini masih cukup mempriha-

tinkan. Risiko bencana dari desa-desa di area terdampak juga berada pada tingkat medium hingga tinggi (Ekawati, Hardiman, dan Pandelaki 2020). Beberapa kali tanggul penahan lumpur ambles dan retak sehingga perlu dilakukan perluasan dan peninggian. Ancaman rembesan air bahkan banjir luapan dari kolam penampung lumpur sewaktu-waktu dapat menimpa permukiman, terutama saat musim hujan. Dampak lain yang juga dikeluhkan warga adalah bau gas yang menyengat sehingga masyarakat merasa kurang nyaman dalam kesehariannya. Saat kejadian bencana, baik bencana alam maupun bencana non-alam, permukiman padat penduduk memang menjadi sangat rentan karena populasi yang padat tersebut akan banyak menjadi korban dari rusaknya struktur dan konstruksi bangunan (Ekawati 2018).

Beberapa program mitigasi pasca bencana terutama kegiatan fisik untuk mencegah luberan lumpur seperti penguatan struktur tanggul, pengerukan endapan lumpur dan pembuangan air ke Sungai Porong masih terus dilakukan oleh Pemerintah (Pusat Pengendalian Lumpur Sidoarjo Departemen PUPR) hingga saat ini. Namun dampak bencana bukan hanya fisik semata. Penanganan dampak lain yang dirasakan masyarakat seperti masalah ekonomi akibat hilangnya lahan pertanian dan mata pencaharian masyarakat, tentu masih perlu mendapat perhatian serius dari berbagai pihak. Bantuan dan kepedulian terhadap korban bencana biasanya memang melimpah pada masa tanggap darurat pasca terjadinya bencana. Namun setelah fase

itu berakhir, masyarakat terpaksa harus berjuang sendiri untuk dapat memulai hidupnya seperti sediakala (Bahransyaf 2009). Pada fase awal pasca bencana lumpur Lapindo, Perdamean mengemukakan adanya enam struktur pola mekanisme *survival* yang dilakukan masyarakat, yaitu; menekan pengeluaran rumahtangga, pemanfaatan tenaga kerja keluarga, jaringan sosial, wisata lumpur Lapindo sebagai lahan usaha, migrasi sebagai pilihan akhir, maupun mobilisasi massa untuk unjuk rasa (Daulay 2010).

Dampak ekonomi bencana seperti hilangnya mata pencaharian masyarakat karena tempat kerja mereka tenggelam dalam lumpur, sangat dirasakan masyarakat (Suryaningsih dan Handayani 2017). Namun 14 tahun (2006-2020) pasca bencana, ternyata masih banyak rumah dan bangunan di area terdampak bencana yang rusak, retak-retak dan kurang layak huni (Gambar 1) serta perlu diperbaiki. Pekerjaan mengelola lahan pertanian dan peternakan yang hilang juga harus segera dicarikan alternatif penggantinya agar roda ekonomi keluarga dapat tetap bertahan di tengah kondisi lingkungan permukiman yang telah berubah.

Ketidakmampuan masyarakat untuk memperbaiki rumahnya setelah 14 tahun terjadinya bencana merupakan salah satu indikator kerentanan ekonomi yang dapat teramati secara kasat mata. Berbagai masalah ekonomi dan kerentanan permukiman menjadi latar belakang pentingnya solusi di bidang ekonomi bagi masyarakat yang terdampak bencana



**Gambar 1** Dampak Bencana Semburan Lumpur pada Permukiman Masyarakat. a,b: Beberapa Rumah yang Kondisinya Rusak Namun Masih Dihuni oleh Masyarakat di Desa Glagaharum Kecamatan Porong, dan c,d: Rumah yang Rusak dan Rumah Tak Layak Huni di Desa Kalitengah Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo.

pasca masa tanggap darurat. Pengkajian tingkat kerentanan dan kapasitas masyarakat serta langkah-langkah untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dan mengurangi kerentanan (Wahyuni, Fatimah, dan Azmeri 2015) merupakan hal yang sangat dibutuhkan untuk dapat membantu memulihkan kondisi masyarakat yang terdampak bencana. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tingkat kerentanan ekonomi masyarakat dan manajemen bencana di area terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo. Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil kajian dalam penelitian ini adalah untuk membantu mengidentifikasi kerentanan ekonomi di lingkungan permukiman dalam upaya mengurangi risiko bencana, menurunkan tingkat kerentanan dan pemulihan kondisi ekonomi masyarakat di area terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo, yang pada akhirnya menjadi penguatan keberlanjutan masyarakat terhadap dampak yang mungkin timbul di kemudian hari.

Terjalannya interaksi antara kerentanan (*vulnerability*) dan bahaya (*hazard*) merupakan komponen utama terjadinya bencana (Imanda 2013). Banyak definisi kerentanan yang dikemukakan para peneliti. Cutter (1996) dalam (Cutter, Ash, dan Emrich 2014) telah mengumpulkan 18 definisi dari perspektif yang diungkap para saintis. Djalante dan Frank Tomalla (Djalante dan Thomalla 2011) mendefinisikan Kerentanan yang juga menjadi konsep dalam paradigma Pengurangan Risiko Bencana, sebagai suatu kondisi yang sangat rawan terhadap risiko bencana dan sangat dipengaruhi oleh faktor atau proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan. Sedangkan menurut Indeks Risiko Bencana Indonesia 2013 (BNPB 2014), mengemukakan kerentanan sebagai suatu kondisi yang ditentukan oleh faktor-faktor atau proses-proses fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang mengakibatkan menurunnya kemampuan dalam menghadapi bahaya (*hazards*) dimana tingkat kerentanan dibagi dalam kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi / lingkungan. Secara singkat, *Vulnerability* adalah fungsi dari *exposure*, *sensitivity* dan *adaptive capacity* (Gallopín 2006; Frazier, Thompson, dan Dezzani 2014; Sariffuddin et al. 2016).

Suatu masyarakat atau kota disebut rentan ketika karakteristik dan sekitarnya membuatnya terkena dampak merusak dari suatu risiko (Salami, Von Meding, dan Giggins 2017). Faktor yang mempengaruhi timbulnya kerentanan antara lain: 1) berada di lokasi berbahaya (lereng gunung api, di sekitar tanggul sungai, di daerah kelerengan yang labil, dll); 2) kemiskinan; 3) perpindahan penduduk desa ke kota; 4) kerusakan dan penurunan kualitas lingkungan; 5) penambahan penduduk yang pesat; 6)

perubahan budaya; dan 7) kurangnya informasi dan kesadaran (Jaswadi dan Hadi 2012). Adapun untuk penilaian tingkat kerentanan ekonomi masyarakat menggunakan *scoring* pada masing-masing indikator, dimana yang termasuk dalam Kerentanan Ekonomi menurut Asian Disaster Preparedness Center meliputi: pendapatan, investasi, potensi kerugian barang/ persediaan yang timbul (ADPC 2006, dalam; Jaswadi dan Hadi 2012).

Pentingnya penilaian kerentanan ekonomi yang terjadi di suatu wilayah dapat dimengerti jika merujuk kembali pada rumusan kerentanan (1) dari Turner dan Kasperson (Li et al. 2003; Sariffuddin et al. 2016) serta rumusan (2) dari Frazier (Frazier, Thompson, dan Dezzani 2014; Sariffuddin et al. 2016) sebagai berikut:

$$Vulnerability = \frac{Exposure \times Sensitivity}{Adaptive Capacity} \dots (1)$$

$$V = [E + S] - AC \dots (2)$$

Dari rumusan (1) dan (2) dapat diketahui jika tingkat *exposure* (E) dan *sensitivity* (S) meningkat maka kerentanan akan semakin tinggi. Sebaliknya jika *adaptive capacity* (AC) tinggi, maka tingkat kerentanan akan turun. *Exposure* terkait langsung dengan karakter, *magnitude*, frekuensi, durasi dan perluasan area risiko iklim dan bahaya fisik (Adger dan Vincent 2005). *Sensitivity* adalah tingkat dimana sistem dapat menyerap dampak tanpa menderita kerugian jangka panjang. Dan *adaptive capacity* lebih merepresentasikan potensi daripada adaptasi yang sebenarnya (Brooks 2003).

Dengan mempertimbangkan kerentanan ekonomi masyarakat saat ini, maka diperlukan suatu manajemen bencana yang baik di area terdampak bencana lumpur Lapindo ini. Manajemen bencana sebagai suatu proses dinamis, terpadu dan berkelanjutan bertujuan untuk meningkatkan kualitas langkah-langkah yang berhubungan dengan kegiatan pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap darurat, evakuasi, rehabilitasi maupun pembangunan kembali (Jokowinarno 2011). Dengan definisi seperti ini, maka manajemen bencana di area studi tidak hanya menyangkut soal fisik dan infrastruktur untuk pengendalian lumpur semata, apalagi bila hanya dilaksanakan pada masa tanggap darurat saja. Namun program mitigasi bencana perlu terus dilakukan berkala sebagai upaya mengurangi dampak bencana.

