



Ekasakti Engineering Journal (E-EJ), Volume 5, Issue 2, Mei 2025 / EISSN: 2776-396X

## ANALISIS KEKUATAN TEKAN BETON K-250 MENGGUNAKAN PASIR LAHAR DINGIN GUNUNG MARAPI DI NAGARI RAMBATAN, KABUPATEN TANAH DATAR, PROVINSI SUMATERA BARAT

Desfitri Fatimah Azzahra<sup>1</sup>, Elly Marni<sup>2</sup>, Hardi Wijaya<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Tekni Dan perencanaan Universitas Ekasakti Padang

Co. Responden: desftrifatimahazahra@gmail.com

### ABSTRAK

Banjir lahar dingin yang melanda Provinsi Sumatera Barat pada Mei 2024 merupakan bencana alam yang dipicu oleh erupsi Gunung Marapi dan curah hujan yang tinggi. Erupsi Gunung Marapi menghasilkan material vulkanik, seperti abu, pasir, dan batu yang terbawa oleh aliran air hujan, membentuk lahar dingin yang mengalir deras melalui sungai-sungai di sekitar Gunung Marapi. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Transportasi, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang yang beralamat di Jalan Bandar Purus No.11, Padang Pasir, Kecamatan Padang Barat, Kota Padang. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui mutu beton dengan pasir lahar dingin Gunung Marapi sebagai agregat halus yang diuji kuat tekannya di umur 28 hari. Metodologi yang dipergunakan di penelitian ini ialah mempergunakan metode eksperimen. Semua prosedur pelaksanaan baik dalam melakukan pengujian yaitu mengikuti prosedur tets yang dikeluarkan oleh ASTM dan SNI. Hasil perhitungan standar deviasi dari variasi tersebut didapatkan hasil akhir kuat tekan sebesar 276,51 kg/cm<sup>2</sup> dan 262,13 kg/cm<sup>2</sup>, dimana hasil ini lebih besar dari kuat tekan yang direncanakan yakni sebesar K-250.

**Kata kunci:** Kuat Tekan, Pasir Lahar Dingin, Eksperimen

### ABSTRACT

The cold lava flood that hit West Sumatra Province in May 2024 was a natural disaster triggered by the eruption of Mount Marapi and high rainfall. The eruption of Mount Marapi produced volcanic material, such as ash, sand, and rocks carried by the flow of rainwater, forming cold lava that flowed rapidly through the rivers around Mount Marapi. This research will be conducted at the Concrete and Transportation Laboratory, Faculty of Engineering and Planning, Ekasakti University Padang, located at Jalan Bandar Purus No.11, Padang Pasir, Padang Barat District, Padang City. This research was conducted to determine the quality of concrete with cold lava sand from Mount Marapi as a fine aggregate which was tested for compressive strength at the age of 7 and 28 days. The methodology used in this study is to use the experimental method. All implementation procedures, both in conducting tests, follow the test procedures issued by ASTM and SNI. The results of the standard deviation calculation of the variation obtained the final compressive strength results of 276.51 kg/cm<sup>2</sup> and 262.13

kg/cm<sup>2</sup>, where these results are greater than the planned compressive strength of K-250.

**Keywords:** *Compressive Strength, Cold Lava Sand, Experiment*

## **PENDAHULUAN**

Lahar adalah aliran material vulkanik yang terjadi akibat aktivitas gunung berapi. Lahar terdiri dari campuran air, lumpur, dan puing-puing material piroklastik. Istilah lahar mencakup sejumlah dua jenis utama yakni lahar dingin serta lahar panas. Lahar dingin terjadi ketika lava bercampur dengan air dingin, sedangkan lahar panas merupakan aliran lava yang masih dalam keadaan panas dan dapat bercampur dengan air hujan atau salju.

Proses terbentuknya lahar berkaitan erat dengan aktivitas vulkanisme. Pada saat gunung berapi erupsi, material vulkanik seperti lava, debu, gas dikeluarkan ke atmosfer. Jika lava ini kemudian bercampur dengan air hujan atau salju yang mencair maka akan terbentuk lahar. Saat hujan lebat dapat mengalir di lereng gunung, membawa serta material vulkanik yang ada dan membentuk aliran lahar, kemudian mengalir ke bawah lereng gunung dipengaruhi oleh gravitasi dengan kecepatan mencapai 100 km/jam. Jika volume lahar melebihi kapasitas sungai atau saluran alam lainnya, maka lahar akan meluap dan menyebabkan banjir lahar yang dapat merusak area sekitarnya. Banjir lahar dingin akan menyebar di daerah disekitarnya dan menyebabkan banjir yang dapat membawa serta material berat seperti lumpur dan batuan.

