

# **Model Atap Rumah yang Tanggap terhadap Abu/Pasir Vulkanik Studi Kasus: Letusan Gunung Kelud Kecamatan Ngantang Malang**

**Firman Akbar, Heru Sufianto, Subhan Ramdlani**

*Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*

*Jl. MT Haryono no. 169 Malang*

*Email: [firman.akbar92@gmail.com](mailto:firman.akbar92@gmail.com)*

## **ABSTRAK**

Atap adalah bagian rumah yang sangat penting sebagai pelindung penghuni dari keberagaman iklim sekitarnya antara lain: hujan, salju, panas matahari, angin, khususnya didaerah pegunungan. Adanya material vulkanik berupa abu/pasir vulkanik di atap dapat mengakibatkan runtuhnya konstruksi atap dan berujung pada ancaman keselamatan penghuni dibawahnya. Dari hasil survey 185 sampel rumah desa Pandansari dusun Munjung Malang sebagai daerah yang terdampak letusan gunung Kelud (2014) ditemukan beberapa kelompok sebagai studi kajian meliputi material penutup atap, bentuk atap, jenis konstruksi dan sudut kemiringan atap. Metode yang digunakan adalah melalui uji statistika dan eksperimen sudut kemiringan. Statistika digunakan untuk mengklasifikasi hubungan prosentase kerusakan atap terhadap material penutup atap, prosentase kerusakan terhadap bentuk atap dan prosentase kerusakan terhadap konstruksi atap. Sedangkan eksperimen kemiringan dilakukan untuk mencari sudut istirahat abu/pasir vulkanik kemudian dilanjutkan dengan mencari sudut minimal kemiringan atap melalui sudut  $30^{\circ}$  –  $90^{\circ}$ . Pasir yang digunakan adalah jenis pasir vulkanik kering, pasir vulkanik lembab dan pasir vulkanik basah yang sudah menyesuaikan dengan kondisi lokasi kejadian. Dengan metode ini nantinya akan didapatkan perbedaan sudut setiap material penutup atap dengan menggunakan jenis pasir yang berbeda. Hasil yang diharapkan adalah bagaimana menemukan model atap yang sesuai dengan keadaan pasir, jenis material penutup, jenis konstruksi, bentuk atap, dan sudut kemiringan atap yang digunakan oleh masyarakat desa Pandansari kecamatan Ngantang Malang.

Kata kunci: atap, pasir vulkanik, sudut kemiringan

## **ABSTRACT**

Roof is very important part of the house as the protector of the inhabitant of the surrounding weather diversity, include: rain, snow, sun, wind, especially in the mountains. The presence of volcanic materials form of volcanic sand/ash at roof can lead to the collapse of the roof construction and resulted in a safety threat is below both the occupants as well as home furnishings. From the survey 185 samples Pandansari Munjung Malang as an affected area of the eruption of Mount Kelud (2014) found several groups as the study the study include roofing materials, roof shape, type of construction and the roof slope angle. The method used is through statistical test and experiment of slope angle. Statistics is used to classify the percentage relationship of roof damage to roofing materials, the percentage of damage to the roof and forms a percentage of damage to the roof construction. While the experiment was done to find the angle of slope break volcanic sand then proceed with finding a minimal slope of the roof angle is the angle of  $30^{\circ}$  –  $90^{\circ}$ . The sand used is a type of dry volcanic sand, volcanic sand of volcanic sand wet moist and already adjusting to the conditions provide incident. With this method will be obtained as the difference of each corner with roofing material using different types of sand. The expected result is how to find the model of the roof in accordance with the State of the sand, this type of construction, type of cover

material, the shape of the roof, and the roof slope angle that is used by the people of the village of Pandansari Ngantang Malang.