## METODE

Area studi difokuskan pada tiga desa yang terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo, Jawa Timur





**Gambar 2** Lokasi Penelitian dalam Peta Kabupaten Sidoarjo

sebagaimana Gambar 2. Ketiga desa ini sebagian wilayahnya termasuk dalam peta terdampak bencana sehingga sebagian penduduknya telah dipindahkan dan diberi kompensasi. Namun beberapa warga rupanya enggan pindah dengan berbagai alasan dan memilih tetap bertahan di permukimannya. Desa yang dimaksud adalah Desa Kalitengah Kecamatan Tanggulangin, Desa Glagaharum Kecamatan Porong dan Desa Gedang Kecamatan Porong.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk penilaian tingkat kerentanan ekonomi masyarakat adalah bersifat kuantitatif dengan pengumpulan data melalui kuesioner sebagai alat bantu penggalian data primer dari masyarakat. Wawancara lebih mendalam (*In depth interview*) dilakukan untuk menanyakan beberapa pertanyaan yang memerlukan penegasan atas jawaban responden pada kuesioner atau penjelasan berupa proses (deskriptif) yang tidak terukur dan tidak ada dalam kuesioner. Dengan demikian maka sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder yaitu:

1. Data Primer yang diperoleh secara langsung di lapangan, berupa : a) Foto kondisi eksisting wilayah penelitian yaitu kondisi lingkungan dan permukiman di 3 desa yang ada di 2 kecamatan; b) Wawancara dengan perangkat desa, tokoh masyarakat; c) kuesioner kepada masyarakat.
2. Data sekunder yang diperoleh di Kantor Kepala Desa, buku dan hasil penelitian terdahulu.

Pemilihan sampel (responden) dilakukan dengan teknik *Purposive Sampling* yaitu pengambilan sampel berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap berkaitan dengan karakteristik populasi dan relevan dengan tujuan penelitian. Sedangkan perhitungan sampel menggunakan rumus:

$$n = \frac{N}{Nd^2+1} \dots\dots\dots(3)$$

dimana n = jumlah sampel,  
 N = jumlah populasi, dan  
 d = presisi (diambil 5-10% dari populasi).

Rumah-rumah masyarakat yang dijadikan *sampling* dalam satu desa tidak diambil pada semua RW yang ada, namun dipilih yang berdekatan dengan lokasi lahan yang masuk dalam peta terdampak dari pemerintah. Khusus Glagaharum, jumlah sampel ditambah karena banyak lokasi rumah responden dalam penelitian ini dekat dengan tanggul lumpur. Distribusi responden dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk penilaian kerentanan, terdapat 3 faktor yang diperhitungkan, yaitu *Exposure*, *Sensitivity* dan *Adaptive Capacity*. Namun karena kajian dalam penelitian ini dibatasi hanya pada sektor ekonomi maka diambil 2 indikator *exposure*, 5 indikator *sensitivity* dengan 2 indikator *adaptive capacity*. Tabel 2 memperlihatkan indikator dalam penilaian kerentanan ekonomi.

**Tabel 1** Jumlah Responden

Desa	Jumlah Populasi 2019 (orang)			ΣResponden
	Laki-laki	Perempuan	ΣTotal	
Kalitengah	6.391	6.587	12.978	55
Glagaharum	2.136	2.008	4.144	34
Gedang	3.172	3.153	6.325	28
Jumlah Total			23.447	117

Sumber: Diolah dari Data Desa, 2020

**Tabel 2** Indikator Kerentanan Ekonomi

Faktor	Indikator Ekonomi yang Diukur	Penilaian
1. <i>Exposure</i>	Kondisi keretakan rumah Kondisi umum bangunan rumah	Makin banyak keretakan, makin rentan Makin rusak fisik rumah, makin rentan
3. <i>Sensitivity</i>	Mata Pencaharian	PNS/BUMN, Pekerja swasta, Wiraswasta, Pelajar, Petani/Informal
4.	Sumber pendapatan masyarakat sejak terjadinya bencana	Makin turun pendapatan, maka makin rentan ekonominya
5.	Lokasi atau tempat kerja sejak terjadinya bencana	Makin jauh lokasi kerjanya, makin rentan ekonominya
6.	Jumlah belanja dan pengeluaran masyarakat sejak terjadi bencana	Makin turun pengeluaran, maka kondisi ekonomi makin rentan
7.	Kondisi tabungan keluarga sejak terjadinya bencana	Makin turun tabungan keluarga, kondisi ekonomi makin rentan
8. <i>Adaptive Capacity</i>	Pengetahuan masyarakat tentang bencana lumpur Lapindo	Makin tinggi pengetahuan, makin turun kerentanan ekonominya
9	Kesiapan ekonomi menghadapi bencana di masa mendatang	Makin tinggi kesiapan, makin turun kerentanan ekonominya

Data primer hasil kuesioner kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Hasil dan informasi dari kuesioner dianalisis dan diberi penilaian berdasarkan perolehan skor dengan skala 1 sampai 5 seperti pada tabel 3 yang didapatkan oleh tiap indikator. Untuk skor 1 dipilih jika responden menganggap kondisi pada indikator yang ditanyakan sangat baik dan skor 5 dipilih jika kondisinya sangat tidak baik. Semakin tinggi skor yang diperoleh, maka tingkat kerentanan ekonomi akan semakin tinggi. Tiap indikator memiliki bobot penilaian yang sama dan penggunaan *scoring* sebagai *output* dari penilaian kerentanan dipilih karena sangat mudah dipahami oleh

masyarakat awam dibandingkan grafik radar (Tarumingkeng, Tondobala, dan Sela 2017) maupun sistem kuadran (Sariffuddin et al. 2016).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa data primer yang didapatkan dari kuesioner kemudian diolah dan dianalisis dengan teknik *scoring* (setiap jawaban diberi skor) untuk mempermudah penilaian. Pembahasan untuk penilaian kerentanan ekonomi dilakukan pada ketiga faktor kerentanan yaitu penilaian tingkat *exposure*, tingkat *sensitivity*, dan tingkat *adaptive capacity*.

**Tabel 3** Skor Masing-masing Indikator *Exposure* dan *Sensitivity*

Skor per indikator	1	2	3	4	5
<b>Kategori</b>	Sangat baik	Baik	Cukup/Netral	Tidak baik	Sangat tidak baik

### Penilaian Tingkat *Exposure* (Paparan)

Penilaian mengenai tingkat paparan bencana terhadap permukiman warga yang didapatkan berdasarkan data kuesioner di ketiga desa studi dapat dilihat pada tabel 4, dengan pengaturan skor penilaian sebagai berikut:

**Tabel 4** Indikator Kerentanan Ekonomi

Indikator	Prosentase Per Desa (dalam %)														
	Glagaharum					Gedang					Kalitengah				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Kondisi keretakan rumah	2.94	38.23	58.82	0	0	71.43	10.71	14.29	0	3.57	18.18	30.91	18.18	30.91	1.82
Kondisi umum rumah	0	35.29	61.76	0	2.94	0	3.57	35.29	29.41	14.71	1.82	18.18	45.45	34.54	0

- Skor keretakan rumah: 1) Tidak retak; 2) Retak sedikit; 3) Retak sedang; 4) Lantai dan dinding retak; 5) Rusak berat
- Skor kondisi umum bangunan rumah: 1) Sangat bagus; 2) Bagus; 3) Sedang; 4) Rusak ringan; 5) Rusak berat.

Kondisi keretakan rumah penduduk diambil sebagai indikator karena merupakan salah satu dampak dari proses gerakan tanah (*land subsidence* atau *uplift*) yang masih terjadi hingga kini. Sedangkan kondisi umum bangunan rumah secara fisik menunjukkan adanya kerentanan ekonomi.

Masyarakat tidak mampu memperbaiki berbagai kerusakan rumahnya karena bencana juga berdampak pada terganggunya ekonomi keluarga akibat kehilangan pekerjaan, bahkan lahan pertanian atau perikanan dan peternakan.

Pada tabel 4, diketahui bahwa pada indikator kondisi keretakan rumah responden di ketiga desa, ternyata masih ditemukan rumah yang retak pada dinding dan lantainya hingga rusak berat sebanyak 3,57% di Desa Gedang dan 32,73% di Desa Kalitengah. Hal ini menunjukkan bahwa walaupun jumlah rumah yang kondisinya demikian kurang *significant*, namun perlu mendapat perhatian khusus karena tingkat kerentanan permukiman di lokasi tersebut sangat tinggi. Rumah yang rusak berat banyak tersebar pada lokasi terdekat atau berjarak kurang dari 100–250 meter dari tepi tanggul lumpur.

