

ANALISIS KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR MERAH SEBAGAI BAHAN TAMBAH AGREGAT HALUS DAN SILICA FUME SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN SEMEN

Topan Firmansyah, [Agus Juara , S.T.,M.T., Ir. H. Suharto, M.Eng.]
Program Studi Teknik Sipil Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo
Topanfirmansyah08@gmail.com.

Abstrak

Pembangunan dibidang konstruksi sekarang mengalami kemajuan begitu sangat pesat, yang berlansung diberbagai sektor. Beton salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam konstruksi bangunan. Inovasi teknologi beton dituntut agar menjawab tantangan akan kebutuhan dilapangan, beton yang dihasilkan diharapkan mempunyai kualitas yang begitu tinggi mencakup kekuatan dan daya tahan tanpa mengabaikan nilai ekonomis.

Berdasarkan hal ini maka dicoba untuk mencari bahan pengganti campuran bahan beton atau alternatif bahan beton yang murah dan secara struktural dapat memenuhi kekuatan beton. Di penelitian ini, penggantian sebagian Agregat halus dengan menggunakan bahan alternatif Pasir Merah dengan bahan tambahan *Silica fume* sebagai bahan penggantise bagian semen dengan variasi campuran Pasir merah sebesar 1,5 %, 2%, 2,5% dan 3%, 3,5%, 4%,4,5% dan untuk Silica fume 9%

Pada pengujian terhadap sampel beton, pengaruh penggunaan Pasir merah sebagai pengganti sebagian agregat halus dan *Silica fume* sebagai bahan tambah pc terhadap karakteristik beton. Dan mutu beton yang diinginkan adalah mutu K225 atau 18,67 MPa

Kata kunci: *Bahan alternatif, Kuat tekan, Variasi campuran.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan hal terpenting dari sebuah konstruksi. Beton dapat digunakan untuk macam-macam bangunan, contohnya yaitu bangunan gedung, bangunan di air dan di jalan raya. Untuk di bangunan gedung, beton digunakan sebagai struktur pondasi, balok, kolom, dan plat lantai. Untuk di bangunan air, beton digunakan untuk saluran drainase, gorong-gorong, bendungan, dan bendung, sedangkan untuk sebuah kontruksi jalan raya, beton digunakan sebagai perkerasan jalan raya (*Rigit Pavement*). Beton mempunyai kuat tekan yang sangat tinggi tetapi mempunyai kuat tarik yang rendah. (Tjokrodimulyo, 1996).

Penelitian sudah begitu banyak dilakukan untuk memperoleh suatu inovasi pengganti penggunaan kontruksi pada berbagai bidang secara tepat serta efisien, sehigga akan menghasilkan suatu mutu beton yang lebih baik, beberapa inovasi tersebut menggunakan cara menambah Sebagian agregat halus dengan pasir merah dan *silica fume* sebagai pengganti sebagian semen dengan mutu beton K-225.

1.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian kuat tekan beton ini pembahasan yang dikaji hanya berupa:

- a) Penelitian hanya fokus terhadap bagaimana pengaruh penggunaan pasir merah sebagai bahan pengganti sebgai agregat halus dan silica fume sebagai bahan pengganti sebgai semen terhadap karakteristik beton yang diinginkan.
- b) Pada penelitian ini digunakan pasir merah sebesar 1,5%, 2% ,2,5%, 3%, 3,5%, 4%, 4,5% dan silica fume sebesar 9% untuk mengetahui proporsi campuran optimum beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir merah sebagai bahan tambah agregat halus dan silica fume sebagai bahan pengganti sebgai semen terhadap karakteristik beton yang diinginkan ?
2. Mengetahui komposisi campuran maksimum dengan menggunakan pasir merah dan silica fume terhadap kuat tekan beton K-225

2. Kajian Pustaka

2.1. Kajian Umum

Beton adalah sebuah elemen dalam bidang konstruksi yang merupakan struktur sederhana namun penting yang dibentuk oleh campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar koral yang berupa batu pecah atau kerikil, serta bahan tambah campuran lainnya. Kekuatan, ke tahan lama, sifat beton tergantung dari nilai perbandingan bahan dasar beton, sifat bahan dasarnya, cara pengadukan beton itu sendiri, pengerjaan, penuangan adonan beton, pemadatan dan perawatan selama proses perkerasan. Untuk membentuk suatu beton yang baik maka diwajibkan perhitungkan cara mendapatkan adukan beton yang baik dan bagus dan beton keras yang dihasilkan baik dan bagus.

