

PENGARUH VARIASI LIMBAH LAS KARBIT (5%, 10% dan 15%) DENGAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER 1,5% TERHADAP KUAT TEKAN BETON MUTU TINGGI

Romi Irawan

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

As'at Pujiyanto

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Hakas Prayuda

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

ABSTRAK

Beton adalah campuran antara semen portland, agregat kasar, agregat halus, air dan terkadang ditambahkan dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serat sampai dengan bahan non kimia pada perbandingan tertentu. Beton mutu tinggi merupakan beton yang memiliki perlakuan istimewa yang dimana beton mutu tinggi dapat dibuat dengan menambahkan bahan campuran khusus, beton mutu tinggi sendiri banyak memakai semen dibandingkan dengan beton normal dimana kuat tekan minimal beton mutu tinggi adalah 40 MPa. Superplasticizer adalah salah satu bahan kimia untuk mempermudah pengerjaan dan memperkuat beton.

Tujuan penelitian ini untuk menganalisis kekuatan tekan beton dan pengaruh 3 variasi limbah las karbit yang berbeda yaitu 5%, 10%, 15% terhadap kuat tekan beton dengan penambahan superplasticizer sebanyak 1,5%, serta menggunakan variasi perendaman dalam air selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Perancangan campuran beton ini menggunakan metode ACI 211.4R-08 dan benda uji dibuat pada silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm pada masing-masing variasi berjumlah 3 benda uji.

Hasil penelitian nilai kuat tekan rata-rata beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut turut dengan variasi limbah las karbit 5% adalah 43,45 MPa; 48,42 MPa, 49,26 MPa dan untuk beton dengan variasi limbah las karbit 10% adalah 39,8 MPa, 45,76 MPa, dan 50,92 MPa dan beton dengan variasi limbah las karbit 15% adalah 39,89 MPa, 41,34 MPa, 47,86 MPa.. Dari penelitian yang dilakukan, membuktikan bahwa beton dengan variasi limbah las karbit sebesar 10% memiliki kuat tekan paling tinggi.

Keywords: Limbah Karbit, Beton mutu tinggi, Superplasticizer, Kuat tekan.

A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu Negara yang termasuk dalam lingkungan cincin api (*ring of fire*) yang memiliki potensi bencana yang cukup tinggi, salah satunya gempa bumi. Di Indonesia sendiri banyak terdapat bangunan seperti gedung bertingkat, bendungan, jembatan dan lain-lain. Dimana untuk mencegah kerusakan bangunan tersebut tentu saja pada bagian struktur harus diperkuat dengan beton mutu tinggi, beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan pada bagian struktur.

Beton mutu tinggi merupakan beton yang memiliki perlakuan istimewa yang dimana beton mutu tinggi dapat dibuat dengan menambahkan bahan campuran khusus, beton mutu tinggi sendiri banyak memakai semen dibandingkan dengan beton normal dimana kuat tekan minimal beton mutu tinggi adalah 40 Mpa. Meningkatnya pembangunan dibidang konstruksi membuat beton mutu tinggi banyak digunakan, karena selain harganya yang tergolong ekonomis digunakan juga

bahan tambah yang ramah lingkungan yaitu limbah las karbit dan sudah tidak dipergunakan lagi. Limbah las karbit sendiri dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan semen walaupun tidak terlalu signifikan dan selain itu ada tambahan *zat additive* yang berguna menambah kuat tekan pada beton mutu tinggi.

Berdasarkan uraian identifikasi masalah, maka di peroleh tujuan dari penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

1. Berapa persen jumlah atau bahan tambah limbah las karbit, dan *zat additive* (*superplasticizer*) pada beton?
2. Bagaimana pengaruh penambahan limbah las karbit, dan *zat additive* (*superplasticizer*) terhadap kuat tekan beton?

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan maka penelitian mengenai pengembangan beton mutu tinggi dengan menggunakan variasi campuran limbah las karbit, zat additive

(*superplasticizer*), terhadap kuat tekan pada beton mutu tinggi belum pernah dilakukan sehingga penelitian ini masih terjamin keasliannya.

Penelitian tentang "Pengaruh variasi limbah las karbit terhadap kuat tekan beton dengan penambahan *superplasticizer* 1,5%" belum ada yang meneliti sebelumnya, segala bentuk kutipan pendapat atau temuan orang lain yang ada dalam penelitian ini dirujuk sesuai kaidah ilmiah yang benar, sehingga keaslian penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi baru yang bermanfaat bagi semuanya. Untuk perbedaan dari beberapa peneliti sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Penelitian

No	Peneliti	Terdahulu
1	Yunusa	Untuk mengetahui pengaruh limbah karbit terhadap kuat tekan beton normal
2	Dewi	Untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton dengan campuran limbah karbit dan <i>fly ash</i>
3	Jaya	Untuk mengetahui pengaruh kuat tekan beton dengan limbah karbit dan <i>fly ash</i> terhadap beton normal
4	Rasoni dan Yurisman	Pengaruh beton mutu tinggi menggunakan semen PCC dengan bahan tambah <i>Viscocrete</i> – 10 dan <i>sikafume</i>

B. Pengertian Beton

Menurut Tjokrodinuljo (2007), beton adalah campuran antara semen portland, agregat kasar, agregat halus, air dan terkadang ditambahkan dengan menggunakan bahan tambah yang bervariasi mulai dari bahan tambah kimia, serat sampai dengan bahan non kimia pada perbandingan tertentu. Menurut SNI 2847-2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, menggunakan bahan tambahan atau tidak menggunakan bahan tambahan (*admixture*).