Rata-rata permukiman warga yang menjadi responden dari penelitian ini sebanyak 55,88% berada pada kisaran jarak 250–500 meter untuk Desa Glagaharum dan 67,86% responden Desa Gedang serta 54,54% dari Desa Kalitengah tinggal di lokasi lebih dari 1 kilometer dari tepi tanggul lumpur sehingga kondisi rumah yang rusak berat tidak banyak ditemukan. Sedangkan kondisi umum bangunan rumah yang dihuni warga sebagian besar

sedang, walaupun ada yang secara umum rusak parah yaitu 2,94% di Desa Glagaharum dan 14,71% di Desa Gedang. Sedangkan di Desa Kalitengah ternyata beberapa rumah kondisinya bagus (18,18%) dan sangat bagus (1,81%).

Untuk menentukan tingkat *exposure* dari masing-masing desa, maka dibuat kategori dan skor rata-rata dan tingkat *exposure* dari tiap desa berdasarkan hasil kuesioner pada pada Tabel 5 dan Tabel 6, dengan tingkat *exposure* dibagi dalam 5 kategori.

Dari perhitungan skor rata-rata yang didapatkan pada masing-masing desa pada tabel 6, didapatkan kategori tingkat *exposure* Rendah untuk Desa Glagaharum, Sedang untuk Desa Gedang dan Desa Kalitengah. Perolehan skor 2,58 untuk Glagaharum sebenarnya hampir mencapai skor 2,61 (kategori sedang). Hal ini karena jumlah responden dengan kondisi rumah yang rusak sedang ternyata kurang signifikan. Untuk permukiman yang kondisinya rusak sedang di Desa Gedang memang lebih minim karena faktor lokasi desa yang tidak terlalu dekat dengan tepi tanggul lumpur sehingga faktor dampak dari gerakan tanahnya juga lebih kecil.

### Penilaian *Sensitivity*

Untuk penilaian *sensitivity*, diambil 5 indikator yang berhubungan dengan ekonomi keluarga. Pengaturan skor untuk penilaian *sensitivity* pada tabel 6 adalah sebagai berikut :

- Skor mata pencaharian: 1) PNS/BUMN; 2) Pekerja swasta; 3) Wirausaha; 4) Pelajar/ Mahasiswa; 5) Petani/Pekerja Informal/tidak tetap.
- Skor untuk sumber pendapatan: 1) sangat naik; 2) naik; 3) tetap; 4) turun; 5) sangat turun.
- Skor untuk lokasi tempat kerja: 1) sangat dekat; 2) dekat; 3) sedang; 4) jauh; 5) sangat jauh.
- Skor belanja atau pengeluaran keluarga: 1) sangat naik; 2) naik; 3) tetap; 4) turun; 5) sangat turun.

**Tabel 5** Kategori Tingkat *Exposure*

Skor rata-rata	1.00-1.80	1.81-2.60	2.61-3.40	3.41-4.20	4.21-5.00
Tingkat <i>Exposure</i>	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi

**Tabel 6** Skor Rata-rata dan Tingkat *Exposure*

Indikator	Skor rata-rata		
	Glagaharum	Gedang	Kalitengah
Kondisi keretakan rumah	2.56	1.54	2.67
Kondisi umum rumah	2.59	3.68	3.13
Skor rata-rata	2.58	2.61	2.90
Tingkat <i>Exposure</i>	Rendah	Sedang	Sedang

**Tabel 7** Prosentase Indikator *Sensitivity*

Indikator	Prosentase Per Desa														
	Glagaharum					Gedang					Kalitengah				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Mata pencaharian	0	0	0	0	100	0	53.57	0	7.14	39.29	1.82	16.36	0	0	81.82
Sumber pendapatan	2.94	0	61.76	35.29	0	25	28.57	35.71	10.71	0	0	23.64	43.64	23.64	9.09
Lokasi kerja	0	52.94	44.12	2.94	0	10.71	25	42.86	10.71	10.71	1.82	7.27	49.09	38.18	3.64
Belanja	0	35.29	61.76	0	2.94	7.14	14.29	35.71	28.57	14.29	1.82	18.18	47.27	25.45	7.27
Tabungan keluarga	32.35	61.76	5.88	0	0	25.00	35.71	25.00	10.71	3.57	3.64	30.91	49.09	7.27	9.09

- Skor tabungan keluarga: 1) sangat naik; 2) naik; 3) tetap; 4) turun; 5) sangat turun.

Data penelitian yang didapatkan dari indikator mata pencaharian di tabel 7, ternyata prosentase terbesar profesi warga adalah sebagai petani atau pekerja informal/tidak tetap yaitu 100% pada Desa Glagaharum, 39,29% pada Desa Gedang. Dan 81,82% pada Desa Kalitengah. Data profesi ini sekaligus menunjukkan tingginya keterikatan masyarakat pada lahan desanya. Hal ini disebabkan lahan tersebut bukan hanya berfungsi sebagai tempat tinggal, namun lahan juga memberikan penghidupan kepada masyarakat. Kerusakan lingkungan, baik air tanah, udara maupun kesuburan tanahnya akan sangat mempengaruhi panen masyarakat agraris di lokasi studi.

Untuk indikator sumber pendapatan dan belanja atau pengeluaran, sebagian besar responden menjawab sedang atau sumber pendapatan dan belanja tidak sangat naik dan tidak sangat turun. Sedangkan pada

tabungan keluarga, sebagian besar (61,76% di Glagaharum, 35,71% di Gedang dan 49,09% di Kalitengah) menyatakan terdapat kenaikan jumlah tabungan. Fakta ini merupakan faktor pengurang kerentanan ekonomi masyarakat.

Untuk menentukan tingkat *sensitivity* dari masing-masing desa, maka dibuat kategori, skor rata-rata dan tingkat *sensitivity* dari tiap desa berdasarkan hasil kuesioner (tabel 7), dimana tingkat *sensitivity* dibagi dalam 5 kategori pada tabel 8.

Dari tabel 9, didapatkan hasil Tingkat Sensitivity Desa Glagaharum adalah Sedang, Desa Gedang juga Sedang, sedangkan Kalitengah memiliki tingkat sensitivity Tinggi. Walaupun mendapat skor 1.74 untuk indikator tabungan keluarga, Glagaharum mendapat skor 5 untuk indikator mata pencaharian karena seluruh respondennya berprofesi petani/pekerja informal /tidak tetap, sehingga memiliki kerentanan sangat tinggi. Sedangkan untuk Kalitengah, skor kerentanan rendah pada indikator tabungan keluarga

**Tabel 8** Kategori Tingkat *Sensitivity*

Skor rata-rata	1.00-1.80	1.81-2.60	2.61-3.40	3.41-4.20	4.21-5.00
Tingkat <i>Sensitivity</i>	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi

**Tabel 9** Skor Rata-rata dan Tingkat *Sensitivity*

Indikator	Skor rata-rata		
	Glagaharum	Gedang	Kalitengah
Mata pencaharian	5.00	2.73	4.44
Sumber pendapatan	3.29	2.32	3.18
Lokasi tempat kerja	2.50	2.86	3.35
Belanja/pengeluaran	2.71	3.29	3.18
Tabungan keluarga	1.74	2.32	2.88
Skor rata-rata	3.05	2.70	3.41
Tingkat <i>Sensitivity</i>	Sedang	Sedang	Tinggi

**Tabel 10** Prosentase Indikator *Adaptive Capacity*

Indikator	Prosentase Per Desa (%)														
	Glagaharum					Gedang					Kalitengah				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Pengetahuan kebencanaan	0	11.76	50.00	32.35	5.89	7.14	21.42	57.14	10.71	3.57	0	5.45	52.73	67.6	14.29
Kesiapan ekonomi	0	0	91.18	8.82	0	0	10.71	46.43	25.00	17.86	1.82	5.45	63.45	27.27	1.82

**Tabel 11** Kategori Tingkat *Adaptive Capacity*

Skor rata-rata	1.00-1.80	1.81-2.60	2.61-3.40	3.41-4.20	4.21-5.00
Tingkat <i>Adaptive Capacity</i>	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi

**Tabel 12** Kategori Tingkat *Adaptive Capacity*

Indikator	Skor Rata-rata		
	Glagaharum	Gedang	Kalitengah
Pengetahuan kebencanaan	3.32	2.71	3.44
Kesiapan ekonomi	3.09	3.50	3.22
Skor rata-rata	3.21	3.11	3.33
Tingkat <i>Adaptive Capacity</i>	Sedang	Sedang	Sedang

sebesar 2,88 dapat ditutupi oleh skor 4,44 pada indikator mata pencaharian maupun indikator lainnya.

**Penilaian *Adaptive Capacity***

Penilaian *adaptive capacity* masyarakat di lokasi studi juga tidak bisa diabaikan karena berfungsi sebagai faktor pengurang kerentanan ekonominya. Jika nilai indikator *adaptive capacity* maka tingkat kerentanan akan turun. Adapun indikator yang digunakan pada penelitian ini adalah pengetahuan kebencanaan masyarakat terutama yang terkait bencana semburan lumpur Lapindo serta kesiapan ekonomi masyarakat menghadapi risiko bencana di masa mendatang. Data penelitian yang didapatkan dari kuesioner mengenai sebaran tingkat *adaptive capacity* di masing-masing desa dalam prosentase dapat dilihat pada tabel 10.