Banjir lahar dingin yang melanda Provinsi Sumatera Barat pada Mei 2024 merupakan bencana alam yang dipicu oleh erupsi Gunung Marapi dan curah hujan yang tinggi. Erupsi Gunung Marapi menghasilkan material vulkanik, seperti abu, pasir, dan batu yang terbawa oleh aliran air hujan, membentuk lahar dingin yang mengalir deras melalui sungai-sungai di sekitar Gunung Marapi. Hujan deras yang mengguyur wilayah sekitar Gunung Marapi pada 11 Mei 2024 menyebabkan aliran lahar dingin meluap dan menerjang sejumlah daerah di cakupan wilayah Sumatera Barat, terutama Kabupaten Agam, Kabupaten Tanah Datar, Padang Panjang, dan Padang 1 Pariaman. Khususnya di Kabupaten Tanah Datar, banjir lahar dingin melanda 5 kecamatan yaitu X Koto, Batipuh, Pariangan, Lima Kaum, Rambatan, serta Sungai Tarab.

Banjir lahar dingin bisa disebut terjadinya sangat jarang, tetapi sekalinya terjadi bisa memberi akibat kerusakan parah sebab banjir tersebut membawa material vulkanik serta material lain di sepanjang kontur alirannya. Dibalik kerugian yang ditimbulkan, banjir lahar dingin juga memberikan keuntungan berupa pasir dan batu yang bisa digunakan sebagai bahan bangunan. Sebagian besar warga memanfaatkan material lahar dingin untuk ditambang sehingga mendapatkan penghasilan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Melihat potensi adanya pemanfaatan material pasir lahar dingin sebagai alternatif bahan pembuatan beton, peneliti mencoba mengamati dan menganalisis kuat tekan beton bila material lahar dingin tersebut digunakan untuk strukur bangunan yang biasa dipakai masyarakat pada umumnya. Penggunaan dari anggerat halus disertai juga dengan pemilihan permukaan agregat halus akan memberi pengaruh pada kekuatan dari beton atau kekuatan ikat dari campuran material yang menjadi penyusun beton, maka dari hal itu, perlu adanya penelitian yang fokusnya di penggunaan agregat halus yang secara umum dipergunakan. Hal tersebut dilaksanakan sampai sejauh mana pengaruh dari karakteristik yang dipunyai agregat halus di campuran beton dihadapkan pada karakteristik serta mutu yang dipunyai suatu beton serta bisa memberi penjelasan agregat halus seperti apa yang baik diterapkannya di dalam pembuatan beton berkategori normal (Nasrullah dan Kurniawan, 2019). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui mutu beton dengan pasir lahar dingin Gunung Marapi sebagai agregat halus yang dilaksanakan pengujian kuat tekannya di umur 28 hari.

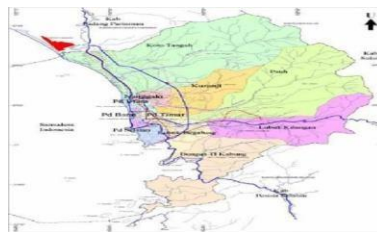
## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan Waktu Penelitian

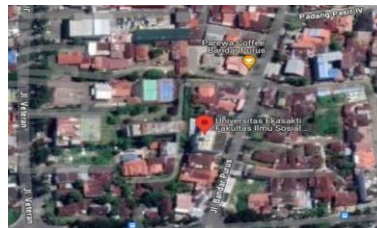
Bahan pasir lahar dingin untuk pembuatan benda uji didatangkan dari lokasi Sungai Tarab, Nagari Ramabatan, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Beton dan Transportasi, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang yang beralamat di Jalan Bandar Purus No.11, Padang Pasir, Kecamatan Padang Barat, Kota Padang.



Gambar 3.1 Peta Sumatera Barat



Gambar 3.2 Peta Kota Padang



Gambar 3.3 Lokasi Laboratorium Beton Universitas Ekasakti Padang

### Jenis Penelitian

Metodologi yang dipergunakan di penelitian ini ialah menggunakan metode eksperimen. Semua prosedur pelaksanaan baik dalam melakukan pengujian yaitu mengikuti prosedur *tets* yang dikeluarkan oleh ASTM dan SNI.