Kuat tekan beton merupakan perbandingan utama untuk mengetahui seberapa besar mutu beton yang dihasilkan. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton diantaranya faktor air semen, bahan tambah, tingkat hidrasi, rongga udara, porositas agregat. Penggunaan bahan tambah

dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (American Society for Testing and Materials) atau ACI (American Concrete Institute) dan yang paling utama memperhatikan petunjuk dalam manual produk dagang.

Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan lebih tinggi dibandingkan beton normal. Menurut PD T-04-2004-C tentang tata cara pembuatan dan pelaksanaan beton berkekuatan tinggi, yang tergolong beton bermutu tinggi adalah beton yang memiliki kuat tekan antara 40 – 80 MPa. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) dalam SNI 03-6468-2000 didefinisikan sebagai beton yang mempunyai kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa.

Beton mutu tinggi bermanfaat pada pracetak dan pratekan. Pada bangunan tinggi mengurangi beban mati. Kelemahannya adalah kegetasannya. Produksi beton mutu tinggi memerlukan pemasok untuk mengoptimalkan 3 aspek yang mempengaruhi kekuatan beton : pasta semen, agregat, dan lekatan semen-agregat. Ini perlu perhatian pada semua aspek produksi, yaitu pemilihan material, *mix design*, penanganan dan penuangan.

C. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen, dan air

1. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai pengisi campuran untuk mortar atau beton. Agregat merupakan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fragmen-fragmen (Sukirman, 2003). Menurut ukurannya, agregat di bedakan menjadi dua yaitu agregat halus dan agregat kasar.

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan besar butir maksimum 4,75 mm. Agregat halus juga disebut dengan pasir. Adapun syarat-syarat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton, antara lain sebagai berikut:

- 1) agregat halus tidak boleh mengandung kadar lumpur lebih dari 5%,
- 2) agregat halus tidak mengandung zat organik terlalu banyak, yang dibuktikan

dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan tidak boleh gelap dari warna standar atau pembeding,

- 3) agregat halus memiliki modulus butir halus antara 1,50-3,80,
- 4) agregat halus tidak boleh reaktif terhadap alkali,
- 5) kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika di pakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 10%.

b. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 4,75 mm. Agregat kasar juga disebut kerikil, batu pecah, ataupun split. Adapun syarat-syarat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton antara lain, sebagai berikut :

- 1) agregat kasar tidak boleh mengandung kadar lumpur maksimum 1%,
- 2) agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali,
- 3) agregat kasar memiliki ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan,
- 4) agregat kasar tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%,
- 5) agregat kasar memiliki kekekalan maksimum 12% bagian yang hancur jika diuji dengan natrium sulfat dan jika diuji dengan magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.

2. Semen

Semen adalah bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. . Semen sendiri dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu semen non hidrolis dan semen hidrolis.

Semen non hidrolis adalah semen yang tidak dapat mengeras dengan air, akan tetapi perlu udara untuk dapat mengeras, contoh utama dari jenis semen non-hidrolis adalah kapur. Sedangkan untuk Semen hidrolis mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air, semen hidrolis antara lain meliputi, tetapi tidak terbatas pada bahan-bahan sebagai berikut : Kapur hidrolis, Semen teras, Semen terak, Semen alam, Semen *portland*.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen, terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

Berdasarkan SK SNI 15-2049-2004, Semen *Portland* dibagi menjadi 5 (lima jenis) berdasarkan jenis dan penggunaannya, antara lain :

- a. Jenis I yaitu semen *portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Pada reaksi hidrasi semen, C_3S dan C_2S bereaksi dengan air membentuk Trikalsium silikat hidrat yang di sebut dengan gel tobermorite atau gel kalsium silikat hidrat (*CSH gel*) dan $Ca(OH)_2$. Reaksi hidrasi C_3A dengan adanya kalsium sulfat membentuk kalsium trisulfoaluminat hidrat (disebut dengan Aft atau *ettringite*), atau kalsium monosulfoaluminat hidrat (disebut dengan AFm atau *monosulfate*). Tanpa adanya kalsium sulfat, C_3A bereaksi dengan air dan kalsium hidrosida membentuk tetrakalsium aluminat hidrat dan C_4AF

bereaksi dengan air membentuk kalsium aluminoferrit hidrat.

Di dalam penelitian ini menggunakan merk semen Tiga Roda.