2.2. Penelitian Terdahulu

Mulkan Iskandar Nasution, (2018) Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Pembuatan beton dengan menerapkan pada beton mutu K-225. Sebuah inovasi butir pasir merah yang digunakan adalah 80 mesh, 100 mesh dan 120 mesh dan ditambah pasir merah dengan variasi bahan-bahan 0%, 3%, 5% dan 7%. Dari hasil pengujian diperoleh komposisi pasir merah 3% pada ukuran butiran 120 mesh kekuatan tekanannya paling tinggi sebesar 31,44 MPa

Dwi Afif Susilo, (2014) Efek pengganti sebagian pc / semen dengan *silica fume* dengan berat jenis dan kuat tekan beton ringan. Penambahan *Silica Fume* sebesar 0 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 % , 15 % dan terus menerus 1 846,333 kg/m³, 1825,912 kg/m³, 1852,339 kg/m³, 1863,151 kg/m³, 1868,557 kg/m³ 1834, 321kg/m³, 0% dan 12% menghasilkan peningkatan berat jenis optimum sebesar 1,203%.

Dari hasil diatas masih termasuk beton ringan karena nilainya masih dibawah angka 1900 kg/m³. Nilai uji kuat tekan rata-rata beton ringan agregat breksi *pumice* dengan penambahan *Silica Fume* sebesar 0 %, 3 %, 6 %, 9 %, 12 % dan 15 % dan berturut-turut 18,1609 MPa, 20,0015 MPa, 20,1292 MPa, 21,20 MPa, 18,8072 MPa,

20,3979 Mpa. Hasil uji didapatkan bahwa kuat tekan silinder beton dengan penambahan *silica fume* 9% dapat menambah kuat tekan beton sebesar 16,734%.

3. Metode Penelitian

3.1. Bahan Benda Uji Penelitian

3.1.1. Bahan Material yang Digunakan

Bahan yang dibutuhkan antara lain:

1. Semen / Pc
2. Agregat halus (Pasir Brosot)
3. Agregat kasar (Batu Pecah)
4. Air (PDAM, Lab. UNSIQ)
5. Pasir Merah jebrod cianjur
6. *Silica Fume*

3.1.2. Alat Uji Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Timbangan yang digunakan untuk mengukur berat bahan campuran beton.
2. Ayakan yang digunakan untuk pengujian gradasi agregat.
3. Molen yang digunakan untuk menyampur adukan beton.
4. Kerucut Abrams yang terbuat dari baja dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, tinggi 30 cm, lengkap dengan tongkat baja penusuk yang ujungnya ditumpulkan dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump adukan beton.
5. Cetakan benda uji beton berupa silinder dan kubus.
6. Alat bantu lain:
 - a. Gelas ukur untuk menakar air
 - b. Cetok
 - c. Alat tulis
 - d. Penggaris
 - e. Kamera
 - f. Ember, dan lain-lain

3.1.3. Benda Uji Penelitian

Benda uji pada penelitian menggunakan silinder dan kubus untuk cetakan beton dengan ukuran sebagai berikut: silinder diameter 15cm dan tinggi 30cm, kubus dengan panjang setiap sisi 15cm. Pada setiap pengujian menggunakan 2 buah silinder dan 1 buah kubus.

3.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sains Al-Qur'an Jawa Tengah Di Wonosobo. Tahap penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1. Tahap I, Persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar. Penyiapan bahan, limbah geodipa, serat karet ban bekas dan persiapan bahan susun beton (semen, pasir, kerikil, air) dilakukan pada tahap ini.