Keywords: roof, volcanic sand, slope angle

## 1. Pendahuluan

Gunung Kelud berada pada  $7^{\circ} 56' 00''$  LS,  $112^{\circ} 18' 30''$  BT dengan ketinggian puncak 1.731 meter di atas permukaan laut adalah gunung api strato aktif yang berlokasi di Kediri, Jawa Timur. Gunung Kelud meletus sejak abad 20, kemudian berulang meletus yang terdata pada tahun 1901, 1919, 1951, 1966, 1973, 1990, tahun 2007 dan tahun 2014. Letusan tersebut berdampak buruk terhadap manusia, bangunan dan lahan pertanian. Salah satu dampak terhadap bangunan adalah pada bagian atapnya yang tertimbun abu/pasir vulkanik hingga ambruk. Disamping itu abu/pasir vulkanik yang berada diatas atap menyulitkan pemilik rumah membersihkannya karena harus membersihkan keatas atap yang mana kegiatan seperti itu berbahaya dilakukan, besar kemungkinan akan terjatuh dari atas atap. Oleh karena itu studi terhadap model atap yang sesuai untuk daerah rawan gunung berapi sangat diperlukan

Rekomendasi hasil studi, berupa model atap, diharapkan dapat mengurangi kemungkinan ambruknya bidang atap bangunan. Penelitian ini juga diharapkan mampu mengungkap hal-hal baru guna mengurangi resiko ambruk akibat bencana gunung meletus.

## 2. Bahan Dan Metode

Atap merupakan bagian atas dari suatu bangunan yang berfungsi untuk keperluan perlindungan dari pengaruh panas, hujan, angin, debu (Frick & Setiawan, 2001; Sudarmadji, 2014; Iswanto 2007).

Masyarakat di Indonesia pada umumnya menggunakan struktur kayu untuk atap rumah mereka, berpedoman pada SNI 03-2445-1991 ukuran untuk bangunan rumah dan gedung adalah sebagai berikut:

- Kuda-kuda (mm): 80 (80, 100, 120, 150, 180), 100 (100, 120, 150, 180)
- Kaso (mm): 40x60; 40x80; 50x70
- Tiang balok (mm): 80 (80, 100, 120); 100 (100, 120; 120 (120, 150)
- Balok antar tiang (mm): 40 (60, 80); 60 (80, 120, 150); 80 (120, 150, 180), 100 (120, 150)
- Balok langit (mm): 80 (120, 150, 180, 200); 100 (150, 180, 200)

Material penutup atap adalah lapisan paling luar dari komponen penyusun atap yang seharusnya kedap air, tahan cuaca, tahan terhadap bunga api penerbangan, berbobot ringan, dan berdaya tahan lama (seperti genting, pelat semen berserat atau seng gelombang) (Frick & Moediartianto, 2004). Setiap jenis material penutup atap memiliki batas kemiringan yang diijinkan seperti atap rumbia minimal sudut kemiringan  $40^{\circ}$ , atap sirap kayu  $30^{\circ}$ , sirap bambu  $30^{\circ}$ , genting biasa  $40^{\circ}$ , genting pres  $30^{\circ}$ , genting beton  $17.5^{\circ}$ , pelat semen berserat  $8.5^{\circ}$ , seng  $10^{\circ}$ , alumunium  $3^{\circ}$ , polimerbitumen  $1.5^{\circ}$  (Frick & Moediartianto, 2004).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan penutupp atap adalah:

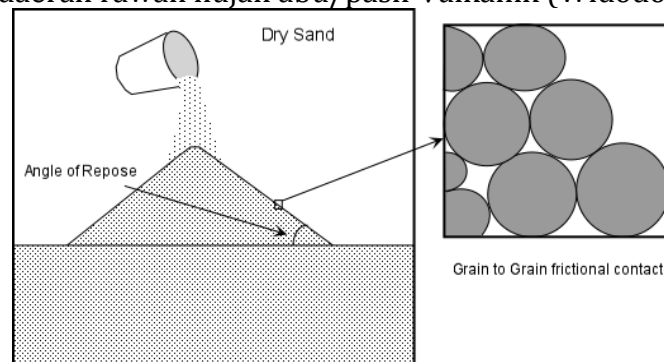
- Kondisi iklim setempat
- Kebiasaan masyarakat sekitar dalam pemilihan bahan penutup atap