### Variabel Penelitian

Variabel di penelitian ini dibagi menjadi sejumlah dua jenis, yakni:

1. Variabel bebas di penelitian ini yaitu proporsi pasir lahar dingin yang digunakan dalam campuran beton. Proporsi pasir lahar dingin yang digunakan adalah 100%, untuk menentukan pengaruhnya terhadap kekuatan tekan beton.
2. Variabel terikat di penelitian ini yaitu nilai kuat tekan beton yang diukur dalam satuan  $\text{kg/cm}^2$  setelah dilakukan pengujian pada umur yang telah ditentukan.

## Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dilakukan pembuatan di penelitian ini ialah silinder dengan diameter 150 mm x tinggi 300 mm sejumlah 6 benda uji.

## Teknik pengolahan Data

Metode penelitian yang dipergunakan penulis dalam melakukan analisis data ialah deskriptif kuantitatif. Arikunto (2006) memberi penjelasan bahwa metode penelitian deskriptif ialah metode yang secara tujuan untuk memuat gambar atau deskripsi kaitannya dengan suatu keadaan dengan cara objektif yang mempergunakan angka, mulai dari penghimpunan data, penafsiran atas data tersebut serta penampilan dan hasilnya.

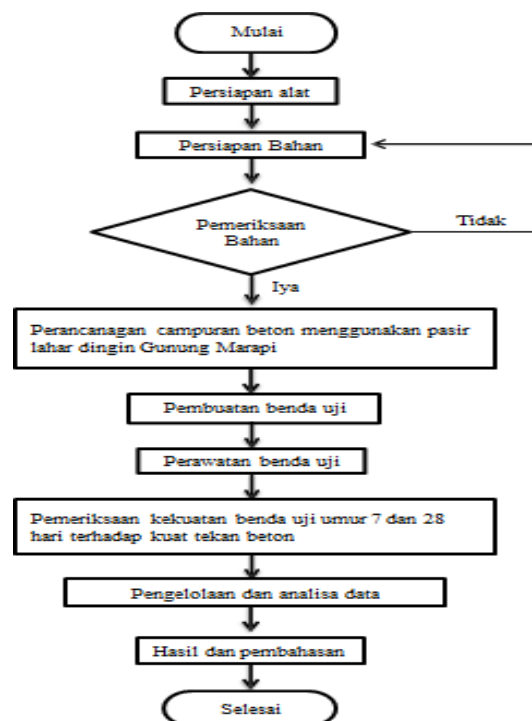
- a. Persiapan Alat dan Material
  1. Alat
    - a. Satu set saringan standar ASTM
    - b. Cawan
    - c. Timbangan
    - d. Oven
    - e. Picnometer
    - f. *Concrete mixer*
    - g. Cetakan beton silinder Ø15 dan tinggi 30 cm
    - h. Kerucut abrams dan batang baja penumbuk
    - i. Compression Testing Machine / alat uji kuat tekan beton
  2. Bahan
    - a. Semen tipe PCC
    - b. Agregat Halus, Pasir
    - c. Agregat Kasar, split
    - d. Air yang dipergunakan secara asal dari laboratorium beton Universitas Ekasakti Padang
    - e. Pasir lahar dingi Gunung Marapi
- b. Pemeriksaan Material
  1. Pemeriksaan semen  
Semen yang dipergunakan yakni Semen Padang tipe PCC yang sudah sesuai dengan SNI sehingga tidak perlu dilakukan pengujian.
  2. Pemeriksaan berat volume agregat
  3. Analisis saringan agregat kasar dan halus.
  4. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus dengan metode pencucian
  5. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus dengan metode pengendapan
  6. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat kasar
  7. Pemeriksaan zat organik pada agregat halus
  8. Pemeriksaan kadar air agregat
  9. Analisis specific gravity serta penyerapan agregat kasar
  10. Analisis specific gravity serta penyerapan agregat halus
- c. Komposisi Pencampuran

Metode yang digunakan dalam penentuan proporsi unsur pembuatan beton dalam penelitian ini didasarkan dengan “Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Dan