3.2.2. Tahap II, Pengujian Bahan

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap bahan yang digunakan. Dari pengujian-pengujian tersebut dapat diketahui apakah bahan yang digunakan

untuk penelitian tersebut memenuhi syarat atau tidak bila digunakan sebagai bahan campuran adukan beton. Uji bahan meliputi:

1. Uji Kadar Lumpur pada Pasir
2. Uji Kadar Organik
3. Uji Kadar Air
4. Uji Gradasi (analisa saringan) Pasir dan Kerikil
5. Uji Keausan Agregat Kasar

3.2.3. Tahap III, Pembuatan Mix Design

Pada tahap ini dilakukan pembuatan mix design dengan kuat tekan rencana 18,675 MPa. Hasil mix design tersebut dipakai untuk pembuatan silinder beton. Metode perancangan campuran beton mengacu pada SNI-03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang merupakan adopsi dari metode Department of Environment (DoE).

Langkah-langkah perancangan campuran beton dengan metode Department of Environment (DoE) sebagai berikut:

1. Menetapkan mutu beton yang disyaratkan ($f'c$).
2. Menetapkan target standar deviasi (S)
3. Menghitung besarnya margin (M)
4. Menghitung kuat tekan rata-rata ($f'cr$)
5. Menentukan berat masing-masing material penyusun beton

3.2.4. Tahap IV, Pembuatan Benda Uji

Setelah proporsi campuran agregat diketahui langkah selanjutnya yaitu pembuatan benda uji, yang meliputi pengadukan beton, uji kelecakan adukan dengan pengujian slump, pengecoran ke dalam cetakan, pelepasan benda uji serta perawatannya.

1. Pengadukan beton

Masukkan agregat kedalam molen. Pengadukan beton dilakukan dengan mencampur agregat kering yang terdiri atas semen portland, limbah geodipa, serat karet ban bekas dan agregat halus terlebih dahulu, kemudian masukkan kerikil. Setelah itu ditambahkan air sedikit demi sedikit (volume air yang ditambahkan selalu dicatat) secara merata sambil tetap diaduk, hingga didapatkan adukan yang tepat.

2. Pengujian slump

Setelah pengadukan selesai, tuang beton segar yang siap dicetak dari molen ke dalam wadah besar. Kemudian pengujian slump dilakukan dengan memasukkan beton segar kedalam cetakan slump (kerucut Abrams) sampai penuh dengan menusuk-nusuk minimal 25 kali tusukan setiap 1/3 cetakan dengan tongkat pemadat. Setelah selesai, kemudian angkat cetakan dan dicatat penurunan yang terjadi.

3. Pengecoran kedalam cetakan

Setelah batas slump didapatkan, langkah selanjutnya yaitu pengecoran kedalam cetakan dengan memasukkan beton segar ke dalam cetakan silinder dan kubus dengan cara:

- a. Adukan beton dimasukkan dalam cetakan yang sebelumnya telah diolesi minyak pelumas pada bagian dalamnya.

- b. Cetakan diisi dengan adukan perlahan-lahan sebanyak 3 lapis, kemudian ditusuk-tusuk dengan tongkat pemadat. Untuk setiap lapis adukan beton dilakukan sebanyak 25 kali tusukan secara merata sampai cetakan penuh.
- c. Permukaan beton diratakan menggunakan tongkat perata sehingga permukaan atas adukan rata dengan bagian atas cetakan.

4. Pelepasan benda uji dan Perawatan

Pelepasan benda uji dari cetakan dilakukan setelah 24 jam, kemudian direndam selama 28 hari di dalam air.

3.2.5. Tahap V, Pengujian

Pengujian beton dilakukan pada saat umur 28 hari. Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan dengan cara mengamati kuat tekan yang terjadi saat beton berumur 28 hari. Untuk prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Persiapan pengujian
 - a. Benda uji yang akan ditentukan kekuatannya diambil dari bak perendam sehari sebelum diuji tekan. Benda uji ditempatkan di tempat yang kering.
 - b. Berat benda uji ditentukan
2. Prosedur uji tekan
 - a. Benda uji diletakan pada mesin tekan secara sentris (lurus).
 - b. Tekan benda uji dengan konstan.
 - c. Pembebanan dilakukan sampai benda uji menjadi hancur dan beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dicatat.

