



Pengaruh Penggunaan Agregat Abu Batu Sebagai Pengganti Agregat Halus Alami Terhadap Sifat-Sifat Beton

Bayu Zamzam Nurjaman¹, Roestaman², Eko Walujodjati³

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut, 44151 Indonesia
Email: jurnal@sttgarut.ac.id

¹1611004@sttgarut.ac.id

²roestaman@sttgarut.ac.id

³eko.walujodjati@sttgarut.ac.id

Abstrak – Kabupaten Garut terdapat kekayaan alam, salah satunya adalah agregat yang dapat digunakan sebagai agregat material pengisi pada campuran beton. Berdasarkan sudut pandang sumber, agregat dibagi menjadi dua jenis: agregat alami dan agregat buatan. Penggunaan struktur beton menyebabkan permintaan pasir yang besar, sehingga diperlukan inovasi untuk mencari alternatif pengganti pasir. Agregat buatan menjadi pilihan untuk bahan campuran beton, salah satunya agregat buatan adalah abu batu. Penulis meneliti pengaruh dari penggunaan abu batu sebagai agregat buatan pada campuran beton yang dikombinasikan dengan agregat alami (Pasir Ex. Cilopang). Proses dalam penelitian ini di Uji Laboratorium. Agregat halus buatan abu batu hasil produksi pemecahan batu (Ex. Gunung Wayu). Penggunaan abu batu pada campuran beton yang divariasikan menjadi 25%, 50%, 75% dan 100% digunakan rancangan *mix design* SNI 7833-2012. Pengujian kekuatan tekan pada umur 14 hari, berdasarkan nilai kuat tekan yang dianalisis menggunakan *trendline* dan pembatasan $\pm 5\%$ untuk mendapat hasil nilai relevan menunjukkan adanya peningkatan 24.63% pada campuran variasi 25%, 11.37% pada variasi 50%, 8,72% pada 75% dan 3.4% pada variasi 100%.

Kata kunci: Abu Batu; Agregat; Kuat Tekan.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Garut terdapat kekayaan alam, salah satunya adalah agregat bisa digunakan sebagai agregat material pengisi pada campuran beton. Kabupaten Garut memiliki beberapa daerah penghasil agregat pasir dan kerikil kasar, yang biasanya dijadikan sebagai sumber pengambilan material bangunan konstruksi masyarakat Garut dan sekitarnya sebagai bahan konstruksi yang digunakan. Bahan konstruksi yang paling umum digunakan dalam pembangunan konstruksi adalah beton. Mulai dari fondasi, kolom, struktur bangunan, jalan, jembatan, dan perkerasan jalan. Penggunaan beton menjadi pilihan umum karena keuntungan yang relatif mudah diperoleh, mudah dibentuk sesuai kebutuhan konstruksi. *concrete* adalah campuran agregat pasir, agregat split, semen dan air. Beton mampu memikul berat beban, tahan terhadap temperatur tinggi dan biaya pemeliharaan yang murah dibanding umur pemakaiannya. Agregat menyumbang 60-70% dari total volume beton, sehingga kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton [1]. Beton merupakan bentuk padat yang dibuat dari campuran agregat halus, agregat kasar, semen, dan air dengan perbandingan pencampuran tertentu. Menurut asalnya, agregat dapat dibedakan menjadi dua kategori, yaitu agregat alami dan agregat buatan. Agregat dari sumber daya alam adalah pasir dan kerikil alam, sedangkan agregat buatan adalah agregat dari *stone crusher* yang dihasilkan dari serpihan terak dan pecahan genteng,

pecahan keramik, pecahan beton, abu terbang (*fly ash*). Kualitas agregat mempengaruhi kualitas concrete yang dihasilkan, dimana kualitas (karakteristik) dari agregat tersebut akan bervariasi sesuai dengan sumbernya, keadaan biologi, geologi, situasi musim dan proses dimana dibentuknya agregat tersebut [2]. Penggunaan struktur beton menyebabkan tingginya permintaan material pasir, untuk itu dibutuhkan inovasi guna mencari pengganti pasir. Agregat buatan menjadi pilihan untuk bahan campuran beton karena tingginya permintaan material bahan campuran beton. Salah satunya agregat buatan adalah stone dust. Pasir abu merupakan produk hasil sisa dari proses penghancuran batu oleh *stone crusher* dan dapat dimanfaatkan untuk campuran beton [3]. Berdasarkan teksturnya, abu batu memiliki tekstur yang sangat tajam karena berasal dari proses kerikil yang dipecah. Jadilah bentuk abunya mengikuti tekstur batu yang pecah. Sebagai hasil sampingan dari pemecahan batu oleh *stone crusher*. Volume produksi abu batuan cukup untuk digunakan lebih lanjut dalam proses produksi beton. Proses membuat beton perlu memperhatikan kekuatan, ekonomis, dan durabilitas bahan dari beton tersebut [4]. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis akan meneliti pengaruh dari penggunaan abu batu sebagai agregat buatan pada campuran beton yang nantinya akan dikombinasikan dengan agregat alami (Pasir Ex. Cilopang). Proses dalam penelitian ini akan di Uji Laboratorium. Agregat halus buatan abu batu hasil produksi pemecahan batu (Ex. Gunung Wayu). Penggunaan abu batu pada campuran beton yang divariasikan, diharapkan akan mendapatkan Kualitas beton terbaik dapat menggantikan pekerjaan beton lainnya.

