

## **Penggunaan Bahan Tambah Abu Vulkanik Gunung Gamalama Terhadap Perilaku Beton pada Daerah Lingkungan Laut**

**Imran \*<sup>1</sup>, Mufti Amir Sultan<sup>2</sup>, Julfikra Sastra Tuahuns<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

<sup>2,3</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Khairun, Ternate

\*Corresponding authors: e-mail: [namakuimo@outlook.com](mailto:namakuimo@outlook.com)

*Manuscript received: 07-02-2017 Revision accepted: 10-04-2017*

### **Abstrak**

Beton yang terpengaruh lingkungan laut dapat mengalami penurunan kemampuan yang lebih cepat dari beton yang di darat. Penambahan abu vulkanik sebanyak 15,6% dari berat semen dalam adukan beton menghasilkan mutu beton yang lebih baik dan diharapkan juga dapat memberikan ketahanan yang lebih baik pada beton terhadap efek lingkungan. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui perubahan pada beton setelah 1(satu) bulan dan setelah 6(enam) bulan diletakkan pada lingkungan laut. Hasil yang diperoleh dari kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik dari gunung Gamalama umur 28 hari yaitu sebesar 309,43 kg/cm<sup>2</sup> dan 414,89 kg/cm<sup>2</sup>. Setelah 1(satu) bulan, kuat tekan beton normal yang terendam air laut dan yang terpengaruh pasang surut mengalami peningkatan menjadi 353,47 kg/cm<sup>2</sup> dan 392,87 kg/cm<sup>2</sup>, tetapi setelah 6(enam) bulan beton normal yang terendam air laut mengalami penurunan menjadi 328,20 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan beton normal pada lingkungan pasang surut meningkat menjadi 398,43 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil untuk kuat tekan beton abu vulkanik masih mengalami peningkatan setelah 1(satu) bulan dan 6(enam) bulan, beton abu vulkanik yang terendam air menghasilkan kuat tekan sebesar 449,66 kg/cm<sup>2</sup> dan 538,20 kg/cm<sup>2</sup>, dan untuk beton abu vulkanik pada lingkungan pasang surut selama 1(satu) bulan dan 6(enam) bulan menghasilkan kuat tekan sebesar 440,39 kg/cm<sup>2</sup> dan 514,56 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** *lingkungan laut, abu vulkanik gamalama, kuat tekan.*

### **Abstract**

Concrete influenced by marine environment could experience a faster decrease in its ability than those on land. The addition of volcanic ash of 15.6% of the cement weight in the concrete mixture produces better quality of concrete and it is expected that it could give better endurance to the concrete toward the environmental effects. The test was aimed to find out the change in the concrete after 1 (one) and 6 (six) months kept in the marine environment. Result obtained that compression strength of normal concrete and concrete with addition of volcanic ash from Gamalama Mountain with lifespan of 28 days was 309.43 kg/cm<sup>2</sup> and 414.89 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. After 1 (one) month, the compression strength of normal concrete submerged in sea water and influenced by tidal wave experienced an increase into 353.47 kg/cm<sup>2</sup> and 392.87 kg/cm<sup>2</sup>, respectively. However, after 6 (six) months normal concrete submerged in sea water experienced a decrease into 328.20 kg/cm<sup>2</sup>, whereas normal concrete in tidal environment increased into 398.43 kg/cm<sup>2</sup>. The result for the compression strength of volcanic ash concrete still experienced an increase after 1 (one) month and 6 (six) months. Volcanic ash concrete submerged in the water produced compression strength of 449,66 kg/cm<sup>2</sup> and 538.20 kg/cm<sup>2</sup>, and for volcanic ash concrete in tidal environment for 1 (one) month and 6 (six) months produced compression strength of 440.39 kg/cm<sup>2</sup> and 514.56 kg/cm<sup>2</sup>, respectively.

**Keyword:** *sea environment, Gamalama volcanic ash, compression strength.*

### **PENDAHULUAN**

Beton masih selalu menjadi pilihan utama dalam berbagai pekerjaan konstruksi karena kelebihan dari sifat beton yang unggul dalam kemampuan dan kemudahan dari aspek bahan dan pengerjaan. Hal tersebut yang mendorong untuk melakukan inovasi pada teknologi beton.

Konstruksi beton pada daerah pantai atau lingkungan laut diharuskan memakai beton dengan permeabilitas kecil atau kedap terhadap air untuk mencegah rembesan air laut pada pori-pori beton sehingga tidak terjadi korosi pada tulangan baja.