Untuk menentukan tingkat *Adaptive Capacity* dari masing-masing desa, maka dibuat skor rata-rata dan tingkat *Adaptive Capacity* dari tiap desa berdasarkan hasil kuesioner pada tabel 10, dimana tingkat *Adaptive Capacity* dibagi dalam 5 kategori pada tabel 11.

Dari hasil penilaian pada tabel 12, dapat diketahui bahwa pengetahuan masyarakat mengenai bencana cukup baik dimana untuk Desa Glagaharum lebih dari 50% dalam kategori baik hingga sangat baik (Skor rata-rata 3,32). Bahkan Desa Kalitengah yang mendapat skor rata-rata 3,44, pengetahuan kebencanaan masyarakatnya tergolong tinggi. Untuk Desa Gedang, sebanyak 21% masyarakat kurang memiliki pengetahuan kebencanaan yang baik, sehingga tampak pada tabel 9, dimana Desa Gedang hanya mendapatkan skor rata-rata 2.71. Hal ini kemungkinan disebabkan banyak warga yang baru

**Tabel 13** Skor Rata-rata dan Tingkat Kerentanan Ekonomi

Desa	Skor rata-rata			$V = \frac{ExS}{AC}$	$V = \frac{[E + S]}{-AC}$	Kategori
	Exposure	Sensitivity	Adaptive Capacity			
Glagaharum	2.58	3.05	3.21	2.45	2.42	Sedang
Gedang	2.61	2.70	3.11	2.27	2.20	Sedang
Kalitengah	2.90	3.41	3.33	2.97	2.98	Sedang

bermukim di desa tersebut sehingga tidak mengalami bencana secara langsung. Namun untuk indikator kesiapan ekonomi menghadapi kemungkinan bencana di masa mendatang, skor Desa Gedang justru sangat tinggi yaitu 3,50. Namun secara garis besar ketiga desa ini memiliki tingkat *adaptive capacity* yang baik dengan skor rata-rata di atas 3. Hal ini tentu cukup signifikan sebagai faktor pengurang kerentanan ekonomi di ketiga lokasi studi.

### Penilaian Tingkat Kerentanan Ekonomi

Pada bagian tabel 13 ini disajikan skor yang didapat sebagai dasar penilaian tingkat kerentanan ekonomi masyarakat di area permukiman terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo, sebagai berikut.

Tabel 13 merupakan hasil perhitungan dari penilaian ketiga faktor kerentanan ekonomi sebelumnya, dimana ketiga desa studi ternyata memiliki tingkat kerentanan ekonomi yang sama yaitu *Sedang*. Pada kasus penelitian ini, hasil perhitungan dengan menggunakan formula (1) maupun (2) menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda. Namun jika membandingkan angka dari ketiga desa ini, maka Kalitengah memiliki kerentanan ekonomi paling tinggi yaitu 2,98 akibat skor tingkat *sensitivity* yang juga tinggi yaitu 3,41. Sedangkan Desa Gedang kerentanan ekonominya paling rendah karena tingkat *exposure* maupun *sensitivity*nya juga lebih rendah.

### Pembahasan

Dari segi definisi, dimana kerentanan merupakan suatu kondisi yang sangat rawan terhadap risiko

bencana dan sangat dipengaruhi oleh faktor atau proses fisik, sosial, ekonomi dan lingkungan (Djalante dan Thomalla 2011), maka tampak bahwa permukiman yang berada di lokasi penelitian kondisinya rentan terhadap risiko bencana. Lokasinya yang berdekatan dengan dinding tanggul lumpur yang tidak permanen rawan terkena luberan air. Dinding tanggul yang tidak permanen ini tentu rawan mengalami retak. Belum lagi risiko rembesan air maupun dampak faktor fisik *land subsidence* atau *uplift* yang mengancam bangunan di permukiman warga.

BNPB (2014) menyebut bahwa ekonomi adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kondisi yang mengakibatkan menurunnya kemampuan dalam menghadapi bahaya (*hazards*). Uraian mengenai faktor yang mempengaruhi timbulnya kerentanan (Jaswadi dan Hadi 2012), dapat teramati dengan jelas bahwa dari segi lokasi, permukiman penduduk yang berada di area terdampak bencana lumpur Lapindo ini termasuk dalam kategori “rentan”. Hal ini diperkuat dengan Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2009 Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2029 pasal 54 ayat 2 dan 3 yang menyebutkan bahwa “Kawasan rawan gempa, gerakan tanah, dan longsor terdapat di: Kawasan yang terdampak Lumpur Lapindo di Kecamatan Porong, Tanggulangin dan Jabon”, dengan “Upaya pengelolaan dilakukan dengan larangan kawasan tersebut sebagai zona tidak layak huni” (Perda Kab. Sidoarjo 2009).



**Gambar 3** Berbagi Usaha Ekonomi Masyarakat.

a: Usaha Ternak Kambing di Desa Gedang; b: Usaha Berjualan Bakso Keliling di Desa Kalitengah; c: Usaha Warung Es di Desa Kalitengah; d: Usaha Ibu-ibu Berjualan Bubur di Desa Glagaharum

Kerentanan sebagai fungsi dari tiga faktor yaitu *exposure*, *sensitivity* dan *adaptive capacity* (Gallopín 2006; Frazier, Thompson, dan Dezzani 2014; Sariffuddin et al. 2016) yang diformulasikan dalam rumus (1) ternyata masih belum dioperasionalkan dengan baik dalam analisis data penelitian ini. Sedangkan dengan rumus (2), operasonalisasi analisis data dalam perhitungan kerentanan ekonomi bisa berhasil dengan baik.

Hasil analisis data penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kerentanan ekonomi di area permukiman terdampak bencana lumpur Lapindo di ketiga desa ini berada pada kategori *Sedang*, dimana Kalitengah mencapai skor kerentanan ekonomi tertinggi dibandingkan kedua desa lainnya. Penelitian dengan menggunakan formula (1) dan (2) ternyata mengalami kendala pada penerapan perhitungan total tingkat kerentanannya. Dengan rumus (1), maka *range* angka hasil perhitungan menjadi sangat lebar (Minimal:  $1 \times 1 : 5 = 0.2$ , maksimal:  $5 \times 5 : 1 = 25$ ) sehingga

tingkat kerentanan sangat rendah = 0,20 – 5,16, rendah = 5,17 – 10,12, sedang = 10,13 – 15,08, tinggi = 15,09 – 20,04, dan sangat tinggi = 20,05 – 25,00. Jika menggunakan rumus (2), *range* hasil perhitungan tidak terlalu lebar (Minimal:  $1+1-5=(-3)$ , maksimal:  $5+5-1=9$ ) sehingga tingkat kerentanan sangat rendah =  $(-3.00) - (-0.60)$ , rendah =  $(-0.61) - 1.80$ , *sedang* =  $1,81 - 4,20$ , tinggi =  $4,21 - 6,60$ , dan sangat tinggi =  $6,61 - 9,00$ . Karena itu maka peneliti memutuskan menggunakan *range* hasil perhitungan dari rumus (2) untuk hasil akhir yang mengkategorikan ketiga desa pada tingkat kerentanan ekonomi *SEDANG*.

Gambar 3 adalah beberapa usaha masyarakat yang telah berjalan dan terekam oleh peneliti di ketiga area studi. Hal yang sangat menarik dari penilaian tingkat *sensitivity* adalah mata pencaharian penduduk yang sebagian besar ternyata bekerja sebagai petani, pekerja tidak tetap atau informal. Pekerjaan bertani yang mengolah lahan tentu akan sangat terikat atau tergantung pada kondisi lahan. Bila kondisi