B. Rumus Masalah

Rumus masalah dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh kegunaan agregat halus abu batu sebagai pengganti agregat halus alami dalam campuran beton ?
- 2) Bagaimana mengetahui sifat-sifat beton yang agregat halus normal alaminya diganti dengan agregat halus abu batu 25%, 50%, 75%, dan 100% ?
- 3) Bagaimana menganalisis data hasil pengujian beton yang menggunakan agregat halus abu batu sebagai pengganti agregat halus alami ?

C. Tujuan Penelitian

Melihat latar belakang serta rumusan masalah yang ada, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengetahui mutu beton yang dihasilkan menggunakan abu batu sebagai isian dari berat agregat halus campuran beton dan tidak ada hubungannya dengan penambahan zat tambah *additive*;
- 2) Mengetahui faktor-faktor apa saja yang mengakibatkan beton tidak memenuhi kualitas yang diinginkan;
- 3) Mengetahui kelayakan agregat halus atau pasir dengan proses pengujian dan sesuai pengerjaan konstruksi menggunakan standar SNI 2493:2011 "Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium".

II. URAIAN PENELITIAN

A. Abu Batu

Abu batu adalah produk sampingan dari produksi batch. Abu batuan adalah abu yang mengandung sejumlah besar senyawa SiO_2 , Al_2O_3 dan alkali, besi dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, meskipun dengan komposisi yang sedikit walau berbeda daerah, komponen abu batu dipakai pada campuran beton diutamakan untuk meningkatkan unjuk kerja beton [5]. Penggunaan abu batu bisa menghemat konsumsi penggunaan cement. amer mengandung kimia senyawa SiO_2 yang sangat lembut, yang bersifat menyerap amorf dan karenanya menkeras bila ditambah dengan semen. Senyawa kimia yang muncul di antara silika yang amorf dan kapur adalah senyawa kalsium silikat yang tidak larut dalam air.

B. Agregat

Mineral alami yang dapat digunakan sebagai isian beton adalah penggunaan mineral alami yang dapat digunakan sebagai isian campuran mortar atau campuran beton. Agregat yang digunakan untuk batch beton ini berupa mineral alami atau agregat buatan menempati dimana ini mengisi 60 - 70 % dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Agregat terbilang menjadi 2 yaitu agregat kasar dan agregat halus, dimana setiap agregat memiliki jenis yang berbeda berdasarkan proses dibuat atau geologis agregat terbentuk. Kerikil kasar batu adalah agregat yang dipasang pada saringan ke-4 atau saringan 4.75mm. Kerikil kasar atau batuan dapat digolongkan menjadi 2 (Dua) macam berdasarkan asalnya, yaitu :

- 1) Kerikil yang digali biasanya mengandung material seperti taneuh liat, dust, pasir dan bahan yang bukan. Meskipun kerikil stone sungai dan kerikil pantai biasanya tidak mengandung zat-zat ini, permukaannya halus dan bentuknya lebih circle. Ini karena pengaruh air;
- 2) Kricak atau *split* adalah Agregat yang diperoleh dari batu alam dihancurkan dengan penghancur batu atau dihancurkan secara alami dengan palu. (*hammer*) [5].

Pasir halus lembut ialah agregat yang dipasang pada saringan ke-empat atau saringan 4.75mm (Mulyono, 2022). Agregat pasir atau pasir alami dapat dikategorikan menjadi 4 (empat) macam berdasarkan asalnya, yaitu :

- 1) Pasir gunung diperoleh dari sisa letusan gunung berapi dan endapan debu vulkanik. Pasir ini biasanya berwarna hitam pekat dengan karakter fisik yang keras dan kasar serta memiliki kandungan lumpur yang minim. Pasir ini banyak dijumpai di pulau Jawa dan Sumatra [6];
- 2) Pasir bukit jenis Kelompok ini didapat langsung dari tanah atau digali mimitian heula. Pasir ini tekstur sedikit tajam, biopori dan bebas garam, meski biasanya perlu membersihkan kotorannya terlebih dahulu [7];
- 3) Pasir sungai digali langsung dari dasar sungai, yang biasanya berbutir halus dan berbentuk bola akibat proses gesekan. Adhesi tiap partikel sedikit berkurang karena tiap partikel yang bulat-bulat. Sungai mempunyai pola aliran yang berbeda-beda, sehingga kualitas pasir yang dihasilkan juga berbeda-beda; .
- 4) Pasir yang ada di pantai adalah keusik yang diambil dari pinggir laut karena saling gesekan maka bentuk partikel-partikelnya halus dan bulat. Pasir ini termasuk pasir yang buruk karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kelembapan udara dari gedung, membuat pasir tetap lembab, dan menyebabkan volume mengembang. Namun pasir ini dapat digunakan pada campuran beton dan telah mengalami sikap khusus yaitu pencucian untuk mengurangi atau menghilangkan garam. kegunaan keusik laut secara ekstensif sebagai dapat agregat pasir [8].