3. Air

Air sangat diperlukan dalam proses pencampuran beton. Air diperlukan dalam proses hidrasi semen. Air yang digunakan dalam campuran tidak boleh memiliki kandungan alkali, asam sulfat, minyak, zat organik dan bahan lainnya yang dapat merusak beton dan tulangan beton.

Faktor air semen adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas semen. Kadar air semen yang terlalu banyak akan menyebabkan segregasi pada campuran beton. Selain itu kadar air yang berlebih akan menyebabkan rongga pada beton yang dapat menurunkan kuat tekan beton. Faktor air semen yang rendah akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi akan tetapi campuran beton dengan faktor air semen yang rendah akan memiliki *workability* yang rendah, oleh karena itu pada semen dengan FAS rendah perlu diberi tambahan salah satunya adalah *superplasticizer*.

Menurut SNI S-04-1989-F, Air sebagai bahan campur beton untuk bangunan sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut.

- Air harus bersih
- Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh dari 2 gram per liter.
- Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- Tidak mengandung *khlorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter. Khusus untuk beton pra-tegang kandungan *khlorida* tidak boleh dari 0,05 gram per liter.
- Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO₃) lebih dari 1 gram/liter.

D. Bahan Tambah Kimia (*Superplasticizer*)

Superplasticizer merupakan bahan tambah yang seringkali digunakan dalam campuran beton, *superplasticizer* merupakan salah satu dari bahan tambahan pendispersi. *Superplasticizer* bekerja dengan melekat pada permukaan partikel semen sehingga menyebabkan partikel semen lebih terdistribusi lebih merata pada saat kondisi cair, hal ini menyebabkan campuran lebih cair sehingga kebutuhan air dalam campuran

berkurang. Oleh karena sifatnya tersebut, *superplasticizer* digunakan dengan tujuan antara lain:

- Meningkatkan kelecakan campuran beton
- Meningkatkan *workability* campuran
- Mengurangi kebutuhan air atau faktor air semen
- Meningkatkan mutu beton

Penggunaan *superplasticizer* berkisar antara 0,6% - 1,5% dari berat semen dengan pengurangan air berkisar antara 12% - 30%. Pada dasarnya *superplasticizer* tidak berpengaruh terhadap kekuatan beton secara langsung, akan tetapi penambahan *superplasticizer* memungkinkan suatu campuran beton dengan faktor air semen yang relatif kecil memiliki *workability* yang baik, sehingga campuran dengan faktor air semen yang baik tersebut dapat dipadatkan dan dikerjakan dengan baik. Seperti yang sudah diketahui sebelumnya bahwa semakin kecil kandungan air semen dalam suatu campuran maka akan makin padat dan makin tinggi kuat tekan suatu beton.

E. Bahan Tambah (Limbah Karbit)

Limbah karbit adalah sisa dari reaksi karbit terhadap air yang menghasilkan gas asetilin, di golongan dalam jenis kapur padam. Menurut Kirk dan Othmer yang dikutip P.Sumardi (1991 : 38) menyatakan bahwa karbit yang diperdagangkan bukan senyawa murni tetapi merupakan campuran yang terdiri dari CaC₂ kelebihan CaO dan sedikit zat pengotor.

F. Karakteristik Beton

Karakteristik beton sendiri akan mempengaruhi besarnya kuat tekan yang akan dihasilkan. Di dalam penelitian ini, pengujian karakteristik beton meliputi penyerapan dan kuat tekan.

1. Penyerapan

Penyerapan air pada beton merupakan salah satu pengaruh dalam menghasilkan kuat tekan beton yang baik. Semakin banyak penyerapan yang dihasilkan, maka kuat tekan beton yang dihasilkan akan menurun. Penyerapan dapat dihitung dengan persamaan 3.5 berikut.

$$P_A = \frac{B_b - B_a}{B_a} \times 100 \dots \dots \dots (3.5)$$

Dengan:

P_A = Penyerapan air (%)

B_a = Berat awal beton (kg)

B_b = Berat setelah perendaman (kg)

2. Kuat Tekan

Beton dengan kinerja baik dapat dilihat dari kuat tekannya yang dihasilkan. Semakin tinggi kuat tekannya yang dihasilkan, maka beton tersebut memiliki mutu beton yang baik. Faktor yang mempengaruhi kekuatan beton adalah proporsi campuran, pengadukan pada saat pembuatan, pemadatan dan perawatan beton itu sendiri. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan persamaan 7 berikut.

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

f_c' = kuat tekan silinder beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = luas bidang tekan (mm²)

G. Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton

1. Faktor air semen

Faktor air semen perlu dihitung agar campuran air dan semen menjadi pasta yang baik, artinya tidak kelebihan air dan tidak kelebihan semen. Apabila faktor air semen tinggi, berat air tinggi, sehingga kelebihan air akibatnya air akan keluar membawa sebagian pasta semen, pasta tidak cukup mengikat agregat dan mengisi rongga yang menyebabkan beton tidak kuat. Hal ini perlu dipahami oleh pembuat beton. Terkadang karena menginginkan jumlah pasta yang besar dengan menambahkan air tanpa perhitungan, sehingga beton menjadi encer.