- Mudah diperoleh dan mudah transportasinya
- Mudah dalam pengerjaan dan pemeliharaan

Bahan penutup atap yang kurang sesuai diterapkan pada daerah pegunungan, antara lain adalah kaca, genteng keramik, dan polycarbonat. Adapun beberapa bahan penutup atap yang bisa diterapkan pada daerah pegunungan antara lain asbes, seng dan genteng tanah liat (Ramayana, 2004).

Bentuk atap merupakan karakter atau gaya setiap bangunan yang menunjukkan identitas budaya, sejarah, dan tempat asal bangunan. Bentuk atap yang sering digunakan di Indonesia adalah bentuk atap pelana, perisai, atap limas dan bentuk atap miring (Sudarmadji, 2014). Atap pelana sebagai penutup ruangan terdiri dari dua bidang atap miring yang tepi atasnya bertemu pada satu garis lurus dinamakan bubungan. Bahan penutupnya banyak yang menggunakan genteng tanah liat maupun seng gelombang. Bentuk atap perisai berupa bidang yang miring pada semua sisinya, dengan sudut kemiringan  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  untuk penutup genteng,  $20^{\circ}$ - $25^{\circ}$  untuk penutup seng dan  $25^{\circ}$ - $40^{\circ}$  untuk penutup sirap. Kelebihan dari atap perisai adalah hampir semua dinding luar terlindung dari terik matahari dan air hujan, arah angin yang menerpa atap rumah dibelokkan keatas sehingga mengurangi resiko kerusakan struktur (Sudarmadji, 2014). Butiran pasir kering akan membentuk tumpukan gunung dengan sudut kemiringan ditentukan oleh sudut istirahat (*angle of repose*). Secara umum, untuk bahan kering sudut istirahat meningkat dengan meningkatnya ukuran butir, tetapi biasanya terletak di antara sekitar  $30^{\circ}$  dan  $37^{\circ}$  (Nelson, 2003).

Sudut istirahat abu vulkanik Gunung Bromo Jawa Timur yang pernah diteliti lebih besar dari  $40^{\circ}$  yaitu  $45^{\circ}$ - $50^{\circ}$  sudut kemiringan tersebut bisa diterapkan untuk desain atap rumah daerah rawan hujan abu/pasir vulkanik (Widodo, 2012).



Gambar 1. Sudut Istirahat Pasir Kering  
(Sumber: Nelson, 2003)

Metode yang digunakan untuk menguji menggunakan dua metode yang terdiri dari pengujian statistika dengan bantuan software SPSS dan Eksperimen pengujian sudut kemiringan pasir (*angle of repose*) dan pengujian sudut minimal kemiringan atap. Pengujian statistika memanfaatkan data hasil survei sebanyak 185 rumah desa Pandansari yang digunakan untuk mengkalkulasi data kerusakan terdiri dari material penutup atap, bentuk atap dan jenis konstruksi atap. Sedangkan eksperimen sudut kemiringan untuk mencari sudut istirahat pasir (*angle of repose*) yang dilakukan dengan cara menuang pasir hingga membentuk gunung dan mencari besar sudut  $\tan \alpha$ , pasir yang diuji terdiri dari pasir kering, lembab dan basah karena menyesuaikan dengan keadaan dilapangan. Kemudian dilanjutkan mencari sudut minimal kemiringan atap dengan cara membuat alat uji kemiringan yang memungkinkan untuk mengganti setiap  $1^{\circ}$  sudut kemiringan dan memungkinkan untuk mengganti dengan beberapa material jenis penutup atap.