Struktur beton di daerah pantai atau lingkungan laut akan berhubungan langsung dengan proses pasang surut air laut, karena pada saat air laut pasang beton akan terendam dengan air laut yang mengandung kadar garam (klorida dan sulfat) sekitar 20000-30000 mg/liter air, akan meresap kedalam beton melalui pori kapiler sehingga unsur seperti klorida dan sulfat akan menyebabkan korosi pada tulangan beton, kemudian air laut kembali surut dan terjadi pergantian suhu dari basah menjadi kering, sehingga proses perubahan kondisi pada beton seperti ini akan menyebabkan penurunan durabilitas beton. Oleh karena itu beton yang berada pada daerah agresif harus didesain agar mampu mempertahankan kekuatannya, dalam hal ini beton yang menggunakan bahan penambah abu vulkanik menjadi alternatif pilihan beton yang memiliki kualitas mutu tinggi.

Kandungan material abu vulkanik yang dikeluarkan gunung Gamalama pada saat terjadi letusan di tahun 2003 mengandung unsur silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 48,07%, alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebesar 18,54%, oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) sebesar 9,34%, kapur ( $\text{CaO}$ ) sebesar 12,08%, magnesium sebesar 3,87%,  $\text{Na}_2+\text{K}_2\text{O}$  sebesar 5,33% (Suyuti., 2009). Kandungan  $\text{SiO}_2$  merupakan unsur penyusun utama dalam pembentukan semen, dengan demikian abu vulkanik memiliki sifat *pozzolanik* dan dapat dimanfaatkan sebagai substitusi semen.

Pengaruh penambahan fly ash abu vulkanik gunung gamalama pada beton mutu tinggi, memberikan hasil penelitiannya bahwa penambahan abu vulkanik gunung Gamalama yang optimum pada pembuatan beton yaitu sebesar 15,582 % dari berat semen (Fadli, 2015), akan menghasilkan mutu beton yang baik. Abu vulkanik dari hasil letusan gunung Gamalama merupakan salah satu jenis bahan tambah yang cukup ideal yang digunakan dalam pembuatan beton, karena Unsur kimia pada abu vulkanik memiliki aktifitas pozzolanik yang berfungsi untuk mencegah porositas pada beton.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur Dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate, dengan menggunakan metode eksperimental, yaitu pengujian kuat tekan beton pada benda uji silinder yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), penelitian ini menggunakan bahan tambah abu vulkanik Gamalama yang optimum yaitu sebanyak 15,582% dari berat semen), dengan waktu penelitian selama 6 bulan.

### **Bahan dan Peralatan**

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji silinder adalah semen Portland tipe-I merek Tonasa, pasir yang berasal dari Kelurahan Togafo Kecamatan Pulau Ternate, kerikil dari AMP Tubo Ternate Utara, Air berasal dari PDAM, dan bahan tambah abu vulkanik yang berasal dari hasil letusan gunung Gamalama. Peralatan yang digunakan antara lain mesin pengujian kuat tekan kapasitas 2000 kN, cetakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, mesin pencampur bahan atau mixer beton, sekop, timbangan dan alat tambahan lainnya.

### **Pengujian Bahan**

Untuk mengetahui sifat-sifat fisik agregat halus dan kasar maka dilakukan pengujian sebagai berikut:

- a. Pengujian analisa saringan Agregat halus dan Agregat kasar
- b. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar
- c. Pengujian kadar lumpur agregat halus dan kasar
- d. Pengujian keausan agregat kasar dengan mesin *Los Angles*

#### Pembuatan Benda Uji

Rancangan campuran untuk pembuatan benda uji silinder menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Bahan-bahan pembuat beton dicampur sesuai dengan rancangan komposisi dan diaduk kemudian dimasukkan dalam cetakan silinder beton dan dipadatkan.