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini.

Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65. Rata-rata ketebalan lapisan yang memisahkan antar partikel dalam beton sangat bergantung pada faktor air semen yang digunakan dan kehalusan butir semennya.

Pada praktiknya, untuk mengatasi kesulitan pengerjaan karena rendahnya nilai FAS ini, ditambahkan bahan tambah *admixture concrete* yang bersifat menambah keenceran.

2. Pemisahan kerikil (Segregasi)

Beton dikatakan mengalami pemisahan apabila agregat kasar terpisah dari campuran selama pengangkutan, pengecoran dan pemadatan sehingga sukar dipadatkan, berongga-rongga tidak homogen, beton yang berongga-rongga kurang kuat / mudah pecah.

3. Umur beton

Kuat tekan pada beton akan meningkat sesuai dengan bertambahnya umur beton. Ditinjau dari pemakaiannya beton termasuk bahan yang tahan lama. Standar hubungan antara umur dan kuat tekan beton ditetapkan waktu beton berumur 28 hari dengan nilai kuat tekan beton 100%.

4. *Bleeding*

Bleeding adalah pemisahan air dan campuran beton yang merembes kepermukaan beton waktu diangkat, dipadatkan atau setelah dipadatkan *Bleeding* terjadi karena :

1. Pemakaian air berlebihan
2. Semennya yang kurang
3. Agregat kasar turun karena beratnya sendiri dan air naik kepermukaan dengan sendirinya akibat gaya kapilaritas

Bleeding dapat mengakibatkan permukaan beton rusak dan apabila penguapan terjadi lebih cepat.

5. Perawatan (*Curing*)

Perawatan beton (*curing*) adalah proses atau langkah untuk menjaga tingkat kelembaban dan temperatur ideal untuk mencegah hidrasi yang berlebihan sehingga menghindari terjadinya retak dan berkurangnya kekuatan beton. Samekto (2001), beberapa metode perawatan beton yang biasa dipakai untuk benda uji kubus/silinder yaitu:

1. Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab
2. Menaruh beton segar diatas genangan air
3. Menaruh beton segar didalam air

H. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2. Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut ini.

1. Agregat kasar yang digunakan adalah Batu Pecah Celereng, Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Agregat halus yang digunakan adalah Pasir Merapi yang berasal dari Yogyakarta.
3. Semen yang digunakan adalah semen merk Tiga Roda.
4. Air bersih yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bahan tambah kimia (*superplasticizer*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah produk dari PT.SIKA INDONESIA.
6. Bahan tambah (limbah karbit) yang digunakan dalam penelitian ini dari PT. INDO HANZEL, Sedayu, Yogyakarta.

3. Alat

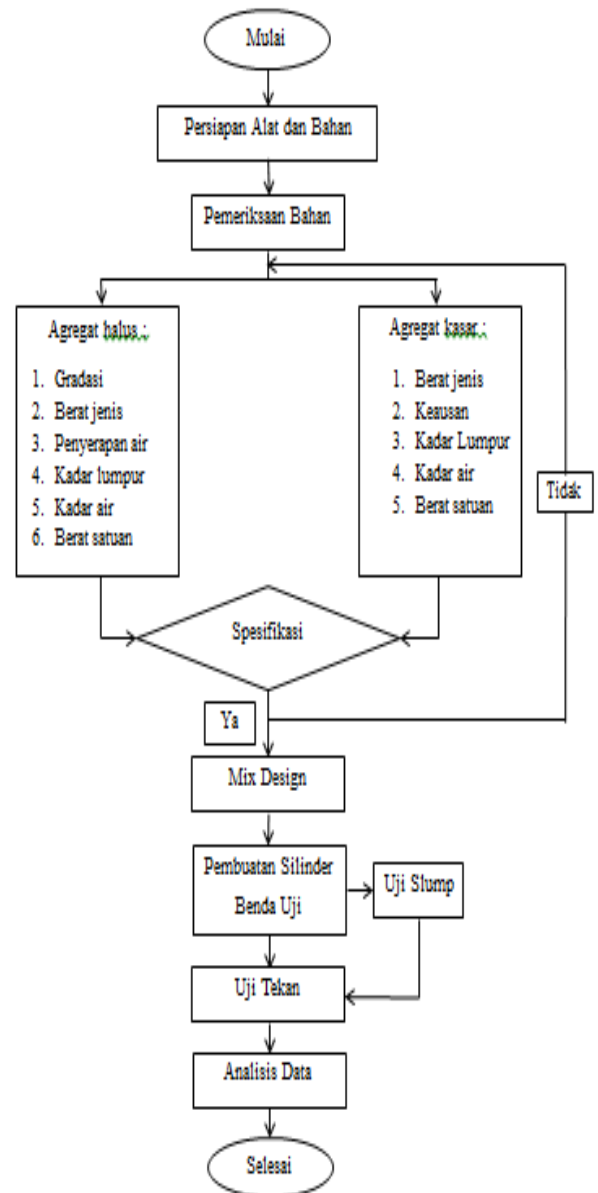
Alat yang digunakan dalam penelitian dari persiapan pemeriksaan bahan sampai benda uji penelitian adalah sebagai berikut.