C. Kuat Tekan

Kekuatan *concrete* adalah kemampuan *concrete* untuk menahan gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Proses pengujian kuat tekan ini dilakukan dengan membebani seluruh permukaan beton secara aksial hingga beton hancur [9]. Sehingga dapat diketahui berapa hasil beban yang dapat menerima secara maksimum oleh beton itu sendiri.

Untuk pressure beton ini dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Kuat Tekan Beton

$$F'_c = \frac{P}{A} \quad \dots(1)$$

Keterangan:

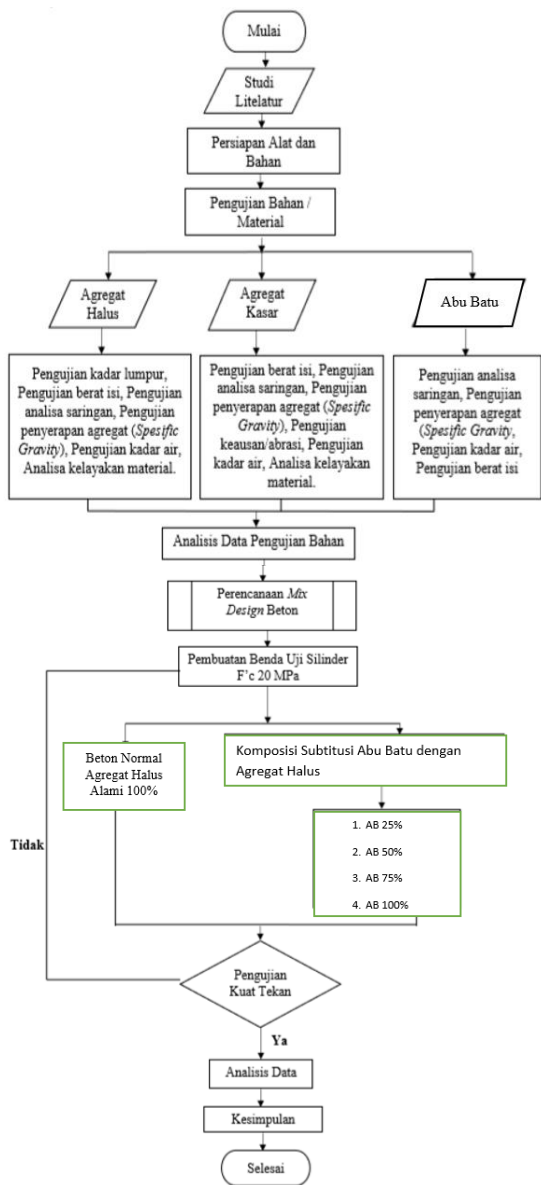
F'_c = Kuat tekan beton (N/mm^2).

P = Beban tekan (N).

A = Luas penampang benda uji (mm^2).

D. Metode Penelitian

Proses atau tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir, sebagaimana tampak pada Gambar 1.



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

1) Lokasi Penelitian

Untuk penelitian pembuatan beton ini dilaksanakan di Warung Workshop Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Garut.

2) Metode Pengumpulan Data

Dalam penyusunan penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah dengan melakukan studi literatur, observasi, dan pengujian labolatorium.

a. Studi literatur

Metode ini digunakan dengan cara membaca beberapa literatur buku ataupun jurnal penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Metode ini dimaksudkan untuk mencari seperti definisi beton, bahan penyusun beton, cara pengujian agregat dan merujuk pada menentukan topik yang digunakan dalam penelitian ini, sampai cara menentukan substitusi, campuran, dan *filler* pada campuran beton.

b. Observasi

Metode ini digunakan untuk menentukan objek penelitian yang harus dilakukan untuk mendapatkan generalisasi penelitian. Karena ruang lingkup penelitian hanya dilakukan di

Kabupaten Garut, maka penelitian menggunakan bahan agregat yang ada di Kabupaten Garut. Kondisi agregat yang diperhatikan di Kabupaten Garut karena memiliki banyak tempat tambang pasir, namun masyarakat lebih memilih penggunaan Pasir Ex. Cilopang Guntur dan Pasir Ex. Tutugan Leles sebagai agregat halus beton.

c. Pengujian labolatorium

Metode ini dilakukan untuk mencari data dengan pengujian yang dilaksanakan di labolatorium. Metode ini dilakukan dengan cara pengumpulan data dari hasil setiap pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

3) Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini menjelaskan bagaimana langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian pembuatan beton dari mulai tahapan persiapan sampai selesainya pembuatan beton ini. Untuk langkah-langkah pada tahapan penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Persiapan alat-alat dan bahan penelitian;
- b. Melakukan pemeriksaan bahan campuran beton;
- c. *Mix design f'c 20 Mpa*;
- d. Pengujian *slump*;
- e. Berat isi beton segar;
- f. Perawatan beton dengan cara *curing*;
- g. *Caving pada* beton;
- h. Pengujian kuat tekan sampel beton

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Bahan Campuran Beton

Pemeriksaan agregat ini ditunjukan untuk mengetahui kelayakan agregat yang digunakan pada campuran beton dengan Standar Nasional Indonesia. Agregat yang digunakan sudah diuji oleh PUPR Garut, sedangkan untuk agregat abu batu penulis mendapatkan hasil data uji bersumber dari Kantor Tambang CV. FHADIRA GEMILANG yang telah diuji di Labolatorium ITB Bandung. Untuk hasil pengujian bahan beton bisa dilihat pada Tabel 1 Hasil Uji Abu Batu , 2 Hasil Pengujian Pasir Ex. Cilopang , 3 Hasil Pengujian *Split* Ex. Garut

Tabel 1: Hasil Pengujian Abu Batu [10]

| No | Jenis Test | | Prosedur | Satuan | Agregat |
|----|-------------------------------|------|---------------|--------|---------|
| | Analisa Saringan (Lolos) | | | | |
| | mm | inc | | | |
| 1 | | | ASTM. C - 136 | | |
| | 6,250 | 1/4" | | % | |
| | 4,750 | 4 | | % | 100,00 |
| | 2,360 | 8 | | % | 84,06 |
| | 1,180 | 16 | | % | 60,75 |
| | 0,600 | 30 | | % | 39,93 |
| | 0,300 | 50 | | % | 25,33 |
| | 0,150 | 100 | | % | 13,56 |
| | 0,075 | 200 | % | 4,50 | |
| 2 | A. Berat Jenis Agregat | | ASTM.C 29 | | |
| | B Jenis Bulk | | | | 2,62 |
| | B Jenis S S D | | | | 2,63 |
| | B Jenis Apparent | | | | 2,64 |

| No | Jenis Test Analisa Saringan (Lolos) | | Prosedur | Satuan | Agregat |
|----|----------------------------------------|-----|-----------------------|--------|---------|
| | mm | inc | | | |
| | B Jenis Efektif | | | | 2,63 |
| | B. Penyerapan / Absorptions | | | % | 0,20 |
| 3 | <i>Sand Equivalent</i> | | AASHTO. T - 176 | % | 94,23 |
| 4 | Lolos Saringan No. 200 | | SNI ASTM C 117 : 2012 | % | 6,66 |
| 5 | Kadar Organik | | ASTM. C 40 | % | No.1 |

Tabel 2: Hasil Pengujian Pasir Ex. Cilopang [11]

| No | Jenis Test Analisa Saringan (Lolos) | | Prosedur | Satuan | Agregat |
|----|----------------------------------------|------|------------------|--------|---------|
| | mm | inc | | | |
| 1 | | | ASTM. C - 136 | | |
| | 9,50 | 3/8" | | % | 100 |
| | 4,750 | 4 | | % | 91.25 |
| | 2,360 | 8 | | % | 65.3 |
| | 1,180 | 16 | | % | 50.63 |
| | 0,600 | 30 | | % | 30.32 |
| | 0,300 | 50 | | % | 18.85 |
| | 0,150 | 100 | | % | 4.46 |
| 2 | A. Berat Jenis Agregat | | ASTM.C - 128 | | |
| | B Jenis Bulk | | | | 2,71 |
| | B Jenis S S D | | | | 2,84 |
| | B Jenis Apparent | | | | 3.1 |
| | B Jenis Efektif | | | | 2,84 |
| | B. Penyerapan / Absorptions | | | | % |
| 3 | Berat Isi | | SNI 03-4804-1998 | | 1,447 |
| 4 | Uji Kadar Air | | SNI 03-1971-1990 | % | 4,54 |
| 5 | Kadar Lumpur | | SNI 03-4428-1997 | % | 2.63 |

Tabel 3: Hasil Pengujian *Split* Ex. Garut [12]

| No | Jenis Test Analisa Saringan (Lolos) | | Prosedur | Satuan | Agregat |
|----|----------------------------------------|--------|---------------|--------|---------|
| | mm | inc | | | |
| 1 | | | ASTM. C - 136 | | |
| | 78 | 2" | | % | |
| | 38,1 | 1 1/2" | | % | 100 |
| | 19,05 | 3/4" | | % | 69.24 |
| | 9,52 | 3/8" | | % | 10.81 |
| | 4,75 | 4 | | % | 0.85 |
| 2 | A. Berat Jenis Agregat | | ASTM.C - 128 | | |
| | B Jenis Bulk | | | | 2.45 |

| No | Jenis Test Analisa Saringan (Lolos) | | Prosedur | Satuan | Agregat |
|----|----------------------------------------|-----|------------------|--------|---------|
| | mm | inc | | | |
| | BJenis S S D | | | | 2,55 |
| | B Jenis Apparent | | | | 2,71 |
| | B Jenis Efektif | | | | 2,55 |
| | B. Penyerapan / Absorptions | | | % | 3.92 |
| 3 | Berat Isi | | SNI 03-4804-1998 | | 1,384 |
| 4 | Uji Kadar Air | | SNI 03-1971-1990 | % | 0,17 |
| 5 | Abrasi (Keausan) | | SNI 03-2417-1991 | % | 31,60 |