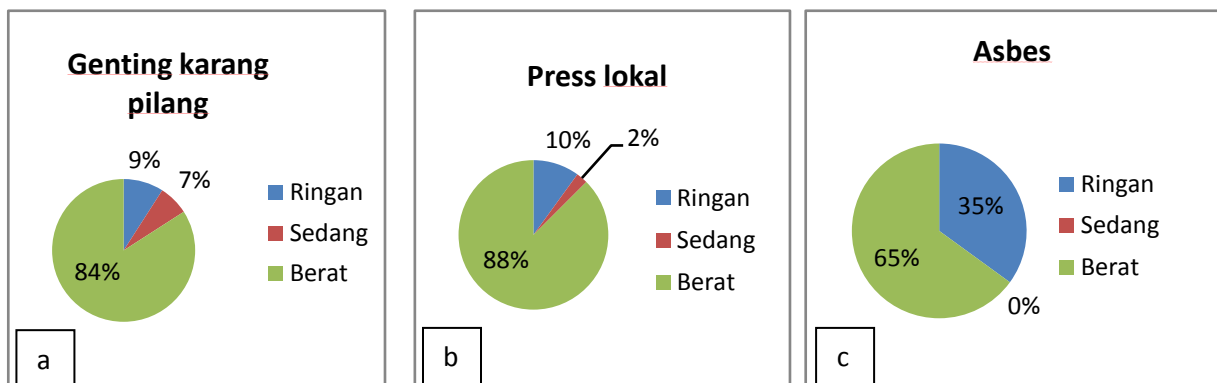
### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian Statistika

Pengujian statistika terdiri dari material penutup atap, bentuk atap dan jenis konstruksi atap. Dari hasil pengujian statistika yang dilakukan dengan bantuan *software* SPSS dapat diketahui bahwa:

##### 1. Material penutup atap

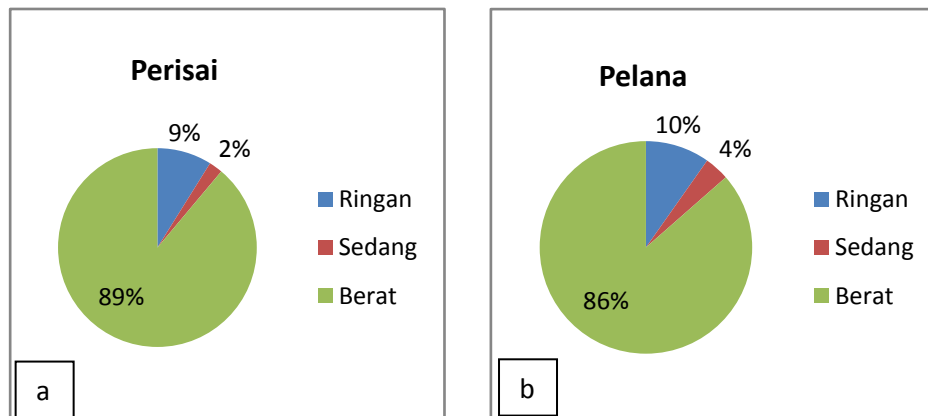
Genting press dari total 120 rumah, sebanyak 10% rusak ringan, 2% rusak sedang, 88% rusak berat. Untuk genteng karang pilang (bakar) dari total 44 rumah, sebanyak 9% rusak ringan, 3 7% rusak sedang, dan 84% rusak berat. Kemudian untuk asbes dari total 20 rumah, 35% rusak ringan dan 65% rusak berat.