**Tabel 14** Kondisi Kerentanan Permukiman dan Strategi Kebertahanan Masyarakat

No.	Indikator	Kondisi & Strategi Kebertahanan		
		Glagaharum	Gedang	Kalitengah
1.	Kondisi keretakan rumah	Sebagian kondisinya retak-retak, perlu perhatian khusus pemerintah	Kondisi keretakan rendah → cukup baik	Sebagian kondisinya retak-retak, perlu perhatian khusus pemerintah
2.	Kondisi umum bangunan rumah	Kurang baik, perlu peningkatan ekonomi agar dapat merenovasi rumahnya	Kurang baik, perlu peningkatan ekonomi agar dapat merenovasi rumahnya	Kurang baik, perlu peningkatan ekonomi agar dapat merenovasi rumahnya
3.	Mata pencaharian	Perlu alternatif mata pencaharian utama keluarga	Cukup baik, tapi perlu tambahan pendapatan keluarga	Perlu alternatif mata pencaharian utama keluarga
4.	Tingkat pendapatan masyarakat sejak terjadinya bencana	Pendapatan sebagian turun, perlu diupayakan sumber lain	Relatif stabil, perlu terus dipertahankan dan ditingkatkan	Pendapatan sebagian turun, perlu diupayakan sumber lain
5.	Lokasi atau tempat kerja sejak terjadinya bencana	Lokasi kerja rata-rata tidak terlalu jauh	Lokasi kerja rata-rata tidak terlalu jauh	Banyak lokasi kerja yg jauh, menambah biaya
6.	Jumlah belanja / pengeluaran masyarakat sejak bencana	Sebagian besar belanja stabil	Belanja banyak yang turun, perlu perbaikan ekonomi	Belanja banyak yang turun, perlu perbaikan ekonomi
7.	Kondisi tabungan keluarga sejak terjadinya bencana	Cukup baik, rata-rata tabungan meningkat, perlu terus dijaga	Sebagian tabungan warga turun, perlu koperasi untuk mengelola tabungan warga	Sebagian tabungan warga turun perlu koperasi/lembaga keuangan untuk mengelola tabungan
8.	Pengetahuan masyarakat tentang bencana lumpur	Pengetahuan cukup baik	Perlu pelatihan berkala untuk meningkatkan pengetahuan kebencanaan warga	Pengetahuan cukup baik
9.	Kesiapan ekonomi menghadapi bencana di masa depan	Masih perlu peningkatan kesiapan ekonomi	Paling baik kesiapan ekonominya	Perlu peningkatan kesiapan ekonomi

lingkungan rusak atau tercemar, maka hasil panen akan terganggu. Untuk berpindah profesi dan lokasi ke permukiman tipe perkotaan dengan lahan yang sempit, tentu sangat tidak mudah karena tidak sesuai dengan karakter profesi masyarakat. Karena itu, pasca bencana, perlu ada pelatihan-pelatihan intensif dalam kerangka kegiatan mitigasi bencana yang bertujuan agar:

- Masyarakat mampu mandiri secara ekonomi untuk melanjutkan hidupnya
- Dapat mengurangi dampak bencana pada ekonomi masyarakat sehingga tidak lagi tergantung pada bantuan pemerintah (daerah), organisasi kemanusiaan atau pendonor lainnya.

Dari hasil wawancara dengan beberapa responden, diketahui bahwa masyarakat sangat mengharapkan adanya dukungan dan pelatihan-pelatihan keterampilan untuk bisa menjalankan usaha kecil agar lebih berdaya secara ekonomi. Sementara hal tersebut hanya dilakukan di fase-fase awal pasca bencana. Saat ini, menurut masyarakat, sudah tidak ada lagi pendampingan masyarakat dari pemerintah pusat maupun daerah terkait dengan penguatan ekonomi masyarakat. Sementara sesuai hasil wawancara peneliti, program mitigasi bencana yang paling diharapkan masyarakat saat ini adalah program di bidang ekonomi karena jumlah terbesar profesi masyarakat di lokasi studi adalah petani, pekerja informal dan pekerja tidak tetap. Kenyataan yang ada adalah bahwa masyarakat lebih mementingkan bagaimana memenuhi kebutuhan sehari-hari daripada memikirkan investasi untuk bisa hidup lebih aman di permukiman yang ditempati saat ini.

Dari hasil penelitian mengenai kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pemerintah pusat dan daerah khususnya perlu secara intens memberikan dukungan nyata melalui pendampingan, pelatihan-pelatihan keterampilan maupun pemberdayaan masyarakat agar masyarakat yang terdampak bencana di bidang ekonomi dapat tetap mandiri dan mampu meningkatkan keberlanjutan menuju desa tangguh bencana.

Pada tabel 14 disajikan kondisi kerentanan permukiman sekaligus strategi keberlanjutan masyarakat dalam menangani dampak bencana.

## KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian mengenai kerentanan ekonomi di area permukiman terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo, adalah bahwa : Tingkat kerentanan ekonomi pada ketiga desa studi adalah *sedang* dengan skor rata-rata untuk Desa Glagaharum

adalah 2,42, Desa Gedang adalah 2,20 dan Desa Kalitengah adalah 2,98, dengan skor ini maka Desa Kalitengah memiliki tingkat kerentanan paling tinggi dibandingkan kedua desa lainnya; Kondisi *adaptive capacity* masyarakat di ketiga desa ternyata cukup baik yaitu skor rata-rata di atas 3. Sebagai faktor pengurang tingkat *exposure* dan *sensitivity* pada ketiga desa yang hampir sama, ternyata menghasilkan tingkat maupun skor kerentanan yang juga hampir sama. Kondisi ini perlu ditingkatkan untuk dapat mengurangi kerentanan sekaligus meningkatkan keberlanjutan menuju desa tangguh bencana.

Sebagai rekomendasi berdasarkan hasil penelitian di atas, maka perlu adanya tindak lanjut nyata dari pemerintah maupun pemerintah daerah seperti berikut : Pemerintah pusat tidak hanya berfokus pada kegiatan mitigasi penanganan fisik tangguh semata, tapi juga memperhatikan kerentanan ekonomi masyarakat dengan memberikan beberapa stimulus atau akses ke lembaga keuangan bagi masyarakat yang ekonominya rentan di area permukiman terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo; Pemerintah daerah perlu menggandeng perguruan tinggi, LSM atau lembaga keterampilan dan memperkuat kelembagaan penanganan bencana di daerah agar juga dapat melakukan kegiatan edukasi kepada masyarakat terkait kondisi lahan permukiman warga yang rentan risiko bencana maupun pelatihan keterampilan agar masyarakat memiliki tambahan penghasilan dan mampu mandiri secara ekonomi; disamping itu, akademisi dan peneliti dari perguruan tinggi dapat berkontribusi dengan terus mengadakan penelitian terkait kondisi terkini di area terdampak bencana, baik kondisi fisik-infrastruktur, permukiman, lingkungan, sosial-ekonomi, bahkan budaya dan religi masyarakat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Kementerian Riset dan Teknologi – Badan Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia melalui dana Hibah Penelitian Kompetitif Nasional skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2020. Terima kasih kami kepada LLDikti Wilayah 7 yang telah memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih juga kepada Wa Nur Dhuha Ramadhana, Putri Anggraini, Nona Maria Engelina Luase dan Putri Rahayu (mahasiswa Fakultas Ekonomi Universitas Yos Soedarso Surabaya) yang telah membantu pengumpulan data kuesioner dan wawancara responden penelitian di lapangan sepenuhnya hingga selesai, serta Aulia Herdhyanti (mahasiswa Teknik Informatika Universitas Brawijaya Malang) yang telah membantu analisis data penelitian ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- [ADPC] Asian Disaster Preparedness Center. 2006. *Community Based Disaster Risk Management for Lokal Authorities*.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2014. *Indeks Risiko Bencana Indonesia 2013*. Diedit oleh Lilik Kurniawan, Sugeng Triutomo, Ridwan Yunus, Mohd. Robi Amri, dan Arezka Ari Hantyanto. 1 ed. Jakarta: Direktorat Pengurangan Risiko Bencana Deputi Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan BNPB.
- [Perda Kab. Sidoarjo]. 2009. "Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2009 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Sidoarjo Tahun 2009-2029."
- [UU] Undang-Undang RI. 2007. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana."
- Adger, W. Neil, dan Katharine Vincent. 2005. "Uncertainty in Adaptive Capacity." *Comptes Rendus - Geoscience* 337 (4): 399-410. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2004.11.004>.
- Bahransyaf, Daud. 2009. "Pemberdayaan Masyarakat Pasca Bencana Berbasis Penelitian." *Jurnal Penelitian dan pengembangan kesejahteraan Sosial* 14 (01): 47-56.
- Brooks, N. 2003. "Vulnerability, Risk and Adaptation: A conceptual Framework." Tyndall Centre Working Paper No. 38. September 2003. Norwich.
- Cutter, Susan L., Kevin D. Ash, dan Christopher T. Emrich. 2014. "The Geographies of Community Disaster Resilience." *Global Environmental Change* 29: 65-77. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.08.005>.
- Daulay, Pardamean. 2010. "Survival Mechanism Victim Household of Lumpur Lapindo in Sidoarjo - Jawa Timur." *Jurnal Organisasi dan Manajemen* 6 (1): 74-88.
- Djalante, Riyanti, dan Frank Thomalla. 2011. "Community Resilience to Natural Hazards and Climate Change: A Review of Definitions and Operational Frameworks." *Asian Journal of Environment and Disaster Management (AJEDM) - Focusing on Pro-Active Risk Reduction in Asia* 03 (03): 339. <https://doi.org/10.3850/s1793924011000952>.
- Ekawati, June. 2018. "Kebertahanan Kultural dan Religi di Area Perbukitan Terdampak Bencana Lumpur Lapindo Sidoarjo, Jawa Timur." *Sabda, Universitas Diponegoro* 13 (2): 122-34.
- Ekawati, June, Gagoek Hardiman, dan Edward E. Pandelaki. 2020. "Analysis of GIS-Based Disaster Risk and Land Use Changes in The Impacted Area of Mudflow Disaster Lapindo." In *The 1st International Conference on Urban Design and Planning*, 1-12. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/409/1/012032>.
- Frazier, Tim G., Courtney M. Thompson, dan Raymond J. Dezzani. 2014. "A Framework for The Development of The SERV Model: A Spatially Explicit Resilience-Vulnerability model." *Applied Geography* 51: 158-72. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.04.004>.
- Gallopin, Gilberto C. 2006. "Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity." *Global Environmental Change* 16 (3): 293-303. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.004>.
- Ii, B L Turner, Roger E Kasperson, Pamela A Matson, James J Mccarthy, Robert W Corell, Lindsey Christensen, Noelle Eckley, et al. 2003. "A framework for vulnerability analysis in sustainability science." *PNAS* 100 (14): 8074-8079. <https://doi.org/www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1231335100>.
- Imanda, Amy. 2013. "Penanganan Perbukitan di Kawasan Rawan Bencana Gerakan Tanah Studi Kasus: Perbukitan Sekitar Ngarai Sianok di Kelurahan Belakang Balok, Kota Bukittinggi." *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota* 24 (2): 141-56.
- Jaswadi, Rijanta R., dan Pramono Hadi. 2012. "Tingkat Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat dalam Menghadapi Risiko Banjir di Kecamatan Pasarkliwon Kota Surakarta." *Majalah Geografi Indonesia* 26 (1): 119-48.
- Jokowinarno, Dwi. 2011. "Mitigasi Bencana Tsunami di Wilayah Pesisir Lampung." *Jurnal Rekayasa* 15 (1): 13-20.
- Salami, Rafiu O., Jason K. Von Meding, dan Helen Giggins. 2017. "Urban Settlements' Vulnerability to Flood Risks in African Cities: A Conceptual Framework." *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies* 9 (1). <https://doi.org/10.4102/jamba.v9i1.370>.
- Sariffuddin, Khristina Dwi Astuti, Gustika Farhaeni, dan Lutfiyatul Wahdah. 2016. "Vulnerability Assessment: The Role of Coastal Informal Settlement Growth to Social Vulnerability in Genuk Sub-District, Semarang City Vulnerability Assessment: The Role of Coastal Informal Settlement Growth to Social