B. Perhitungan Mix Design

Perhitungan *mix design* pada penelitian ini mengacu kepada SNI 7656-2012, setelah melakukan perhitungan *mix design* dan didapatkan hasil seperti dipaparkan pada tabel 4.4 untuk mendapatkan jumlah bahan yang dibutuhkan, dilakukan koreksi campuran beton per 3 sampel dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4: Daftar Isi Rencana Mix Design Campuran Beton

| No | Uraian Rencana | Jenis/Hitungan/Peraturan Dari SNI | Tabel/Jumlah | | | |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | | | |
| 1 | Kuat Tekan yang syaratkan | Ditetapkan | 20 M ³ Pa | | | |
| 2 | Standar Devisiasi (S) | 1.76 | Tabel 3.2 | | | |
| 3 | Nilai Tambah (m) | 1.64 x (1.76) | 2.88 | | | |
| 4 | Kekuatan Rata-rata (F'cr) | (20+2.88) | 22.88 | | | |
| 5 | Jenis Semen | Tipe 1 | Tiga Roda | | | |
| 6 | Jenis Agregat Halus | Alami | Ex. Cilopang | | | |
| 7 | Jenis Agregat Kasar | Split | Ex. Garut | | | |
| 8 | Jenis Bahan Subtitusi | Buatan | Abu Batu | | | |
| 9 | Jenis Beton Kandungan Udara | Tanpa Udara | Tabel 3.4 | | | |
| 10 | Fas | $0,69 + ((22,88 - 20) / (25 - 20)) \times (0,61 - 0,69)$ | 0,64382 | | | |
| 11 | Nilai Slump | 75 mm s/d 100 mm | Tabel 3.3 | | | |
| 12 | Ukuran Agregat Kasar Maks | 37.5 | Tabel 3.7 | | | |
| 13 | Kebutuhan Air | 181 Kg/m ³ | Tabel 3.4 | | | |
| 14 | Kebutuhan Semen (Fas) | 181/0,6482 | 281,136 Kg/m ³ | | | |
| 15 | Kebutuhan Agregat Kasar | 0,69 x 1481 | 1021,89 Kg | | | |
| 16 | Kebutuhan Agregat Halus | 0,296 x 2,71 x 1000 | 801,14 Kg | | | |
| Kesimpulan | | | | | | |
| Volume | Berat Total (Kg) | Semen (Kg) | Air (Kg) | Agregat Halus (Kg) | Agregat Kasar (Kg) | Mutu Beton F'c (MPa) |
| 1 m ³ | 2285.162 | 281.135 | 181 | 801.137 | 1021.89 | 22.88 |
| 1 Sampel | 12.08 | 1.48 | 0.95 | 4.24 | 5.41 | |

Dibuat 3 sampel pada tiap jenis campuran pada tiap-tiap jenis campuran seperti dipaparkan pada Tabel 5.

Tabel 5: Koreksi Kebutuhan Material Untuk 3 Sampel

| Jenis Campuran | Semen | Abu Batu | Ag. Halus | Ag. Kasar | Air | Satuan |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------|
| Beton Normal | 4.470055 | 0 | 13.24761 | 16.28055 | 3.563022 | Kg |
| Abu Batu 25 % | 4.470055 | 3.184522 | 9.935709 | 16.18145 | 3.545833 | Kg |
| Abu Batu 50 % | 4.470055 | 6.369044 | 6.623806 | 16.08236 | 3.528645 | Kg |
| Abu Batu 75 % | 4.470055 | 9.553567 | 3.311903 | 15.98326 | 3.511456 | Kg |
| Abu Batu 100 % | 4.470055 | 12.73809 | 0 | 15.88417 | 3.494267 | Kg |
| Total Material | 22.35027 | 31.84522 | 33.11903 | 80.41179 | 17.64322 | Kg |

C. Pengujian Slump

Pengujian slump bertujuan untuk memantau homogenitas dan *workability* adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu. Slump yang diambil 75 mm s/d 100 mm dan dilakukan penambahan air untuk mendapatkan nilai tengah slump yang diambil. Namun penggunaan abu batu memerlukan tambahan air guna membuat terjadinya slump. Nilai slump dan penambahan air ada pada Tabel 6.