Gambar 2. Diagram Kerusakan Material a)Genteng karang pilang, b)Genteng press lokal, c)Asbes (Sumber: Hasil analisis, 2014)

##### 2. Bentuk Atap

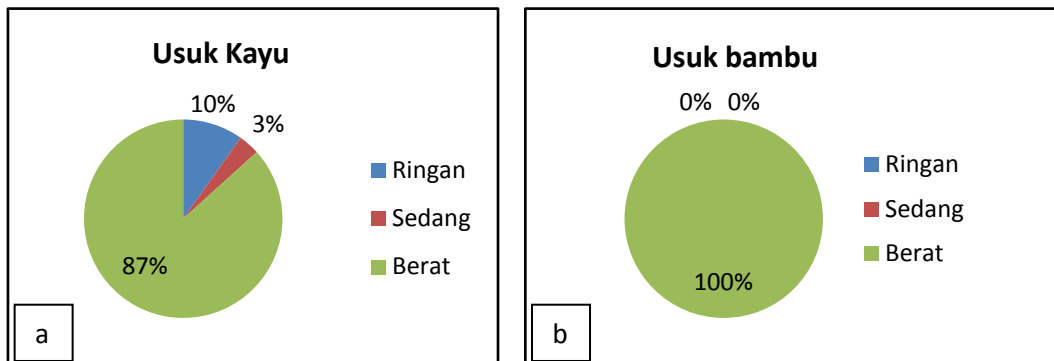
Dari total 133 rumah yang berbentuk pelana , 10% rusak ringan, 4% rusak sedang 86% rusak berat, sedangkan untuk atap perisai dari total 45 rumah, 9% rusak ringan, 2 % rusak sedang dan 89% rusak berat. Hasil analisis data tersebut menunjukkan bahwa bentuk atap perisai lebih sedikit mengalami kerusakan yaitu selisih 1% dari atap pelana. Bentuk atap yang sering digunakan pada rumah-rumah desa Pandansari kebanyakan menggunakan atap pelana dan perisai, namun yang lebih banyak digunakan oleh masyarakat desa Pandansari adalah atap pelana daripada atap perisai.



Gambar 3. Diagram Kerusakan Bentuk Atap: a)Atap perisai, b)Atap pelana (Sumber: Hasil analisis, 2014)

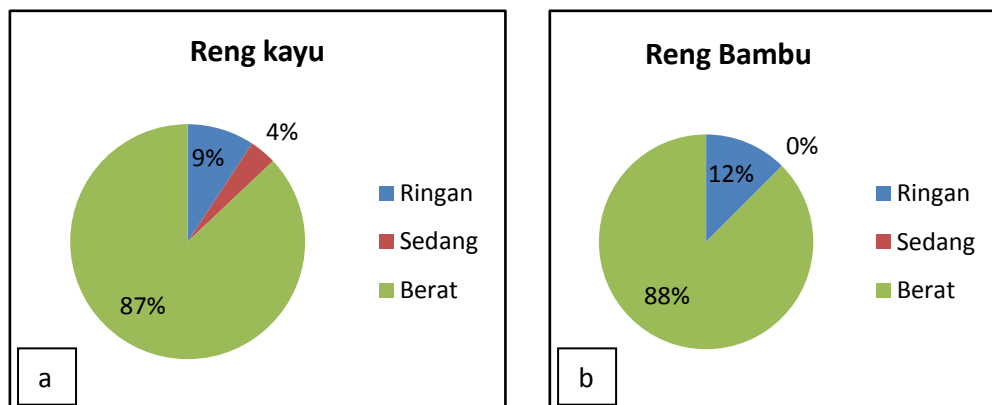
### 3. Jenis Konstruksi atap

Dari total 173 rumah sebanyak 10% rumah rusak ringan pada usuk kayu, 3% rumah rusak sedang pada usuk kayu, dan 87% rumah rusak berat pada usuk kayu, sedangkan usuk bambu 100% rusak berat.



Gambar 4. Diagram Kerusakan Usuk: a)Usuk kayu, b)Usuk bambu  
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Dari total 173 rumah sebanyak 9% rumah rusak ringan pada reng kayu, 4% rumah rusak sedang pada reng kayu, dan 87% rumah rusak berat pada reng kayu. Sedangkan reng bambu 12% rusak ringan, 0% rusak sedang, dan 88% rusak berat.