3.2.6. Tahap VI, Analisa Data

Pada tahap ini data yang diperoleh dari hasil pengujian dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian.

3.2.7. Tahap VII, Pengambilan Kesimpulan

Pada tahap ini data yang telah dianalisa dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Uji Kadar Lumpur pada Pasir

Dari pengujian kadar lumpur yang dilakukan terhadap pasir didapat sebesar 1,48%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh SK SNI S-04-1998-F (1998) yaitu senilai 5% dan masuk dalam persyaratan yang ditetapkan.

4.2. Uji Kadar Organik

Dari hasil pengamatan dan pengujian kadar organik pada pasir Brosot dan Pasir Merah didapatkan pengamatan sebagai berikut :



Gambar 1. Pasir brotot yang sudah dicampurkan NaOH 3% dan didiamkan selama 24 jam.

Sumber : Hasil Uji Laboratorium

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, menghasilkan warna air muda termasuk dalam golongan warna nomor 1. Menurut SNI 2816:2014 tentang Uji Bahan Organik Dalam Agregat Halus Untuk Beton, warna yang digunakan sebagai standar adalah warna nomor 3. Jadi pada pasir Brosot dan Pasir Merah yang digunakan sebagai bahan uji lolos tahap uji kandungan organik dan tidak memerlukan pencucian ulang pada pasir.

4.3. Pengujian Kadar Air

Dari pengujian kadar air yang dilakukan terhadap pasir didapat sebesar 2,57 %. Nilai ini masih lebih besar dari persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM yaitu senilai 4% dan belum masuk dalam persyaratan yang ditetapkan, maka dari itu perlu keringkan lagi.

4.4. Uji Gradasi

1. Uji Gradasi Agregat Halus

Modulus Halus Butir (MHB) gradasi halus (1,5-3,8)

$$\text{MHB gradasi halus} = (3,6+3,5)/2 = 3,55$$

2. Uji Gradasi Agregat Kasar

Modulus Halus Butir (MHB) Gradasi Kasar (5-8)

$$\text{MHB Gradasi Kasar} = (5,99+5,95)/2 = 5,97$$

3. Uji Gradasi Agregat Campuran

a. Pasir Brosot

- Perhitungan modulus halus butir campuran (5 - 6,5) (pakai c : 6)

$$\text{MHB Gradasi Halus} = 3,55$$

$$\text{MHB Gradasi Kasar} = 5,97$$

$$W = \frac{K-P}{6-P} \times 100\% = \frac{5,97-5,5}{5,5-3,55} \times 100\% = 24,10\% \approx 24\%$$

Menentukan perbandingan berat pasir dan kerikil

Berat pasir dan kerikil (W) = 24%

p(24) : k(100) atau $\frac{24}{123} \times 100 = 19,51\% \approx 19\%$ untuk pasir

dan $\frac{100}{123} \times 100 = 81,30\% \approx 81\%$ untuk kerikil

4. Perhitungan Keausan Agregat Kasar

Dari hasil uji kekuatan agregat kasar nilai keausannya sebesar 19,4% lebih besar dari persyaratan 5%, maka apabila agregat kasar tersebut tetap digunakan sebagai bahan campuran beton akan mempengaruhi atau terjadi penurunan nilai kuat beton.