Tabel 6: Nilai *Slump Test*

| Jenis Campuran | Nilai Slump (mm) | Penambahan Air (Kg) |
|----------------|------------------|---------------------|
| Beton Normal | 80 | 0.20 |
| Abu Batu 25 % | 85 | 0.40 |
| Abu Batu 50 % | 94 | 0.64 |
| Abu Batu 75 % | 90 | 0.62 |
| Abu Batu 100 % | 87 | 0.72 |

Pengujian *slump* didapatkan pada beton normal dengan nilai 80 mm, sedangkan pada beton dengan substitusi abu batu pada masing-masing campuran 25% didapat 85 mm, 50% didapat 94 mm, 75% didapat 90 mm, dan 100% didapat 87% memenuhi nilai slump yang direncanakan 75 mm - 100 mm.

D. Pengujian Bobot Isi Beton Segar

Berat jenis beton perlu diketahui untuk mengetahui sesuai dengan standar SNI 1973-2008 atau tidak, yaitu diantara 1842 kg/m³ sampai 2483 kg/m³. Hasil pengujian berat isi beton segar tiap satu sampel dengan nilai slump 75 mm s/d 100 mm pada tiap campuran dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7: Berat Jenis Beton

| Sampel | No. | Berat Bekisting Mm (Kg) | Berat Basah Beton +Bekisting Mc (Kg) | Volume Bekisting Vm (m3) | Berat Isi Beton D (Kg/m3) |
|--------|-----|----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| BN | 1 | 11.16 | 23.24 | 0.0053 | 2279.78 |
| | 2 | 11.25 | 23.44 | 0.0053 | 2300.54 |
| | 3 | 11.14 | 23.08 | 0.0053 | 2253.36 |
| AB 25 | 4 | 11.14 | 23.09 | 0.0053 | 2255.25 |
| | 5 | 10.9 | 22.99 | 0.0053 | 2281.67 |
| | 6 | 11.44 | 22.66 | 0.0053 | 2117.48 |
| AB 50 | 7 | 10.54 | 22 | 0.0053 | 2162.77 |
| | 8 | 11.08 | 23.08 | 0.0053 | 2264.69 |
| | 9 | 11.4 | 23.34 | 0.0053 | 2253.36 |
| | 10 | 10.72 | 22.48 | 0.0053 | 2219.39 |

| Sampel | No. | Berat Bekisting Mm (Kg) | Berat Basah Beton +Bekisting Mc (Kg) | Volume Bekisting Vm (m3) | Berat Isi Beton D (Kg/m3) |
|------------------|-----|----------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| AB 75 | 11 | 10.6 | 22.6 | 0.0053 | 2264.69 |
| | 12 | 11.26 | 23.34 | 0.0053 | 2279.78 |
| | 13 | 11.1 | 23.16 | 0.0053 | 2276.01 |
| AB 100 | 14 | 11.18 | 23.3 | 0.0053 | 2287.33 |
| | 15 | 10.96 | 23.06 | 0.0053 | 2283.56 |
| Total | | 165.87 | 344.86 | | 33779.65 |
| Rata-Rata | | 11.058 | 22.996 | | 2251.97 |

Berat Isi dapat diketahui menggunakan rumus ;

$$D = \frac{Mm + Mc}{Vm} \quad \dots(2)$$

Berat jenis beton sesuai dengan standar SNI 1973-2008 atau tidak, yaitu diantara 1842 kg/m³ sampai 2483 kg/m³ dengan rata-rata 225.97 kg/m³.

E. Pengujian Kuat Tekan Beton

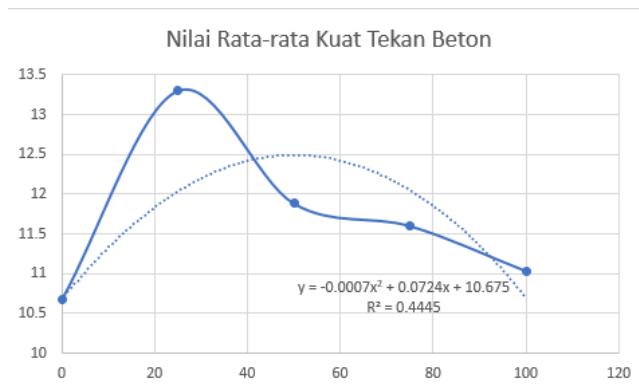
Untuk Jenis Sampel Beton Normal dilakukan evaluasi ulang menggunakan pembatasan ± 5% dengan hasil hitungan bersama dengan Mahasiswa/Penulis lain yang sama mengambil Tugas Akhir Penelitian Beton Tahun 2020 di Labolatorium Sekolah Tinggi Teknologi Garut dikarenakan nilai gaya tekan yang tidak seragam dan tumpang tindih. Pembatasan ± 5% ini diambil nilai dibelakang koma (,) yang tidak lebih dari 5 (lima) untuk mendapatkan nilai yang seragam. Hasil Uji press beton normal yang dicapai pada umur 14 days adalah 10,67 MPa yang mengindikasikan target kekuatan di laboratorium 22.88 MPa pada umur 28 hari tidak tercapai yang disebabkan oleh faktor kesalahan dalam pembuatan sampel-sampel uji silinder beton. Penulis melakukan evaluasi bersama dengan Mahasiswa/Penulis lain didapatkan Nilai rata-rata beton normal **10.67 N/mm²**