Gambar 5. Diagram Kerusakan Reng: a)Reng kayu, b)Reng bambu  
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

### 3.2 Eksperimen Sudut Kemiringan

Eksperimen sudut kemiringan ada dua jenis yaitu sudut istirahat pasir (*angle of repose*) dan sudut minimal kemiringan atap.

#### 1. Sudut kemiringan pasir (*angle of repose*)

Dari hasil pengujian sudut istirahat (*angle of repose*) abu/pasir vulkanik Gunung Kelud didapatkan sudut  $34^\circ$  untuk abu/pasir vulkanik kering, sudut  $40^\circ$  untuk abu/pasir vulkanik lembab, dan sudut  $45^\circ$  untuk abu/pasir basah.

<p><b>Pasir vulkanik Kelud kering :</b></p> <p>Diameter : 15 cm</p> <p>Jari-jari : 7.5 cm</p> <p>Tinggi : 5 cm</p> <p>Tan <math>\alpha</math> = 5/7.5</p> <p>= 0.6666</p> <p><math>\alpha</math> = 33.69°</p> <p><math>\alpha</math> (dibulatkan) = 34°</p> <p style="text-align: right;">a</p>	<p><b>Pasir vulkanik Kelud Lembab:</b></p> <p>Diameter : 13 cm</p> <p>Jari-jari : 6.5 cm</p> <p>Tinggi : 5.4 cm</p> <p>Tan <math>\alpha</math> = 5.4/6.5</p> <p>= 0.8307</p> <p><math>\alpha</math> = 39.719°</p> <p><math>\alpha</math> (dibulatkan) = 40°</p> <p style="text-align: right;">b</p>
<p><b>Pasir vulkanik Kelud Basah:</b></p> <p>Diameter : 11.5 cm</p> <p>Jari-jari : 5.75 cm</p> <p>Tinggi : 5.6 cm</p> <p>Tan <math>\alpha</math> = 5.7/5.75</p> <p>= 0.9913</p> <p><math>\alpha</math> = 44.75°</p> <p><math>\alpha</math> (dibulatkan) = 45°</p> <p style="text-align: right;">c</p>	

Gambar 6. Hasil Pengujian Sudut Istirahat Abu/Pasir Vulkanik G. Kelud: a) Abu/pasir kering, b) Abu/pasir lembab, c) Abu/pasir basah  
(Sumber: Hasil analisis, 2014)

2. Sudut minimal kemiringan atap

Sudut kemiringan minimal atap dengan pasir vulkanik kering adalah sudut 38° untuk genteng *press* lokal, sudut 37° untuk asbes dan seng, dengan pasir lembab adalah sudut 40° untuk genteng *press* lokal, sudut 39° untuk asbes dan sudut 38° untuk seng, untuk pasir basah dengan material penutup atap kering adalah sudut 50° untuk genteng *press* lokal, sudut 41° untuk asbes dan sudut 40° untuk seng. Sedangkan pasir vulkanik basah dengan material penutup atap basah adalah sudut-sudut 51° untuk asbes, sudut 59° untuk seng, dan sudut 60° untuk genteng *press* lokal Ngantang.

**Tabel 1. Hasil Eksperimen Sudut Minimal Kemiringan Atap**

Material Pasir Vulkanik	Material penutup atap	Bentuk atap	Jenis konstruksi atap	Sudut kemiringan minimal
Pasir kering	Genteng	Patisai	Kayu	38°
	Asbes			37°
	Seng			37°
Pasir Lembab	Genteng			40°
	Asbes			39°
	Seng			38°
Pasir Basah	Genteng			50°
	Asbes			41°
	Seng			40°
Pasir Basah	Genteng	60°		
	Asbes	51°		
	Seng	59°		

(Sumber: Hasil analisis, 2014)