1. Timbangan, digunakan untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun dan berat beton sebelum dan setelah perendaman.
2. Saringan/ayakan.
3. Gelas ukur dengan kapasitas 1000 ml untuk menakar volume air.
4. Oven digunakan untuk pengujian atau pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan pada campuran beton.
5. Kerucut Abrams digunakan untuk pengujian *slump*.
6. Cangkul/cetok untuk menuang adukan beton ke dalam cetakan.
7. Karung plastik untuk wadah agregat dan semen saat penimbangan.
8. Cetakan berbentuk silinder yang berukuran 15x30cm.
9. *Mixer*/molen, digunakan untuk mengaduk bahan-bahan penyusun menjadi adonan beton.
10. Wadah besi persegi dan wadah plastic persegi untuk menaruh hasil adonan beton setelah tercampur *Mixer*/molen.
11. Mistar dan Kaliper/Jangka sorong, digunakan untuk mengukur dimensi dari alat-alat dan benda uji yang digunakan.
12. *Erlenmeyer*, digunakan untuk pemeriksaan berat jenis.

13. Mesin Los Angeles, menguji tingkat keausan agregat kasar
14. Tempat atau wadah untuk mengaduk adonan sampai menjadi pasta
15. Penumbuk besi yang digunakan untuk menumbuk campuran beton yang sudah dimasukkan kedalam cetakan.
16. Mesin uji tekan beton berkapasitas 2000 kN, yang digunakan untuk uji tekan beton.

4. Pelaksanaan penelitian

Pada pelaksanaan penelitian pengujian beton ini, telah dilakukan beberapa langkah-langkah penelitian sesuai prosedur yang telah ada yaitu sebagai berikut sebagaimana tergambar pada Gambar 1 dan sekaligus penjelasannya.



Gambar 1. Bagan Alir Metode Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan penyusun beton yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta meliputi pemeriksaan agregat halus dan

Ukuran	Berat Tertahan (Gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Kumulatif (%)	Berat Lolos Kumulatif (%)
No.4	0	0	0	100
No.8	14,6	1,46	1,46	98,54
No.16	102,73	10,27	11,73	88,27
No.30	279,4	27,94	39,67	60,33
No.50	238,77	23,88	63,55	36,45
No.100	256,27	25,63	89,18	10,82
Pan	108,23	10,83	100	0
Total	1000	100		

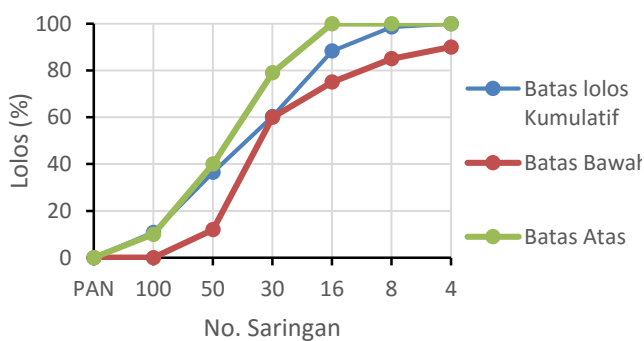
agregat kasar. Adapun hasil yang didapat adalah sebagai berikut.

1. Agregat Halus

a. Gradasi agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Merapi) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no.3, yaitu pasir agak halus dengan modulus halus butir sebesar 3,056 % memenuhi persyaratan SK SNI S-04-1989-F dengan nilai modulus halus butir antara 1,50 – 3,80, untuk mengetahui daerah gradasi bisa dilihat pada Tabel 2. Hasil pemeriksaan dapat dilihat dalam Tabel 2. dan Gambar 2

Tabel 2 Hasil rata-rata pemeriksaan gradasi pasir



Gambar 2. Hubungan ukuran saringan dan persen lolos saringan agregat halus

- b. Berat Jenis dan Penyerapan Air pada Agregat Halus
 Hasil pengujian berat jenis pasir kering jenuh muka diperoleh 2,52. Penyerapan air yang didapat dari hasil pengujian sebesar 4,02%. Berdasarkan Tabel 3.2, dapat dilihat bahwa agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat agregat halus yang berasal dari Merapi termasuk ke dalam agregat normal.
- c. Berat Satuan Agregat Halus
 Berat satuan pasir *SSD* didapat sebesar 1,65 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh juga nantinya pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila agregatnya *porous* maka bisa terjadi penurunan kuat tekan pada beton. Berat satuan yang dimiliki agregat normal adalah 1,50-1,80. Dari hasil yang di dapat agregat halus berasal dari Merapi tidak termasuk dalam agregat normal.
- d. Kadar lumpur Agregat Halus
 Agregat yang baik seharusnya mengandung kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal ini dapat mempengaruhi kekuatan beton. Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian yang dilakukan kadar lumpur yang diperoleh sebesar 5,64%, agregat halus di klasifikasikan sebagai agregat dengan kadar lumpur kotor yaitu 5%-7%.
- e. Kadar air Agregat Halus
 Kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 1,81%. Kadar air yang didapat termasuk ke dalam kondisi basah. Hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Gradasi Butiran	-	3
2	Modulus Halus Butir	-	3,056
3	Kadar Air	%	1,81
4	Berat jenis	-	2,52
5	Penyerapan Air	%	4,02
6	Berat Satuan	Gram/cm ³	1,65
7	Kadar Lumpur	%	5,64