- Vulnerability in Genuk Sub- Distric." In *2ndConference on Tropical and Coastal Region and Eco Development*, 1–12. Semarang: IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>.
- Suryaningsih, Adelia, dan Baiq Lily Handayani. 2017. "Bertahan Hidup Dalam Kubangan Lumpur ( Studi tentang Korban Lumpur Lapindo di Desa Glagaharum Kecamatan Porong Sidoarjo )." *E-SOSPOL IV* (1): 6–11.
- Tarumingkeng, Francis A, Linda Tondobala, dan Rieneke L E Sela. 2017. "Pilihan Adaptasi Di Kawasan Beresiko Bencana Banjir (Studi Kasus : Permukiman Sepanjang Sungai Sario)." *Spasial 4* (2): 93–104.
- Wahyuni, Wahyuni, Eldina Fatimah, dan Azmeri Azmeri. 2015. "Analisis Tingkat Kerentanan dan Kapasitas Masyarakat terhadap Bencana Banjir Bandang Kecamatan Celala Kabupaten Aceh Tengah." *Jurnal Ilmu Kebencanaan ( JIKA)* 2 (3): 33–40.

Volume 16 No. 1 Mei 2021

**Jurnal Permukiman**

ISSN : 1907 – 4352  
E-ISSN : 2339 – 2975

**Kumpulan Abstrak**

DDC : 363.3

Ekawati, June, Eny Sulistyowati

Kerentanan Ekonomi Di Area Permukiman Terdampak Bencana Lumpur Lapindo, Sidoarjo  
Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1 Mei 2021, hal. : 41–53

Pasca bencana semburan lumpur Lapindo 14 tahun lalu, hingga kini kondisi lingkungan permukiman maupun ekonomi masyarakat di area terdampak bencana masih rentan. Ekonomi menjadi salah satu faktor terpenting penyebab timbulnya kerentanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kerentanan ekonomi di area permukiman terdampak bencana lumpur Lapindo, Sidoarjo, yang menggunakan metoda analisis kuantitatif berbasis data kuesioner. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga desa yang menjadi lokasi studi (Glagaharum, Gedang dan Kalitengah) memiliki tingkat kerentanan ekonomi sedang dengan skor masing-masing 2.45, 2.27 dan 2.97. Rekomendasi berdasarkan hasil penelitian diantaranya: pemerintah pusat tidak hanya berfokus pada program mitigasi bidang fisik-infrastruktur tapi juga dampak ekonomi bencana pada masyarakat, pemerintah daerah perlu memperkuat kelembagaan penanganan bencana di daerah sehingga mampu mendukung upaya pengurangan risiko bencana di bidang ekonomi dan penguatan keberterahan masyarakat terhadap bencana yang mungkin timbul di kemudian hari.

Kata kunci : Bencana, kerentanan ekonomi, mitigasi, risiko bencana, keberterahan masyarakat

DDC : 620.006

Muka, I Wayan, Agung Wibowo

Penerapan Manajemen Risiko Pada Proses Pengembangan Properti  
Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1 Mei 2021, hal. : 31–40

Kemampuan untuk mengelola risiko sangat tergantung pada karakteristik proyek dan harus memperhitungkan kerentanan dalam penilaian risiko. Dalam proses pengembangan properti, kerentanan merupakan karakteristik sistem yang akan menciptakan kemungkinan adanya pengaruh kerusakan, bahaya, dan kegagalan yang berpengaruh pada penilaian risiko. Proses manajemen risiko merupakan salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk menciptakan perbaikan berkelanjutan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi: identifikasi sumber risiko, tahap identifikasi faktor risiko, tahap identifikasi tingkat ancaman, tahap identifikasi tingkat kerentanan, tahap identifikasi tingkat kapasitas, tahap analisis risiko, dan penentuan risiko prioritas. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dan pengisian kuesioner oleh narasumber yang terlibat dalam pengembangan properti pada Kawasan Garuda Wisnu Kencana Cultural Park (GWK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor risiko yang mendapat prioritas untuk dimitigasi dan dimonitoring secara terus menerus adalah: risiko investigasi dan perizinan, risiko analisis penyelidikan tanah, risiko pembelian lahan, risiko pengawasan anggaran proyek, dan risiko target pembiayaan pembangunan. Tingkat risiko pada pengembangan Garuda Wisnu Kencana Cultural Park kategori sedang. Proses manajemen risiko pada penelitian ini dapat diterapkan pada proyek pengelolaan properti untuk membantu pihak yang berkepentingan membuat keputusan dalam berinvestasi properti.

Kata kunci: Manajemen risiko properti, tingkat ancaman, tingkat kerentanan, tingkat kapasitas, Garuda Wisnu Kencana

DDC : 620.112

Purba, Virgo Erlando, Novdin Manoktong Sianturi, Deardo Samuel Saragih, Dermina Roni Santika Damanik  
Kombinasi Abu Dasar Batu Bara Dan Abu Vulkanik Sebagai Material Beton  
Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1 Mei 2021 hal. : 10-20

Beton membutuhkan campuran dari bahan yang optimal ditinjau dari penggunaan bahan yang minimum dengan kekuatan standar dan ekonomis dalam hal biaya total struktur beton. Material alternatif perlu dipertimbangkan, selain untuk mengurangi dampak negatif pada masyarakat juga dapat berdampak dalam hal peningkatan ekonomi masyarakat sekitar. Abu vulkanik berpotensi mengganti sebagian semen dan limbah bottom ash sebagai pengganti sebagian agregat halus, untuk itu perlu penelitian seberapa besar jumlahnya dan seberapa lama waktu yang diperlukan dalam menghasilkan kekuatan tekan yang mendekati beton normal tanpa bahan tambahan. Metode penelitian dilakukan dengan eksperimen di laboratorium menggunakan benda uji beton dengan campuran 5-12,5% kombinasi abu vulkanik dan bottom ash. Campuran ini dicetak membentuk kubus 15 x 15 x 15 cm dan diuji menggunakan alat kekuatan tekan berdasarkan acuan SNI 03-2847-2002. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi campuran AV-BA maksimum 10% dapat meningkatkan kekuatan tekan beton pada umur 28 hari, namun kekuatan tekan beton dengan campuran AV-BA di atas 10% lebih kecil daripada kekuatan tekan beton tanpa AV-BA. Abu vulkanik dan bottom ash dapat digunakan sebagai campuran beton dengan batas penggunaan maksimum sebesar 10% AV-BA untuk mendapatkan mutu beton sedang.