Tabel 8: Rata-Rata Nilai Hasil Uji Kuat tekan Beton

| Nama Benda Uji | Umur Benda Uji (Hari) | Kuat Tekan (MPa) | Nilai Rata-Rata (MPa) |
|----------------|--------------------------|---------------------|--------------------------|
| AB-25% | 14 | 11.6006 | 13.0153 |
| | | 14.1471 | |
| | | 13.2982 | |
| AB-50% | | 11.8835 | 11.2233 |
| | | 11.8835 | |
| | | 9.90295 | |
| AB-75% | | 11.8835 | 11.6006 |
| | | 11.8835 | |
| | | 11.0347 | |
| AB-100% | | 11.0347 | 11.3177 |
| | | 10.1859 | |
| | | 12.7324 | |

Dapat disimpulkan dari Tabel 8, maka secara keseluruhan nilai rata-rata tertinggi pada kuat tekan dimiliki jenis beton AB25 (Abu Batu 25%) sebesar 13.0153 N/mm² dan mengalami penurunan pada jenis beton substitusi abu batu dengan jumlah yang lebih besar. Untuk mengetahui tingkat penurunan yang terjadi menggunakan Metode *Trendline* Grafik untuk melihat perubahan yang dihasilkan pada setiap campuran. Tidak tercapainya kekuatan beton yang ditargetkan dimungkinkan oleh faktor kesalahan dalam pelaksanaan pembuatan sampel-sampel silinder beton yang bisa dilihat dari pola kerusakan yang terjadi setelah menerima gaya tekan

menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*) sampai hancur untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2: Grafik *Trendline* Kuat Tekan Beton

Berdasarkan persamaan kuadrat pada *trendline* didapatkan hasil nilai kuat tekan seperti yang dipaparkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Analisis *Trendline*

| Variasi Campuran | $y = -0.0007x^2 + 0.0724x + 10.675$ (MPa) |
|------------------|-------------------------------------------|
| BN | 10,675 |
| AB 25% | 12,0475 |
| AB 50% | 12,545 |
| AB 75% | 12,1675 |
| AB 100% | 10,915 |

Dari Tabel 9 dapat diketahui bahwa:

- 1) Beton dengan substitusi 25% abu batu mengalami kenaikan kekuatan 0,70% dari kekuatan beton normal;
- 2) Beton dengan substitusi 50% abu batu mengalami kenaikan kekuatan 0,46% dari kekuatan beton normal;
- 3) Beton dengan substitusi 75% abu batu mengalami kenaikan kekuatan 0,42% dari kekuatan beton normal tapi prosentasenya cenderung menurun dibandingkan dengan yang dicapai oleh substitusi 25% dan 50%;
- 4) Beton dengan substitusi 100% abu batu menghasilkan 10,915 MPa yang hampir sama nilainya dengan kekuatan beton normal.

Persentase substitusi optimum yang menghasilkan kekuatan maksimum bisa dicari sebagai berikut:

$$y = -0,0007x^2 + 0,0724x + 10,675$$

$$\frac{dx}{dy} = 0$$

$$-0,0014x = 0,0724$$

$$x = \frac{0,0724}{0,0014}$$

$$x_{\text{optimum}} = 51,714\%$$

$$y = -0,0007x^2 + 0,0724x + 10,675$$

$$= -0,0007(51,714)^2 + 0,0724(51,714) + 10,675$$

$$y_{\text{maks}} = 12,54 \text{ MPa}$$

Didapatkan nilai optimum $x = 51,714\%$ dan untuk hasil $y_{\text{maks}} = 12,54 \text{ Mpa}$. Terjadinya kenaikan kekuatan sampai dicapai kekuatan maksimum dimungkinkan oleh terjadinya gradasi agregat menjadi lebih baik disamping juga kondisi abu batu yang digunakan lebih baik dari kondisi pasir alami yang digunakan, sedangkan penurunan kekuatan setelah dicapai kekuatan maksimum dikarenakan prosentase substitusi dengan

abu batu yang lebih besar memerlukan air yang lebih banyak untuk menjaga kemudahan pengerjaan (*workability*) sehingga faktor air semen menjadi lebih besar dan kemudian berakibat pada menurunnya kekuatan beton.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisis dan pembahasan data, diperoleh kesimpulan sebagai berikut ini:

- 1) Penggunaan agregat halus buatan seperti abu batu dapat menjadi pilihan alternatif sebagai campuran beton karena menghasilkan kuat tekan yang lebih baik dibanding beton normal serta membuat Kinerja beton. Penggunaan abu batuan dapat menghemat konsumsi penggunaan semen, karena abu batuan mengandung senyawa kimia silika yang sangat halus lembut yang bersifat amor walaupun dalam jumlah yang sedikit namun tetap mampu mengeras bila dicampur dengan semen, hal ini disebabkan sifat abu batu yang mengikuti tekstur dari batu yang dipecahkan;
- 2) Sifat-sifat beton yang agregat halusnya diganti dengan agregat halus abu batu mengalami perubahan berdasarkan variasi jumlah abu batu yang digunakan, semakin banyak abu batu yang digunakan semakin sulit untuk terjadinya *slump* untuk mendapat kelecakan pada campuran. Maka dari itu perlunya penambahan air untuk mencapai *slump* yang disyaratkan;
- 3) Terjadinya kenaikan kekuatan sampai dicapai kekuatan maksimum dimungkinkan oleh terjadinya gradasi agregat menjadi lebih baik disamping juga kondisi abu batu yang digunakan lebih baik dari kondisi pasir alami yang digunakan. Penurunan kekuatan setelah dicapai kekuatan maksimum dikarenakan prosentase substitusi dengan abu batu yang lebih besar memerlukan air yang lebih banyak untuk menjaga kemudahan pengerjaan (*workability*) sehingga faktor air semen menjadi lebih besar dan kemudian berakibat pada menurunnya kekuatan beton.

B. Saran

Dari hasil penelitian ini penulis menyadari kemungkinan masih adanya kekurangan, maka dari itu sasaran yang dapat diambil pada penelitian ini adalah seagai berikut:

- 1) Dalam hal penelitian campuran beton data hasil uji bahan yang diperlukan sebaiknya berupa data primer hasil pengujian sendiri, bukan data sekunder dari sumber tertentu;
- 2) Dalam hal penelitian campuran beton yang data kuat tekannya harus diperoleh dari pengujian sampel uji, pembuatan sampel-sampel uji harus dilakukan setelah mungkin sesuai dengan tata cara yang benar agar tidak terjadi hasil uji yang meragukan atau salah;
- 3) Perlu adanya penelitian lebih lanjut penggunaan abu batu sebagai agregat campuran beton pada pengaruh kuat tekan maupun lentur;
- 4) Proses penelitian dan pelaksanaan pengecoran harus dilakukan dengan ketat dan sesuai tahapan-tahapan serta peraturan standar SNI untuk mendapatkan hasil merata secara baik antara sampel 1 dengan yang lainnya. Karena jika campuran beton tidak merata akan berpengaruh terhadap proses uji kuat tekan dan akan membuat beton mudah hancur dengan cepat pada bagian yang tidak merata;
- 5) Perlu adanya metode yang efektif pada proses memasukan beton ke bekisting untuk mendapatkan campuran yang merata pada setiap sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Djamaluddin, M. Akkas, and S. D. S, "Studi Pengaruh Sumber Bahan Baku Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi," pp. 1–9, 2015.
- [2] H. Suprpto, "Studi Sumber Agregat Halus Dan Pengaruhnya Dalam Pembuatan Beton Normal," *Jurnal Desain dan Konstruksi VOLUME 7, No.2*, vol. 7, no. 100. pp. 147–154, 2008.

- [3] M. M. Ibrahim and P. Saelan, "Studi Perancangan Campuran Beton Menggunakan Abu Batu Sebagai Agregat Halus. (Hal. 108-117)," *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 3, p. 108, 2019, doi: 10.26760/rekaracana.v5i3.108.
- [4] T. M. N., D. Harijanto, and W. Ismoyo, "Penggunaan Abu Batu untuk Mengurangi Agregat Pasir Alami pada Campuran Beton dengan Penambahan Zat Additive Type D," *J. Manaj. Aset Infrastruktur Fasilitas*, vol. 3, no. 0, pp. 35–44, 2019, doi: 10.12962/j26151847.v3i0.5355.
- [5] S. Fansuri and A. I. N. Diana, "Karakteristik Komoditas Batu Kerikil Dan Pasir Hitam Untuk Bahan Bangunan Di Kabupaten Sumenep," *J. Qua Tek.*, vol. 8, no. 2, pp. 43–51, 2018, doi: 10.35457/quateknika.v8i2.499.
- [6] I. Astika, D. Putra Negara, and M. Agus Susantika, "Pengaruh Jenis Pasir Cetak dengan Zat Pengikat Bentonit Terhadap Sifat Permeabilitas dan Kekuatan Tekan Basah Cetakan Pasir (Sand Casting)," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 4, no. 2, pp. 132–138, 2010.
- [7] A. Arman, H. Sonata, and Y. Pangestu, "Pengaruh Pemakaian Pasir Bukit dan Pasir Sungai Terhadap Kuat Tekan Beton," vol. 3, pp. 70–73, 2017, doi: 10.21063/spi3.1017.70-73.
- [8] A. Dumyati and D. F. Manalu, "Analisis Penggunaan Pasir Pantai Sampur Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal*, vol. 3, no. 1, pp. 1–13, 2015.
- [9] SNI1974-2011, "Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder," *Badan Stand. Nas. Indones.*, p. 20, 2011.
- [10] Institut Teknologi Bandung, "Hasil Pengujian Abu Batu," Bandung, 2020.
- [11] Dinas PUPR Garut, "Hasil Pengujian Pasir Ex. Cilopang," Garut, 2020.
- [12] Dinas PUPR Garut, "Hasil Pengujian Split Ex. Garut," Garut, 2020.