2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Clereng)

- a. Berat jenis dan penyerapan air
 Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,71. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 6,72%. Agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari berat jenis yang didapat agregat kasar yang berasal dari Clereng termasuk ke dalam agregat normal.
- b. Berat Satuan Agregat Kasar
 Berat satuan batu pecah adalah 1,435 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk mengindikasikan apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar berat satuan maka semakin mampat agregat tersebut. Selain itu untuk agregat kasar, berat satuan digunakan untuk mengidentifikasi jenis batuan dan kelasnya. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50-1,80. Dari hasil yang di dapat agregat kasar yang berasal dari Clereng tidak termasuk dalam agregat normal.
- c. Kadar lumpur Agregat Kasar
 Kadar lumpur yang terdapat pada batu pecah dari Clereng adalah 2,52%, hasil pengujian ini lebih besar dari batas kadar lumpur yang telah

ditetapkan yaitu 1%. Sehingga batu pecah ini perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

d. Keausan agregat Agregat Kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 38,31% lebih kecil dari batas

Volume Berat	Variasi limbah karbit			Satuan
	5%	10%	15%	
Air	4,22	4,22	4,22	Liter
Semen	0,23	0,47	0,70	Kg
Kerikil	5,03	5,03	5,03	Kg
Pasir	2,07	2,07	2,07	Kg
<i>SikaCim</i>	1,26	1,26	1,43	Kg
Limbah Karbit	0,07	0,07	0,07	Kg
Total	13,05	13,05	13,05	Kg

maksimum, kekuatan agregat kasar untuk beton normal tidak boleh lebih dari 40% apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles* (Tjokrodimuljo, 2007). Dari Tabel 4 dapat dilihat hasil pengujian agregat kasar dari Clereng termasuk ke dalam kelas II.

e. Kadar air Agregat Kasar

Kadar air yang diperoleh dari hasil pengujian sebesar 2,73%. Kadar air yang dimiliki agregat kasar berasal dari Clereng termasuk ke dalam kondisi kering udara (Tjokrodimuljo, 2007). Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	2,73
2	Berat Jenis	-	2,71
3	Penyerapan Air	%	6,72
4	Berat Satuan	gram/cm ³	1,435
5	Kadar Lumpur	%	2,52
6	Keausan	%	38,3

2. Hasil Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Dalam perancangan campuran beton yang dilakukan, tata cara perhitungan mengacu pada ACI 211.4R. Perancangan beton ini bertujuan menentukan kebutuhan

bahan-bahan yang dibutuhkan Adapun hasil dari perancangan beton dapat dilihat dari Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 1 m³

Volume Berat	Variasi limbah karbit			Satuan
	5%	10%	15%	
Air	234,217	234,217	234,217	liter
Semen	824,096	780,723	737,349	kg
Kerikil	932,316	932,316	932,316	kg
Pasir	383,116	383,116	383,116	kg
Superplasticizer	13,012	13,012	13,012	kg
Limbah Karbit	43,374	86,747	130,12	kg
Total	2417,44	2417,44	2417,44	kg

Tabel 6. Kebutuhan bahan penyusun beton untuk 3 benda uji

J. Hasil Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, dari hasil pengujian didapatkan nilai *slump* pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil pengujian *slump*

No	Nilai variasi limbah karbit	Umur	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1		7	
2	5%	14	25
3		28	
4		7	
5	10%	14	24
6		28	
7		7	
8	15%	14	22
9		28	

Didapat hasil pengujian berturut-turut pada variasi limbah karbit 5%, 10% dan 15% adalah 22 cm, 24 cm dan 25 cm. Didapat nilai pengujian *slump* tertinggi pada variasi limbah karbit 15% dengan nilai *slump* sebesar 25 cm, pengaruh tinggi rendahnya nilai *slump* berpengaruh pada *workability* atau pengerjaan beton. Semakin tinggi nilai *slump* semakin mudah dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan, tetapi jika nilai *slump* rendah akan memiliki nilai *workability* yang rendah. Peningkatan *slump* merupakan pengaruh dari penambahan *superplasticizer* pada beton segar. Kemampuan *superplasticizer* untuk meningkatkan *slump* beton segar tergantung pada jenis, takaran, dan waktu penambahan

superplasticizer. Faktor air semen dan jumlah limbah karbit juga berpengaruh pada peningkatan *slump* pada beton segar.

K. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

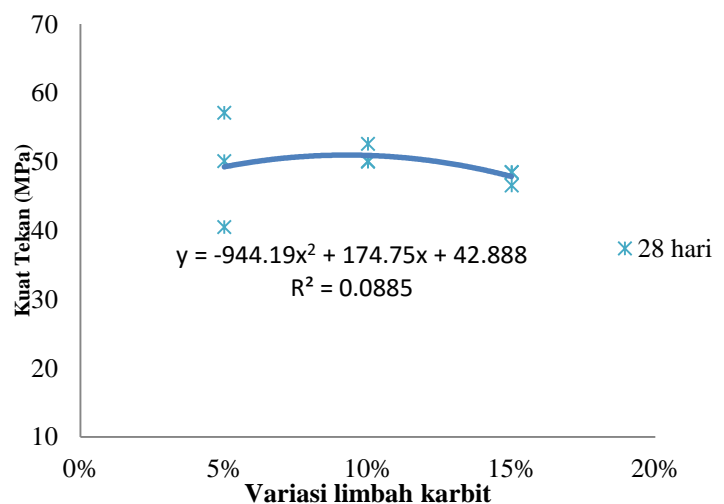
Pada pengujian kuat tekan pada variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% dengan bahan tambah *superplasticizer* pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% adalah sebagai berikut.

1. Nilai kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% Hasil pengujian kuat tekan beton pada variasi limbah karbit 5% dengan bahan tambah *superplasticizer* 1,5% pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari, dapat dilihat pada Tabel 5.7 sebagai berikut.

Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada Tabel 8, maka grafik hubungan antara variasi limbah karbit dengan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 8. Hasil uji kuat tekan

Variasi limbah karbit	Umur Beton	Kuat Tekan (Mpa)
	7	43.45
5%	14	48.42
	28	49.26
	7	39.8
10%	14	45.76
	28	50.92
	7	39.89
15%	14	41.34
	28	47.86

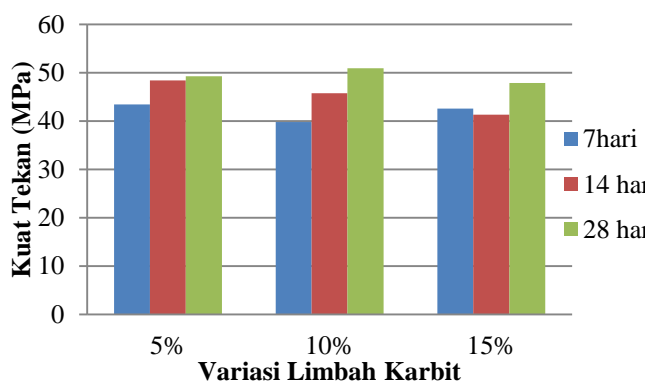


Gambar 3. Hubungan antara kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit

Pada Gambar 3. diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan beton dengan menggunakan variasi limbah karbit 5%, 10%, 15% pada saat umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari terus terjadi peningkatan pada kuat tekannya. Kuat tekan beton dengan tambahan *superplasticizer* dan variasi limbah karbit 5% memiliki peningkatan kuat tekan yang melebihi 40 Mpa setelah 7 hari, sedangkan beton dengan variasi limbah karbit 10% dan 15% memiliki kuat tekan yang masih berada di bawah 40 Mpa setelah 7 hari. Pada umur beton 14 hari kuat tekan pada beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10% dan 15% terus mengalami peningkatan, dan pada umur 28 hari variasi limbah karbit 10 % yang memiliki kuat tekan mencapai 50 Mpa.

2. Perbandingan kuat tekan beton dengan variasi limbah karbit 5%, 10%, dan 15% dengan bahan tambah *Superplasticizer* 1,5%.

Untuk mengetahui hubungan umur beton terhadap kuat tekan beton dari variasi limbah karbit 5%, 10% dan 15% dengan tambahan *Superplasticizer* 1,5% dapat dilihat pada grafik yang terdapat pada Gambar 4. berikut.



Gambar 4. Hubungan antara variasi limbah karbit dan kuat tekan

Dari Gambar 4. dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari beton dengan ketiga nilai variasi limbah karbit pada umur 28 hari dan 14 hari adalah beton dengan variasi limbah karbit 10%. Untuk beton umur 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah beton dengan variasi limbah karbit 5% sedangkan kuat tekan yang paling rendah adalah beton dengan variasi limbah karbit 10%. Variasi limbah karbit mempengaruhi mutu beton yang dimiliki. Semakin banyak limbah karbit pada beton, maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan, Pada saat penelitian dengan melihat secara visual, campuran beton segar dengan variasi

limbah karbit 5% dan 10% lebih baik dibandingkan variasi limbah karbit 15%, hal ini juga menyebabkan kuat tekan beton menurun.