Kata kunci : Beton, abu vulkanik, bottom ash, kekuatan tekan beton, umur beton

DDC : 721

Ramadan, Sachrul, Muhammad Zakaria, Ishak Kadir  
Tipologi Rumah Tradisional Tolaki Komali Di Desa Wolasi, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara  
Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1 Mei 2021 hal. : 21-30

Rumah dapat dianalisis dengan pendekatan tipologi. Rumah tradisional Tolaki terdiri dari bagian bawah, bagian tengah, dan bagian atas. Salah satu etnis Tolaki berada di Desa Wolasi, Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Menurut tokoh masyarakat bahwa rumah tradisional Tolaki Komali pernah ada di desa tersebut. Penelitian ini penting dilakukan untuk merekonstruksikan kembali bentuk rumah tradisional Tolaki Komali. Penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi tipologi rumah tradisional Tolaki Komali. Identifikasi rumah ini dilaksanakan dengan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan grounded theory. Sumber data primer didapatkan dari kajian literatur. Sumber data primer terdiri dari rumah tradisional Tolaki Komali dan tipologi bangunan. Tipologi bangunan dikelompokkan menjadi struktur bawah, struktur tengah, dan struktur atas. Data dikumpulkan dengan cara kajian literatur. Penelitian ini disimpulkan bahwa rumah tradisional Tolaki Komali sebagai berikut: pertama, struktur bawah yang paling khas yaitu pondasi tiang bagian bawah dibakar, ditanam, dan diselubungi dengan ijuk; tinggi tiang bawah dibuat sesuai dengan ukuran hewan kerbau; Komali terdapat tiang petumbu dan tiang tinohe; balok tiang serta lantai diikat oleh balok siwolembatohu. Kedua, struktur tengah yang paling khas yaitu dinding papan dipasang tegak; tangga terdapat di ruang tinumba ibunga; dan pintu dibuka pada bagian kiri. Ketiga, struktur atas yang paling khas yaitu atap rumah berbentuk perisai dan bubungan atap dibuat melengkung.

Kata kunci: Rumah tradisional Tolaki, Komali, tipologi, grounded theory, rekonstruksi, Sulawesi Tenggara

DDC : 693.8

Ridwan, Mohamad, Muhammmad Rusli, Erik Rolando Sarumpaet

Karakterisasi *Site* Di Lokasi Stasiun Monitoring Gempa Pada Dugaan Jalur Sesar Baribis

Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1 Mei 2021 hal. : 1-9

Merujuk pada beberapa publikasi sebelumnya dimana jalur sesar Baribis yang berasal dari kawasan Subang diduga masih menerus ke arah Barat mendekati kawasan Jakarta. Hal tersebut menjadi perhatian banyak ahli untuk melakukan kajian lebih detail karena dikhawatirkan akan berdampak pada beberapa kota besar di sekitarnya. Sebagai tahap awal studi adalah melakukan pemantauan kejadian gempa di sekitar dugaan jalur sesar dengan memasang seismograf untuk mengetahui aktivitas sesar. Bersamaan dengan pelaksanaan pembangunan stasiun pemantau gempa, kajian karakterisasi situs dilakukan pada setiap lokasi yaitu di Jatiluhur, Walahar, dan Cipamingkis dengan menggunakan metode Standar Penetration Test (SPT), Microtremor Array dan HVSr. Hasil uji lapangan untuk lokasi Jatiluhur diperoleh periode dominan ( $T$ ) = 0,77 detik,  $V_{s30}$  = 274,17 m/detik, kedalaman batuan dasar 276 m dan NSPT30 = 40,05, di Walahar  $T$  = 0,58 detik,  $V_{s30}$  = 264,35 m/detik, kedalaman batuan dasar 305 m, NSPT30 = 15,14, sedangkan di Cipamingkis  $T$  = 0,37 detik,  $V_{s30}$  = 269,16 m/detik, kedalaman batuan dasar 190 m, NSPT30 = 35,83. Berdasarkan hasil tersebut seluruh lokasi kajian dapat diklasifikasikan kedalam jenis tanah sedang (kelas SD). Hasil ini dapat digunakan sebagai referensi untuk berbagai keperluan, termasuk studi amplifikasi dan analisis bahaya seismik.

Kata kunci : Pengujian tanah, karakterisasi site, amplifikasi, monitoring gempa, jalur sesar

***Abstract***

DDC : 363.3

Ekawati, June, Eny Sulistyowati

Economic Vulnerability In The Settlement Area Impacted By Mudflow Disaster Lapindo, Sidoarjo

Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1, May 2021 p : 41–53

After the Lapindo mudflow disaster 14 years ago, until now the settlement environment or economic conditions of the people in the impacted areas are still vulnerable. The economy is one of the most important factors causing vulnerability. This study aims to determine the level of economic vulnerability in the mudflow disaster area of Lapindo, Sidoarjo, using a quantitative analysis method based on questionnaire data. The results showed that the three villages that were the study locations (Glagaharum, Gedang and Kalitengah) had moderate levels of economic vulnerability with scores of 2.45, 2.27 and 2.97 respectively. Recommendations are based on research results: the central government does not only focus on physical-infrastructure mitigation programs but also the economic impact of disasters on the community, local governments need to strengthen disaster management institutions in the regions so that they are able to support disasters risk reduction efforts in the economic sector and strengthen community resilience against disasters that may arise in the future.

Keywords : Disaster, economic vulnerability, mitigation, disaster risk, community resilience

DDC : 620.006

Muka, I Wayan, Agung Wibowo

Implementation Of Risk Management On Property Development Process

Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1, May 2021 p. : 31–40

Ability to manage risk is highly dependent on the characteristics of the project and must take into account vulnerabilities in the risk assessment. In the property development process, vulnerability is a characteristic of the system that will create the possibility of damage, hazard, and failure effects affecting the risk assessment. The risk management process is one of the steps that can be taken to create continuous improvement. The stages carried out in this research include: identification of risk sources, risk factor identification stage, threat level identification stage, vulnerability level identification stage, capacity level identification stage, risk analysis stage, and priority risk determination. Data collection was carried out through interviews and filling out the questionnaire by resource persons involved in property development in the Garuda Wisnu Kencana Cultural Park (GWK) area. The results showed that the risk factors that received priority to be mitigated and monitored continuously were: investigation and licensing risk, land investigation analysis risk, land purchase risk, project budget oversight risk, and development financing target risk. The level of risk in the development of the Garuda Wisnu Kencana Cultural Park is in the medium category. The risk management process in this study can be applied to property management projects to help interested parties make decisions in property investment.

Keywords : Property risk management, threat level, vulnerability level, capacity level, Garuda Wisnu Kencana

DDC : 620.112

Purba, Virgo Erlando, Novdin Manoktong Sianturi, Deardo Samuel Saragih, Dermina Roni Santika Damanik  
Combination Of Bottom Ash And Volcanic Ash As Concrete Materials  
Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1 May 2021 p. : 10–20

The concrete requires an optimal mixture of materials in terms of the minimum use of materials with standard strength and is economical in terms of the total cost of the concrete structure. Alternative materials need to be considered, in addition to reducing the negative impact on society, it can also have an impact on improving the economy of the surrounding community. Volcanic ash has the potential to partially replace cement and bottom ash waste as a substitute for some of the fine aggregate. Therefore, it is necessary to study the amount and how long it takes to produce a compressive strength that is close to normal concrete without additional materials. The research method was carried out by experiment in the laboratory using concrete specimens with a mixture of 5-12.5% combination of volcanic ash and bottom ash. This mixture is molded to form a 15x15x15 cm<sup>3</sup> cube and tested using a compressive strength device based on the SNI 03-2847-2002 reference. The results showed that the combination of AV-BA mixture with a maximum of 10% can increase the compressive strength of concrete at the age of 28 days, but the compressive strength of concrete with AV-BA mixture above 10% is smaller than the compressive strength of concrete without AV-BA. Volcanic ash and bottom ash can be used as a concrete mixture with a maximum usage limit of 10% AV-BA to obtain moderate concrete quality.

Keywords: Concrete, volcanic ash, bottom ash, compressive strength, age of concrete

DDC : 721

Ramadan, Sachrul, Muhammad Zakaria, Ishak Kadir  
The Typology Of Tolaki Traditional House Komali In Wolasi Village South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province  
Jurnal Permukiman Vol. 16 No. 1, May 2021 p. : 21–30

Houses can be analyzed using a typology approach. The traditional house of Tolaki consists of the lower part, the middle part, and the upper part. One of the Tolaki ethnic groups is in Wolasi Village, Wolasi District, South Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province. According to community leaders that the traditional house of Tolaki Komali once existed in the village. This research is important to reconstruct the form of Tolaki traditional houses. This research is intended to identify the typology of traditional Tolaki houses. The identification of this house is carried out using qualitative research methods with a grounded theory approach. Primary data sources were obtained from the literature review. The primary data source consists of traditional Tolaki houses and building typologies. Typologies of buildings are grouped into lower structures, middle structures and upper structures. Data was collected by means of literature review. The research concluded that the traditional house of Tolaki Komali was as follows: first, the most typical lower structure, namely the foundation of the lower pole was burned, planted, and covered with palm fiber; the height of the lower pole is made according to the size of the buffalo; Komali has poles and tinohe poles; the beam and the floor are bound by siwolembatohu. Second, the most typical middle structure, which is a board wall mounted upright; the stairs are in the tinumba ibunga room; and the door is opened on the left. Third, the most typical top structure is the roof of the house is made of shields and the rooftop is made curved.