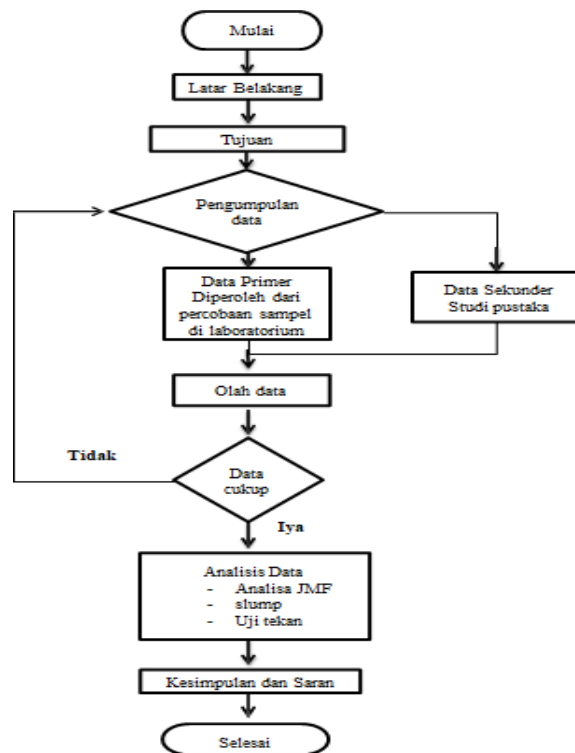
Perumahan Rakyat Nomor: 07/SE/M/2016 tanggal 16 maret 2016 Tentang Pedoman Tata Cara Penentuan Campuran Beton Normal dengan Semen OPC, PPC, dan PCC”.

- d. Persiapan Pengujian
- e. Percobaan *Slump* Beton
- f. Pemeriksaan Berat Volume Beton
- g. Perancangan *Design Mix Formula*
- h. Pembuatan serta Persiapan Benda Uji
- i. Pengujian Kuat Tekan Beton
- j. Analisis kekuatan tekan beton karakteristik ( $f_c'$ )

### Bagan alir pengujian



## Bagan Alir Penelitian



## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

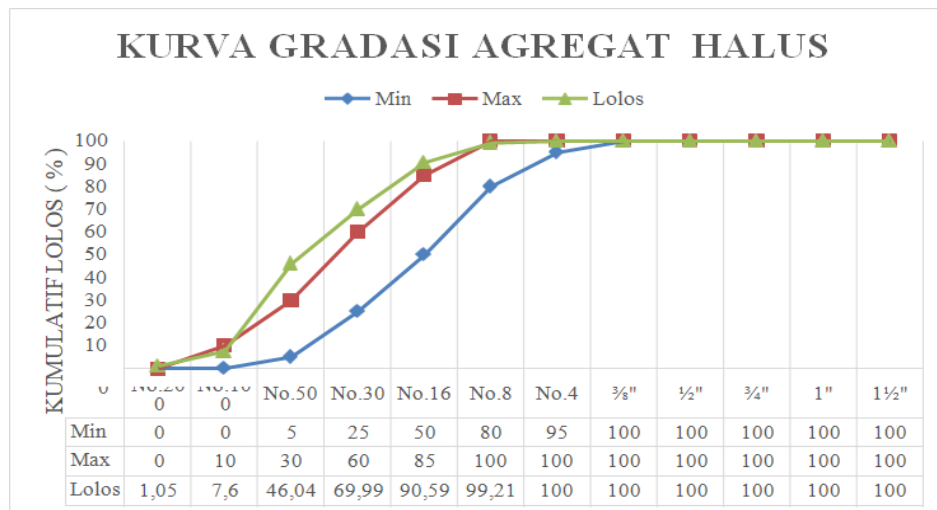
### Hasil Pemeriksaan Agregat

Pada cakupan penelitian ini agregat halus yang dipergunakan yakni pasir lahar dingin gunung Maraoi di Nagari Rambatan, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat. Pengujian yang dilaksanakan meliputi pemeriksaan kadar air, kadar lumpur, berat jenis “*specific gravity*” serta penyerapan, bobot isi, serta gradasi agregat halus.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

| Pemeriksaan       | Satuan | Hasil | Spesifikasi | Standart          |
|-------------------|--------|-------|-------------|-------------------|
| Kadar Air         | %      | 1.33% | 1-5         | SNI 03-1971-1990  |
| Berat jenis SSD   | -      | 2.521 | 2.5-2.7     | SNI 03-1971-1990  |
| Penyerapan Air    | %      | 4.341 | 1-2         | SK SNI 2417-1998  |
| Berat Isi Gembur  | Gr/cm3 | 1.373 | 1.4-1.9     | SNI 1970-2008     |
| Kadar Lumpur      | %      | 5.700 | 0.2-6       | SNI S-04-19989-F  |
| Modulus Kehalusan | -      | 1,866 |             | SNI ASTM 136:2012 |