Kuat tekan beton dengan penambahan *Superplasticizer* 1.5% dan limbah karbit pada masing-masing variasi faktor air semen semen belum sesuai dengan kuat tekan rencana 80 MPa. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu menggumpalnya agregat pada saat pengadukan, pematatan pada saat pembuatan benda uji, kualitas agregat dan lain lain. Menggumpalnya agregat pada adukan beton dapat mengurangi kuat tekan beton, karena kemungkinan lebih banyak mengandung agregat halus atau agregat kasar. Proses pematatan yang benar serta rata pada setiap lapisan sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Selain memperhatikan pematatan hal kecil yang perlu diperhatikan yaitu permukaan atas benda uji. Jika permukaan atas benda uji tidak rata maka nilai kuat tekan akan rendah atau tidak sesuai dengan kuat tekan rencana. Hal ini dikarenakan beban yang diberikan terlebih dahulu menyentuh bagian yang lebih tinggi lalu menyentuh permukaan yang lebih rendah sehingga beban yang diberikan tidak merata dengan seluruhnya dan juga pada tambahan *superplasticizer* adonan betonnya akan sangat encer sehingga saat pembuatan benda uji dalam silinder maka agregat kasarnya tidak tercampur merata pada masing-masing benda uji saat pencetakan sehingga menyebabkan ketidak seimbangan kuat tekan betonnya yaitu beton yang mendapatkan agregat kasar yang lebih banyak maka kuat tekannya akan lebih kuat dan sebaliknya.

L. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai kuat tekan beton setelah dilakukan uji tekan beton pada masing-masing variasi limbah las karbit yang berbeda dari umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari berturut-turut untuk variasi limbah las karbit 5% adalah 43,45 MPa, 48,42 MPa, 49,26 MPa dan untuk variasi limbah las karbit 10% adalah 39,8 MPa, 45,76 MPa, dan 50,92 MPa dan pada variasi limbha

- las karbit 15% adalah 39,89 MPa, 41,34 MPa, 47,86 MPa.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata paling tinggi dari ketiga nilai faktor air semen pada beton umur 7 hari kuat tekan paling tinggi adalah pada variasi limbah las karbit 5% yaitu 43,45 MPa, untuk umur 14 hari variasi limbah las karbit 5% dengan kuat tekan 48,42 MPa, sedangkan 28 hari adalah beton dengan variasi limbah las karbit 10% yaitu 50,92 MPa.
 3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada ketiga variasi limbah las karbit (5%, 10% dan 15%) dengan bahan tambah *superplasticizer* didapatkan analisis bahwa semakin banyak variasi limbah karbit yang digunakan, maka kuat tekan pada beton akan semakin berkurang dan semakin sedikit variasi limbah karbit yang digunakan, maka kuat tekan pada beton semakin bertambah, tetapi variasi limbah las karbit 10% yang paling tinggi kuat tekannya.

M. SARAN

Ada beberapa saran yang perlu dilakukan terkait dengan penelitian ini agar penelitian tersebut dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari, antara lain.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang berbagai variasi limbah las karbit terhadap kuat tekan beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh limbah karbit terhadap kuat tekan beton.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menambahkan bahan tambah lain agar menghasilkan beton dengan kuat tekan lebih tinggi.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai umur perendaman lebih dari 28 hari terhadap pengaruh kuat tekan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- American Concrete Institute*. 2008. 211.4R-08 (*Guide For Selecting Proportions For High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials*). ACI
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. *SNI S-04-1989-F (Spesifikasi bahan bangunan bagian A)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1968-1990 : Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1970-1990 : Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000 : Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-2049-2004 : Semen Portland*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *SNI 15-7064-2004 : Semen Portland Komposit*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI-2847-2013 : Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Dewi, N.R 2016. *Studi Pemanfaatan Limbah B3 Karbit dan Fly Ash Sebagai Bahan Campuran Beton Siap Pakai (Studi Kasus : PT. Varia Usaha Beton)*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Fadli, Moh. Nurul. 2014. *Pengaruh Variasi Penambahan Kapur Padam Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Abu Vulkanik Sebagai Perkusor*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Habibi, Tengku. 2016. *Kajian Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Jenis Pasir Di Yogyakarta*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ikhsan, N. M. 2016. *Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Pada Variasi 15%, 20%, 25% Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Dan Penambahan Serat Fiber Optic 0,15% Terhadap Kuat Tekan Beton Serat*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

- Rasoni, Yurisman. 2012. *Penelitian Pembuatan Beton Mutu Tinggi Dengan Semen PCC Menggunakan Sikafume dan Viscocrete-10 Sebagai Bahan Tambah*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bung Hatta, Padang.
- Saputra, A.F. 2011, *Pengaruh Variasi Nilai Faktor Air Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Campuran Fly Ash 10% Sebagai Pengganti Sebagian Semen Dengan Agregat Kasar Maksimum 10 mm*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sukirman, S, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta.
- Tjokrodinuljo, K, 2007, *Teknologi Beton*, Biro Penerbit Teknik Sipil Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.
- Yunusa, S.A. *Investigasi Dalam Penggunaan Limbah Kalsium Karbit Sebagai Pengganti Bagian Semen Pada Beton*. SRM University, India.