4.5. Perhitungan

Ditanya: $f'c$? (contoh perhitungan beton normal)

Penyelesaian:

Untuk luas (A) silinder $\pi \times (150/2)^2 = 17.671,46$

Untuk luas (A) kubus $150 \times 150 = 22.500,00$

Konversi Ton ke N = Ton $\times 10000$

$f'c$ 28 hari P/A

Silinder 1 : $463100/17.671,46 = 26,52\text{Mpa}$

Silinder 2 : $446000/17.671,46 = 25,23\text{Mpa}$

Kubus : $535700/22.500 = 23,80\text{MPa}$

$f'c$ 28 hari: kuat tekan/faktor konversi

Silinder 1 : $26,52/ 1,0 = 26,52\text{MPa}$

Silinder 2 : $25,23/ 1,0 = 25,54\text{MPa}$

Kubus : $23,80 \times 0,83 = 19,76\text{MPa}$

Jumlah $\Sigma = 71,82\text{MPa}$

$f'c'r = \text{jumlah } f'c \text{ 28 hari/jumlah benda uji}$

$71,82 / 3 = 23,94\text{MPa}$

$(f'c-f'cr) = f'c \text{ 28 hari} - f'cr$

Silinder 1 : $26,52 - 23,94 = 2,58$

Silinder 2 : $25,54 - 23,94 = 1,60$

Kubus : $19,76 - 23,94 = -4,18$

$(f'c-f'cr)^2$

Silinder 1 : $(2,58)^2 = 6,66$

Silinder 2 : $(1,60)^2 = 2,56$

Kubus : $(-4,18)^2 = 17,47$

Jumlah (Σ) = 26,69

Deviasi standar (S)

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{5,16}{3-1}} = 2,58$$

f'c (kuat tekan hasil uji)

$$= f'_{cr} - (1,64 \times S)$$

$$= 23,94 - (1,64 \times 2,58) = 19,71 \text{ MPa}$$

(1,64 adalah ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5% (SNI 03-2834-1993).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk nilai kuat tekan betonnya adalah :

No.	Jenis uji	Persyaratan	Hasil uji	Keterangan
1	Kadar Lumpur	< 5 %	1,48 %	Memenuhi
2	Kadar Organik	Jernih – kuning muda	Kuning muda	Memenuhi
3	Kadar Air - Agregat halus - Agregat kasar	4% 4%	2,57% 1,64%	Memenuhi
4	BJ dan Penyerapan Air - Agregat halus - Agregat kasar	2,4 – 2,9 2,4 – 2,9	2,72 2,7	Memenuhi Memenuhi
5	Keausan Agregat	< 5 %	19,4%	Kurang Memenuhi
6	Gradasi Agregat - Agregat halus - Agregat kasar	Zona II	Zona II	Memenuhi

Keterangan : Uji keausan hasilnya lebih dari 5%, agregat tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton, akan tetapi nilai kuat tekan beton akan mengalami penurunan.

2. Dari hasil penelitian yang saya lakukan menunjukkan bahwa pasir merah dapat digunakan untuk campuran beton dengan prosentase maksimum 3% dan silica fume 9% merupakan proporsi campuran yang maksimal dan didapatkan mutu beton diatas rencana
3. Jadi nilai kuat tekan tertinggi pada penelitian yang saya lakukan berada pada prosentase campuran pasir merah 3 % dan silica fume 9% sebesar 21,10 Mpa, hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tekanan telah melampaui nilai yang ditetapkan Badan Standart Indonesia K-225

4.2. Saran

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang perlu menjadi perhatian dalam melaksanakan penelitian, sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan mutu beton sesuai rencana dibutuhkan agregat kasar yang keras dan kuat, nilai hasil uji keausan < 5%.
2. Dibutuhkan ketelitian lebih lanjut tentang perhitungan kadar penyerapan air terhadap kebutuhan kadar air campuran.

DAFTAR PUSTAKA

Indoprecast, 2019. *Curing Beton Dan Pilihan Metodenya*. [online], website: <https://indoprecast.com/curing-beton>

- Mandirijayaradymix, 2017. *Slump Dan Cara Menguji Slump Beton*. [online], website: <https://www.mandirijayareadymix.com/slump-beton>
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Pascal, Dimas septio. 2019. Pengaruh Pemakaian *Superplasticizer(Sika Cim)* Pada Kuat Tekan Beton Mutu K-175. Universitas Muhammadiyah Palembang
- SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*.