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar 1 Grafik Gradasi Agregat Halus (Sumber : Hasil Penelitian)

Tabel 1 di atas memperlihatkan hasil perhitungan pemeriksaan gradasi agregat halus, sehingga didapatkan nilai modulus kehalusan yaitu sebesar 1,866. Berdasarkan Spesifikasi ASTM C-136-2012 modulus kehalusan dilakukan penghitungan dengan melaksanakan penjumlahan akumulasi persentase bahan dari contoh uji tertahan dari saringan: “0,150 mm (No.100), 0,300 mm (No.50), 0,600 mm (No.30), 1,18 mm (No.16), 2,36 mm (No.8), 4,75 mm (No.4), 9,6 mm (No. 3/8 inci), 19,0 mm (No.3/4 inci), 37,5 mm (No. 1½ inci), 75 mm (No. 3 inci), 150 mm (No. 6 inci)”, serta untuk jumlahnya dilakukan pembagian dengan 100.

### Perancangan Campuran Beton (*Design Mix Formula*)

Setelah pengujian karakteristik agregat selesai dilakukan, selanjutnya proses perencanaan campuran beton. Perencanaan ini secara kegunaan untuk melakukan penentuan proporsi atau komposisi dari bahan campuran beton yang akan dilakukan pembuatan.

Tabel. 2 Komposisi material/m<sup>3</sup> beton

| No | Material      | Berat (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----|---------------|----------------------------|
| 1  | Semen         | 400,415                    |
| 2  | Air           | 193                        |
| 3  | Agregat Halus | 710,922                    |
| 4  | Agregat Kasar | 1046,645                   |
| 5  | Faktor Semen  | 8,008                      |

### Perhitungan Komposisi Campuran Beton (*Job Mix Formula*) pada saat Pengecoran

Di dalam perencanaan ini, punya kegunaan untuk melakukan penentuan proporsi atau komposisi dari bahan campuran beton yang akan dilakukan pembuatan dalam cetakan

beton silinder 15x30 cm

Tabel. 2 Komposisi material dalam bentuk silinder 15x30 cm

| No | Material      | Berat (Kg) |
|----|---------------|------------|
| 1  | Semen         | 6,006      |
| 2  | Air           | 2,895      |
| 3  | Agregat Halus | 10,319     |
| 4  | Agregat Kasar | 15,541     |

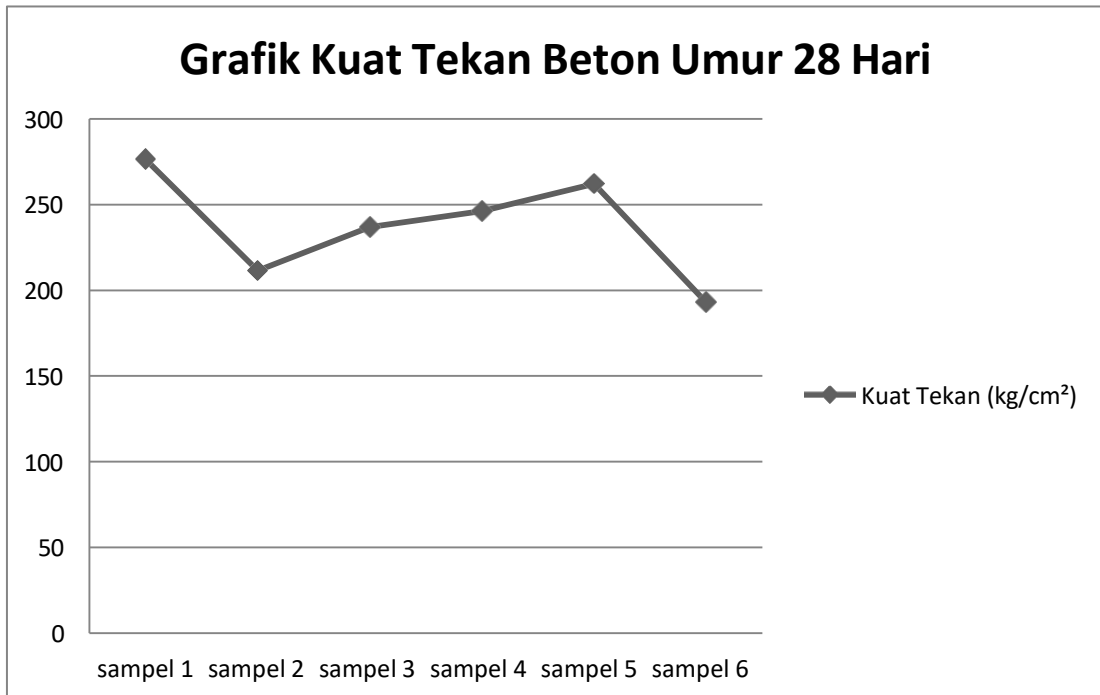
### Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian Kuat Tekan dilaksanakan berdasarkan dengan standar yang sudah dilakukan penetapan oleh “Standar Nasional Indonesia Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder SNI 1974:2011”. Pengujian dilaksanakan mempergunakan mesin uji tekan. Meletakkan benda uji tegak berdiri di atas dari alat penguji, selanjutnya memberi beban tekan merata arah tegak dari atas di keseluruhan panjang silinder.