Dari hasil pengujian tersebut setiap material penutup atap mempunyai kelebihan dan kekurangan dalam mengalirkan pasir kering, pasir lembab dan pasir basah salah satunya adalah genteng tanah liat yang lebih cepat menyerap air pada pasir basah sehingga diperlukan sudut kemiringan yang lebih curam sedangkan material asbes lebih

cepat mengalirkan pasir dibandingkan genteng tanah liat. Jenis pasir/abu vulkanik kering, lembab, dan basah juga mempengaruhi tingkat massa setiap pasir/abu vulkanik, semakin basah tentunya massa jenis pasir/abu vulkanik semakin berat karena mempunyai kandungan air yang lebih banyak.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan untuk mencari model atap dapat ditarik kesimpulan berdasarkan empat variabel yang telah dikaji adalah sebagai berikut:

1. Material penutup atap  
Dari hasil uji statistik SPSS material genteng karang pilang (tanah liat) lebih sedikit mengalami kerusakan, selisih kerusakan 1% dari genteng *press* lokal Ngantang, sedangkan dari hasil simulasi eksperimen asbes lebih lancar mengalirkan pasir/abu vulkanik daripada genteng *press* lokal (genteng tanah liat) dan seng.
2. Bentuk atap  
Dari hasil uji statistik SPSS bentuk atap yang mempunyai kerusakan lebih sedikit adalah bentuk atap perisai. Bentuk atap perisai lebih tahan terhadap pengaruh dari luar, karena keempat sisinya tertutup.
3. Bahan konstruksi  
Dari hasil uji statistik SPSS bahan konstruksi usuk dan reng kayu rumah lebih sedikit mengalami kerusakan daripada bahan konstruksi usuk dan reng bambu, selisih kerusakan 3%-10% dari konstruksi usuk dan reng bambu.
4. Sudut kemiringan  
Sudut kemiringan minimal atap dengan pasir vulkanik kering yaitu sudut 38° untuk genteng *press* lokal, sudut 37° untuk asbes dan seng. Dengan pasir lembab adalah 40° untuk genteng *press* lokal, sudut 39° untuk asbes dan sudut 38° untuk seng. Pasir basah adalah sudut 50° untuk genteng *press* lokal, sudut 41° untuk asbes dan sudut 40° untuk seng. Sedangkan pasir vulkanik basah dengan material penutup atap basah adalah sudut sudut 51° untuk asbes, sudut 59° untuk seng, dan sudut 60° untuk genteng *press* lokal.

#### Daftar Pustaka

- Frick, H., Moediartianto, 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu, Pengantar Konstruksi Kayu*. Semarang: Penerbit Kanisius.
- Frick, H., Setiawan, P.L. 2001. *Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan*. Semarang: Penerbit Kanisius.
- Iswanto, Danoe. 2007. *Kajian terhadap Struktur Rangka Atap Kayu Rumah Tahan Gempa Bantuan P2KP*. Semarang: Enclosure. Jurnal Ilmiah Perancangan Kota dan Permukiman. VI (1).
- Nelson, Stephen A. 2003. *Mass-Wasting. Physical Geology*. <http://www.tulane.edu/~sanelson/geol111/masswasting.htm> (diakses 26 Agustus 2014).
- Ramayana, Harry. 2004. *Kajian Bahan Penutup Atap Bangunan di Daerah Pegunungan*. Semarang: Seminar Arsitektur Fakultas Teknik Jurusan Arsitektur Universitas Katolik Soegijapranata.
- Sudarmadji. 2014. *Analisa Sisi Positif dan Negatif Pemilihan Bentuk Atap Berpenutup Genteng untuk Rumah Tinggal*. Palembang: Pilar. Jurnal Teknik Sipil. X (1).
- SNI 03-2445-1991. *Spesifikasi Ukuran Kayu untuk Bangunan Rumah dan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Widodo, A., Tatas. 2012. *Sudut Kritis Abu Gunung Bromo Jawa Timur*. Prosiding IAGI. EG-23. (<http://www.iagi.or.id/paper/sudut-kritis-abu-g-bromo-jawa-timur>)(diakses 10 Oktober 2014).