#### Perawatan Benda Uji

Beton pada cetakan kemudian didiamkan selama  $\pm 24$  jam dan selanjutnya dilepas dari cetakan kemudian direndam selama 28 hari. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah perawatan dengan perendaman tersebut dengan tujuan untuk mengetahui mutu kuat tekan yang dihasilkan pada beton normal dan pada beton abu vulkanik sebagai acuan awal mutu beton sebelum diberikan perlakuan terhadap lingkungan laut. Komposisi benda uji untuk pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari ditunjukkan pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Komposisi Benda Uji Siinder Untuk Umur 28 Hari

| No | Uraian Beton                        | Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Beton Untuk umur 28 Hari |
|----|-------------------------------------|--|
| 1  | Beton Normal (BN)                   | 3 (tiga) Buah Silinder                               |
| 2  | Beton Abu Vulkanik Gamalama (B.AVG) | 3 (tiga) Buah Silinder                               |

Tahapan selanjutnya adalah menempatkan benda uji dalam air laut dan pada daerah pasang surut. Jumlah benda uji yang diperlukan untuk kebutuhan perlakuan ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi Benda Uji Silinder Untuk Perlakuan Waktu dan Tempat

| Uraian                     | Cara Perlakuan                                 | Jumlah Benda Uji Untuk Waktu Perlakuan |         |
|----------------------------|--|--|---------|
|                            |  | 1 Bulan                                | 6 Bulan |
| Beton Normal (BN)          | Benda uji terendam air laut                    | 3                                      | 3       |
|                            | Benda uji ditempatkan pada daerah pasang surut | 3                                      | 3       |
| Beton Abu Vulkanik (B.AVG) | Benda uji terendam air laut                    | 3                                      | 3       |
|                            | Benda uji ditempatkan pada daerah pasang surut | 3                                      | 3       |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

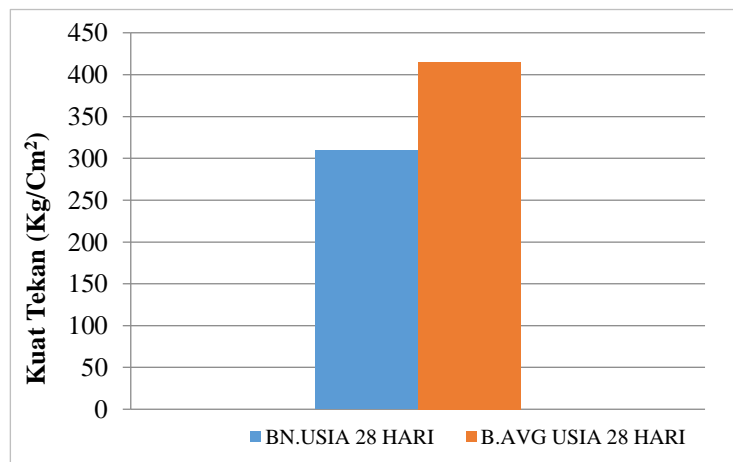
### Kuat Tekan beton Umur 28 hari

Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik Gamalama diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Pada Umur 28 Hari

| No | Uraian Benda Uji           | Kuat Tekan ( $f'_c$ ) |       | Kenaikan Kuat Tekan Terhadap Beton Normal (%) |
|----|----------------------------|-----------------------|-------|---|
|    |                            | Kg/cm <sup>2</sup>    | (MPa) |   |
| 1  | Beton Normal (BN)          | 309,43                | 31,54 | 0   |
| 2  | Beton Abu Vulkanik (B.AVG) | 414,89                | 42,29 | 34,08   |

Perbedaan nilai kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik Gamalama ditampilkan pada grafik dibawah ini.



**Gambar 1.** Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Abu Vulkanik Umur 28 Hari

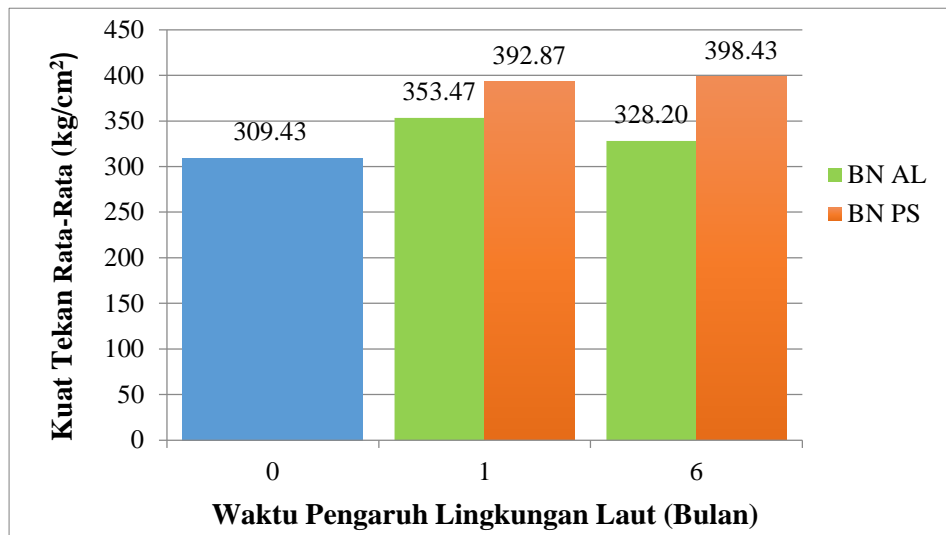
Dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kuat tekan beton normal sebesar 309,43 kg/cm<sup>2</sup> dan beton abu vulkanik Gamalama sebesar 414,89 kg/cm<sup>2</sup>. Persentase kenaikan nilai kuat tekan beton abu vulkanik gamalama sebesar 34,08% dari beton normal.