Tabel 4.11 Rekapitulasi hasil kuat tekan beton umur 28 hari

| Hasil Kuat Tekan Beton |                                              |                                           |
|------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Sampel                 | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )<br>Silinder | Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )<br>Kubus |
| Sampel I               | 229,50                                       | 276,51                                    |
| Sampel II              | 175,48                                       | 211,42                                    |
| Sampel III             | 196,56                                       | 236,82                                    |
| Sampel IV              | 204,28                                       | 246,12                                    |
| Sampel V               | 217,57                                       | 262,13                                    |
| Sampel VI              | 193,98                                       | 192,89                                    |

Sumber : Hasil Pengujian Data



Gambar 4.3 Grafik Kuat Tekan Karakteristik Beton dengan Menggunakan Pasir Lahar Dingin Gunung Marapi Perendaman 28 Hari  
(Sumber :Hasil Peneitian)

Grafik di atas memperlihatkan nilai uji tekan beton menggunakan pasir lahar dingin Gunung Marapi. Nilai dari masing-masing sampel berurut- turut adalah 276,51kg/cm<sup>2</sup>, 211,42kg/cm<sup>2</sup>, dan 236,82kg/cm<sup>2</sup> , 246,12 kg/cm<sup>2</sup>, 262,13 kg/cm<sup>2</sup>, 192,89 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan tertinggi adalah pada sampel

### Pengecekan Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Standar Deviasi

Berdasarkan hasil uji kuat tekan yang diperoleh maka perlunya dilakukan pengecekan standar deviasi

Tabel 4.12 Rekapitulasi Hasil Akhir Kuat Tekan Beton

| Hasil Akhir Kuat Tekan Beton |                   |                                              |                                 |
|------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| No.                          | Umur Beton (Hari) | Nilai Kuat Tekan Kubus (kg/cm <sup>2</sup> ) | Keterangan                      |
| 1.                           | 28                | 276,51                                       | Hasil pengujian kuat tekan awal |
| 2.                           | 28                | 211,42                                       | Hasil pengujian kuat tekan awal |
| 3.                           | 28                | 236,82                                       | Hasil pengujian kuat tekan awal |
| 4.                           | 28                | 246,12                                       | Hasil pengujian kuat tekan awal |
| 5.                           | 28                | 262,13                                       | Hasil pengujian kuat tekan awal |
| 6.                           | 28                | 192,89                                       | Hasil pengujian kuat tekan awal |