Keywords : Tolaki traditional house Komali, typology, grounded theory, reconstruction, Southeast Sulawesi

DDC : 693.8

Ridwan, Mohamad, Muhammad Rusli, Erik Rolando Sarumpaet

Site Characterization In The Location Of Earthquake Monitoring Stations On The Predicted Baribis Fault Line

Jurnal Peremukiman Vol. 16 No. 1, May 2021 p. : 1-9

Referring to the previous publications in which the Baribis fault from Subang area is predicted still continue to the West close to Jakarta area. This has attracted the attention of many experts to conduct a more detailed study because it is feared that it will have an impact on some major cities in the vicinity. As the first step of the study is monitoring the earthquakes events around the predicted fault line by installing a seismograph to determine fault activity. Simultaneously with the construction of earthquake monitoring stations, site characterization studies were carried out at each location, namely in Jatiluhur, Walahar, and Cipamingkis using the Standard Penetration Test (SPT), Microtremor Array and HVSR methods.. The results of the field test in the location of Jatiluhur obtained a dominant period (T) = 0.77 seconds, Vs30 = 274.17 m/sec, bedrock depth 276 m and NSPT30 = 40.05, in Walahar T = 0.58 seconds, Vs30 = 264.35 m/sec, bedrock depth 305 m, NSPT30 = 15.14, while in Cipamingkis T = 0.37 seconds, Vs30 = 269.16 m/sec, bedrock depth 190 m, NSPT30 = 35.83. Based on those results, all of the locations can be classified into medium soil (SD class). This result can be used as a reference for various purposes, including amplification studies and seismic hazard analysis.

Keywords : Soil testing, site characterization, amplification, earthquake monitoring, fault line



**Indeks Subjek / Subject Index**

**A**  
 Abu vulkanik, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21  
 Agregat, 10, 11, 12, 13, 17, 20, 21  
*Analytical Hierarchy Process*, 37, 41

**B**  
 Bali, Nusa Dua, 40  
 Bangunan, *Building*, 4, 11, 12, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 30, 31, 41, 45, 48  
 Bencana, 22, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50  
 Beton, 10, 12, 16, 17, 19, 20, 21, 22  
*Bottom ash*, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21

**G**  
 Gempa Bumi, 2  
 Geologi, 2, 3, 8, 9  
 Geoteknik, 2, 3, 8, 9

**L**  
 Lingkungan, 11, 22, 23, 28, 32, 34, 40, 41, 42, 43, 46, 48, 50, 51

**K**  
 Konawe, 21, 23, 25, 30

**M**  
 Mitigasi, 2, 33, 38, 40, 41, 42, 50  
 Moderen, 22  
 Monitoring gempa, 1, 2, 3, 8, 9

**P**  
 Paparan, 42, 44, 45, 48, 49, 50

**R**  
 Rekonstruksi, 21  
 Rentan, 31, 33, 34, 35, 37, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50  
 Risiko, 2, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 47, 48, 50  
 Rumah tradisional, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30

**S**  
 Sensitivitas, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50  
 Sesar, *Fault*, 1, 2, 3, 9  
 SNI, 9, 10, 12, 13, 21  
*Standard Penetration Test*, 1, 3, 4, 7, 8, 9, 10  
 Struktur, 3, 10, 11, 12, 14, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 32, 35, 37, 41  
 Sulawesi, Tolaki, Konawe, 21, 23, 25, 30

**T**  
 Tanah, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 24, 26, 31, 37, 40, 45, 46, 49  
 Tipologi, 21, 22, 23, 25  
 Tolaki, 21, 23, 25, 30  
 Tulangan, 12, 1

## Pedoman Penulisan Naskah

Redaksi menerima naskah karya ilmiah ilmu pengetahuan dan teknologi bidang permukiman, baik dari dalam dan luar lingkungan Direktorat Bina Teknik Permukiman dan Perumahan

1. Naskah yang diusulkan untuk dimuat dalam Jurnal permukiman haruslah tulisan yang belum pernah dipublikasikan dalam majalah ilmiah lainnya. Naskah dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris dengan menggunakan kaidah bahasa tulis yang baik dan benar
2. Naskah disampaikan ke redaksi dalam bentuk file digital "MS Word" jumlah halaman naskah maksimum 15 halaman termasuk abstrak, gambar, tabel dan daftar pustaka
3. Naskah akan dinilai oleh dewan penelaah (mitra bebestari). Kriteria penilaian meliputi kebenaran isi, derajat, orisinalitas, kejelasan uraian dan kesesuaian dengan sasaran jurnal. Dewan penelaah berwenang mengembalikan naskah untuk direvisi atau menolaknya
4. Dewan redaksi/peelaah berhak memperbaiki naskah tanpa mengubah isi dan pengertiannya, serta akan berkonsultasi dahulu dengan penulis apabila dipandang perlu untuk mengubah isi naskah. Penulis bertanggung jawab atas pandangan dan pendapatnya di dalam naskah
5. Jika naskah disetujui untuk diterbitkan, penulis harus segera menyempurnakan dan menyampaikannya kembali ke redaksi paling lambat satu minggu setelah tanggal persetujuan
6. Bila naskah diterbitkan, penulis akan mendapatkan *reprint* (cetaklepas) sebanyak 3 eksemplar dan naskah akan menjadi hak milik instansi penerbit
7. Naskah yang tidak dapat diterbitkan akan diberitahukan kepada penulis dan naskah tidak akan dikembalikan, kecuali ada permintaan lain dari penulis
8. Keterangan yang lebih terperinci dapat menghubungi Sekretariat Redaksi
9. Secara teknis persyaratan naskah adalah :

Sistematika penulisan :

- **Bagian awal:** Judul, Keterangan Penulis, Abstrak. Abstrak disusun dalam satu alinea antara 150-200 kata berisi: alasan penelitian dilakukan, pernyataan singkat apa yang telah dilakukan (metode), pernyataan singkat apa yang telah ditemukan, pernyataan singkat apa yang telah disimpulkan disertai minimal 5 kata kunci. Judul, Abstrak dan Kata Kunci disusun dalam 2 (dua) bahasa (Indonesia – Inggris).
- **Bagian utama** : Pendahuluan, Metode, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan
- **Bagian akhir:** Ucapan Terima Kasih, Daftar Pustaka dan Lampiran (jika ada)

Teknik penulisan:

- a. Naskah ditulis pada kertas ukuran A4 *portrait* (210 x 297 mm), ketikan satu spasi dengan 2 kolom, jarak kolom pertama dan kedua 0,5 cm.
- b. Margin: tepi atas 3 cm, tepi bawah 2,5 cm, sisi kiri 3 cm dan kanan 2 cm. Alinea baru di beritambahan spasi (+ ENTER).

Penggunaanhuruf:

- Judul, ditulis di tengah halaman, Cambria 14 pt. Kapital **Bold**
  - Isi Abstrak, Cambria 10 *ptitalic*, 1 spasi
  - Judul Bab ditulis di tepikiri, Cambria Kapital 11pt, **Bold**
  - Judul Sub Bab, Cambria *Tittle Case* 11pt, **Bold**
  - Isi, Cambria 10 pt, 1 spasi
  - Penomoran halaman menggunakan angka arab
- c. Daftar Pustaka sebaiknya menggunakan referensi terbaru, terbitan 5 (lima) tahun terakhir, kecuali untuk *handbook* yang belum ada cetakan revisi/ terbaru.
  - d. Pustaka dalam teks (*in text citation*), sumber pustaka suatu kutipan atau cuplikan dalam teks ditulis dengan mengacu pada aturan Chicago Manual Style (*authors - date*);
    - Sumber pustaka dapat ditulis langsung dalam teks dalam suatu tanda kurung ( ). Bila terdapat beberapa sumber pustaka maka urutan penulisan adalah berdasarkan abjad dan kemudian berdasarkan tahun publikasi. CONTOH: " ... seperti diungkap dalam penelitian terdahulu (Allan 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones 1995). Amstrong et al. (2010) telah menyatakan bahwa ... "
  - e. Daftar pustaka ditulis sesuai contoh sebagai berikut:

**Buku/monograf**(satupengarang)

Pollan, Michael. 2006. *The Omnivore's Dilemma: A Natural History of Four Meals*. New York: Penguin.

**Artikel Jurnal**

Sabaruddin, Arief, Tri Harso Karyono, Rumiati R. Tobing. 2013. Metoda Kovariansi dalam Penilaian Kinerja Kemampuan Adaptasi Bangunan terhadap Lingkungan. *Jurnal Permukiman* Vol. 8 No.1 April 2013: 30-38.

**Situs Web**

Achenbach, Joel. 2015. "Why Do Many Reasonable People Doubt Science?". *National Geographic*. <http://ngm.nationalgeographic.com> (diakses 15 Juni 2015).