### Kuat Tekan beton pada Masing-masing Perlakuan

Setelah pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari, kemudian dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan beton normal dan beton abu vulkanik Gamalama pada masing-masing perlakuan yaitu beton terendam air laut dan beton ditempatkan pada daerah pasang surut dengan waktu pengujian selama 1 bulan dan 6 bulan, maka diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada tabel 4.

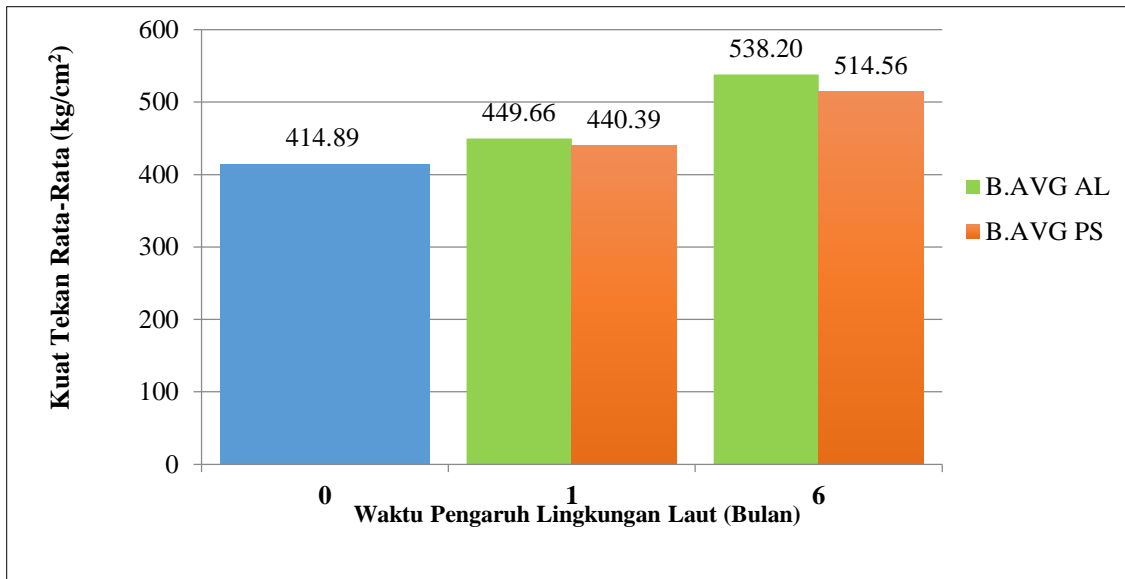
**Tabel 4.** Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Abu Vulkanik Gamalama Setelah Pengaruh Lingkungan Laut

| Uraian Beton               | Cara Perlakuan  | Kuat Tekan Rata-Rata (Kg/cm <sup>2</sup> ) Setelah Waktu Perlakuan |         |
|----------------------------|---|--|---------|
|                            |   | 1 bulan  | 6 Bulan |
| Beton Normal               | Beton terendam Air Laut (BN AL)                                 | 353,47   | 328,20  |
|                            | Beton ditempatkan pada Daerah Pasang Surut (BN Pasang Surut)    | 398,66   | 398,43  |
| Beton Abu Vulkanik (B.AVG) | Beton terendam Air Laut (B.AVG AL)                              | 449,66   | 538,20  |
|                            | Beton ditempatkan pada Daerah Pasang Surut (B.AVG Pasang Surut) | 440,39   | 514,56  |



**Gambar 2.** Hubungan Antara Waktu Pengaruh Lingkungan Laut dengan Kuat Tekan Rata-Rata pada Beton Normal

Gambar 2, memperlihatkan bahwa perlakuan beton terendam air laut dan perlakuan beton pada daerah pasang surut selama 1(satu) bulan masih mengalami kenaikan kuat tekan beton setelah umur 28 hari dengan persentase kenaikann untuk beton terendam air laut sebesar 14,23% dan beton pasang surut sebesar 26,97%. Kemudian pada setelah perlakuan selama 6(enam) bulan, beton terendam air laut mengalami penurunan kuat tekan sebesar 7,15% sedangkan untuk beton pada daerah pasang surut mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,42%.