Sumber: Data Hasil Pengujian

Berdasarkan hasil tersebut diperoleh kuat tekan maksimal dalam pengujian setelah adanya konversi sebesar 276,51 kg/cm<sup>2</sup> dan 262,13 kg/cm<sup>2</sup>, dimana hasil ini lebih besar dari kuat tekan yang direncanakan yakni sebesar K-250. Sehingga untuk pelaksanaan dilapangan jika dilakukan dengan baik maka penggunaan pasir lahar dingin Gunung Marapi memiliki kuat tekan yang secara nilai lebih besar sama dengan penggunaan pasir sungai.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pelaksanaan penelitian serta pembahasan kaitannya dengan kuat tekan beton mempergunakan pasir lahar dingin Gunung Marapi di Nagari Rambatan, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat, bisa dilakukan penyimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik pasir lahar dingin gunung marapi memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut:
  - a. Kadar air : 1,133 %
  - b. Kadar lumpur : 5,700 %
  - c. Modulus kehalusan : 1,866
  - d. Bulk Specific Gravity SSD : 2,521
  - e. Berat isi volume lepas : 1373 kg/m<sup>3</sup>
2. Dari hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 hari memperoleh nilai kuat tekan sebesar 229.50 kg/cm<sup>2</sup>, 175.48 kg/cm<sup>2</sup>, dan 196.56 kg/cm<sup>2</sup>, 204.28 kg/cm<sup>2</sup>, 217.57 kg/cm<sup>2</sup>, dan 160.10 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil perhitungan standar deviasi dari variasi tersebut didapatkan hasil akhir kuat tekan sebesar 276,51 kg/cm<sup>2</sup> dan 262,13 kg/cm<sup>2</sup>, dimana hasil ini secara nilai lebih besar dari kuat tekan yang direncanakan yakni sebesar K-250.
3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan diperoleh hasil akhir dengan berbagai macam variasi kuat tekan dikarenakan berbagai faktor misalnya proses pelaksanaan yang kurang maksimal, namun berdasarkan hasil pengujian tertinggi diperoleh hasil uji tekan melebihi yang direncanakan. Oleh karena itu pasir lahar dingin Gunung Marapi bisa digunakan menjadi pengganti pasir sungai dalam peningkatan mutu beton.

### Saran

1. Perlu ketelitian dalam proses pemeriksaan bahan sehingga dapat diperoleh data yang sesuai dan akurat.
2. Perlu ketelitian dalam perhitungan JMF sehingga mendapatkan kuat tekan yang direncanakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008), Jakarta.
- Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, 2011, SNI 1974-2011, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

- Edward G. Nawy .1998. *Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Mendasar*. Bandung: Refika
- Hasan, M. Iqbal. 2002. *Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Husein, Umar. 2013. *Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis*. Jakarta: Rajawali
- Kuliah, M., & Harsanto, P. (2023). Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Kurniawan, N., 2019, *Analisis Kuat Lentur Beton Daur Ulang*, Tugas Akhir, Universitas Tidar, Magelang.
- Marsudi, & Martono, 2015, *Perilaku Lentur Balok Aplikasi Tulangan Komposit*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat, 1998, SNI 03- 4804-1998, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat halus dan Kasar, 1990, SNI 03-1968-1990, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Metode Uji Bahan yang lebih Halus dari Saringan 75 (No. 200) dalam Agregat Mineral dengan Pencucian, 2012, SNI ASTM C117 : 2012, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Mulyono, T., 2006, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M., 2003, *Bahan dan Praktek Beton*, Jakarta: Cetakan Ketiga, Erlangga.
- Nawy.E.G, 1990. *Beton Bertulang (suatu Pendekatan Dasar)*, PT. Eresco, Bandung.
- P. Nugraha dan Antonie, “Teknologi Beton,” Penerbit CV Andi Offset, Yogyakarta, 2007.
- Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, 2019, SNI 2847-2019, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

- S. N. Indonesia, "SNI-03-2847-2002-Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," Jakarta Badan Standar Nas., 2002.
- Sagel, R., Kole, P. dan Kusuma. G., 1994, *Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SKSNI T-15- 1991-03*, Jakarta: Cetakan Keempat, Erlangga.
- Semen Portland, 2004, SNI 15-2049-2004, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam, 1989, SK SNI S-04-1989-F, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta
- Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tanditasik, H., 2015, *Studi Kuat Tekan dan Tarik Belah Beton Menggunakan Limbah Ban*, Tugas Akhir, Universitas Hassanudin.
- Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, 2000, SNI 03-2834- 2000, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, 2000, SNI 03-2834- 2000, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tata Cara Pemilihan Campuran untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Massa, 2012, SNI 7656-2012, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yuanda, Y., 2011, *Penelitian Kuat tekan Beton dengan menggunakan Semen Baturaja, Semen Padang, dan Semen Holcim*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Palembang, Vol. 1 No. 1.