**Gambar 3.** Hubungan Antara Waktu Pengaruh Lingkungan Laut dengan Kuat Tekan Rata-Rata pada Beton Abu Vulkanik Gamalama

Gambar 3 menunjukkan bahwa hasil kuat tekan rata-rata beton abu vulkanik Gamalama (B.AVG), dengan perlakuan beton terendam air laut mengalami peningkatan kuat tekan pada waktu perlakuan selama 1(satu) bulan, yaitu sebesar 8,38%, kemudian mengalami peningkatan kembali setelah perlakuan selama 6(enam) bulan sebesar 19,69%. Untuk perlakuan beton ditempatkan pada daerah pasang surut mengalami peningkatan kuat tekan setelah perlakuan selama 1(satu) bulan sebesar 6,15%, kemudian mengalami peningkatan kembali setelah perlakuan selama 6(enam) bulan sebesar 16,84%.

#### SIMPULAN

Beberapa kesimpulan dari hasil yang diperoleh sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton abu vulkanik Gamalama (B.AVG) pada masing-masing perlakuan memiliki hasil kuat tekan yang bervariasi, perlakuan beton terendam air laut memiliki persentasi kenaikan dengan nilai kuat tekan yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan beton pada daerah pasang surut, sedangkan perlakuan pada beton abu vulkanik gamalama yang ditempatkan pada daerah pasang surut menghasilkan persentasi kenaikan kuat tekan yang lebih rendah.
2. Kuat tekan beton normal (BN) masih mengalami peningkatan setelah beton umur 28 hari, pada perlakuan selama 1(satu) bulan, peningkatan kuat tekan paling besar yaitu beton di daerah pasang surut dengan persentasi kenaikannya sebesar 26,97% dari kuat tekan umur 28 hari, sedangkan peningkatan terendah yaitu pada beton terendam air laut, dengan persentasi kenaikannya sebesar 14,23%. Kemudian untuk waktu perlakuan selama 6(enam) bulan, pada beton normal daerah pasang surut masih mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,42%, sedangkan untuk perlakuan pada beton normal air laut mengalami penurunan kuat tekan sebesar 7,15% dari kuat tekan beton normal perlakuan selama 1(satu) bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amalia. F., Togubu, J., Kusnadi., 2015. Pengaruh Penambahan Fly Ash Abu Vulkanik Gunung Gamalama Pada Beton Mutu Tinggi. *Jurnal Sipilsains* Vol. 05. No. 9 pp:31-42
- Gunawan., M., *Kajian Kuat Tekanan Beton Setelah Terekspos Air Laut, Air Rawa, Air Hujan Tercemar*. Jurnal Perpustakaan Universitas Indonesia
- Hunggurami, E dkk., 2014. Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. III, No.2
- Junaid, A dkk., 2014. Studi Kekuatan Beton Yang Menggunakan Air Laut Sebagai Air Pencampuran Pada Daerah Pasang Surut. *Jurnal Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar*
- McCormac, J.C. 2002. *Desain Beton Bertulang*. edisi kelima. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Mulyono, T., 2004. *Teknologi Beton*. Andi & Yogyakarta
- Poipessy, M., 2011. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik Gunung Gamalama Terhadap Sifat Mekanis Beton. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate
- SNI 03-2834-1993. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Standar Nasional Indonesia
- SNI 03-2834-2000. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Standar Nasional Indonesia
- Suyuti., 2009. *Perbaikan Kapasitas Dukung Tanah Dengan Menggunakan Abu Vulkanik Gamalama*. Laporan Hasil Penelitian Dosen Pemula, Universitas Khairun Ternate
- Syamsuddin, R dkk., Pengaruh air laut pada perawatan (curing) beton Terhadap kuat tekan dan absorpsi beton dengan Variasi faktor air semen dan durasi perawatan. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang*
- Triani, D., 2014. *Pengaruh Kuat Tekan Beton Akibat Terendam Air Laut Dengan Penambahan Abu Vulkanik Gunung Gamalama*. Skripsi Fakultas Teknik Universitas Khairun Ternate