

PENGARUH SUBSTITUSI LIMBAH GEODIPA DAN VARIASI PASIR TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Erfan Nugroho, [Nasyiin Faqih, S.T.,M.T., Ir. H. Suharto, M.Eng.]
Program Studi Teknik Sipil Universitas Sains Al-Qur'an Wonosobo
ennoeye@gmail.com, [nasyiin@unsiq.ac.id]

Abstrak

Berkembangnya teknologi beton di era sekarang ini, menciptakan inovasi-inovasi untuk meningkatkan kualitas beton, salah satu inovasi tersebut yaitu dengan menambah campuran beton normal dengan proporsi menggunakan admixtures. Fungsi admixture ini adalah untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton misalnya untuk meningkatkan kuat tekan, menghemat biaya, atau untuk keperluan lain. Pada penelitian ini penulis menggunakan limbah geodipa 5%, 10%, 20% dan variasi pasir lokal menggunakan pasir brotot 10%, 20%, dan 30% untuk menemukan proporsi campuran beton yang optimum. Dalam pengujian kuat tekan beton, variasi campuran yang dapat memenuhi mutu beton rencana yaitu pada campuran 20% limbah geodipa dan penggantian sebagian pasir brotot dengan pasir lokal sebanyak 10% dapat memenuhi mutu beton rencana sebesar 18,72 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa variasi campuran merupakan campuran yang maksimal. Penggantian sebagian semen dengan limbah geodipa dan sebagian pasir brotot dengan pasir lokal pada penelitian ini tidak dapat digunakan, karena hanya satu sampel yang mampu memenuhi mutu beton rencana.

Kata kunci: *Limbah geodipa, pasir lokal tambu, kuat tekan beton, admixture.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan pembangunan yang saat ini sering digunakan, bagian dari bahannya sendiri merupakan gabungan dari agregat halus (pasir), agregat kasar (batuan) dan air, yang kemudian dicampur dengan menggunakan Semen sebagai pengikatnya. Banyak pengujian telah dilakukan untuk mendapatkan suatu pembangunan elektif untuk melibatkan pembangunan di berbagai bidang secara tepat dan efektif, sehingga akan diperoleh kualitas substansial yang lebih baik, sebagian dari pembangunan tersebut menggunakan strategi tambahan untuk memanfaatkan limbah geodipa sebagai pengganti sebagian semen dan pasir lokal menggantikan sebagian pasir brotot. Mutu beton Rencana yang dipakai adalah K-225.

1.2 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disampaikan diawal, maka dapat di rumuskan permasalahanya adalah :

- a) Berapakah nilai kuat tekan beton dengan menggunakan limbah geodipa dan pasir lokal ?
- b) Bagaimana pengaruh penggunaan limbah geodipa dan pasir lokal terhadap karakteristik beton yang diinginkan ?

- c) Bagaimana dampak penambahan limbah geodipa sebesar 5%, 10% dan 20% dan pasir lokal sebesar 10%, 20% dan 30% terhadap kuat tekan beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a) Untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan menggunakan limbah geodipa dan pasir lokal.
- b) Untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah geodipa dan pasir lokal terhadap karakteristik beton yang diinginkan.
- c) Untuk mengetahui dampak penambahan limbah geodipa sebesar 5%, 10% dan 20% dan pasir lokal sebesar 10%, 20% dan 30% terhadap kuat tekan beton.

2. Kajian Pustaka

2.1. Kajian Umum

Beton dicirikan sebagai kombinasi bahan penyusun yang terdiri dari semen, agregat kasar, agregat halus, dan air yang menggunakan atau tanpa menggunakan bahan tambah. Kekuatan, keawetan, dan sifat-sifat beton bergantung pada nilai proporsi bahan dasar utama, pencampuran, pengerjaan, penuangan, pemadatan, dan pemeliharaan selama sistem pemadatan. Untuk membentuk semen yang bagus, perlu dipertimbangkan bagaimana meningkatkan campuran bahan baru secara signifikan dan beton keras yang dibuat juga bagus.

2.2. Penelitian Terdahulu

Pemanfaatan Lumpur Panas Bumi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar Sebagai Pelengkap Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan UNS, Indah Nurkholis Meiyati (2015).

Jika dilihat dari segi kuat tekan, penggunaan lumpur panas bumi berpengaruh terhadap kuat tekan sampel mortar yang dibuktikan dengan perhitungan nilai korelasi. Kuat tekan sampel yang optimal diketahui dari data uji dengan variasi lumpur panas bumi 20%. Pada campuran ini kuat tekan yang dihasilkan adalah 27,093 Kg/cm² pada mortar 28 hari dan 27,266 Kg/cm² pada mortar 56 hari.

3. Metode Penelitian

3.1. Bahan Benda Uji Penelitian

3.1.1. Bahan Material yang Digunakan

Bahan yang dibutuhkan antara lain:

1. Semen Portland
2. Pasir (Pasir Brosot, dan Pasir Lokal)
3. Kerikil/Kricak (Batu Pecah)
4. Air (PDAM, Lab. UNSIQ)
5. Limbah Geodipa

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 ini menggunakan silinder dan kubus untuk cetakannya 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, 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 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. Tahapn 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 brotot didapat sebesar 3,28%. 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 Tambi didapatkan pengamatan sebagai berikut :



Gambar 1. Pasir brodot 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 Tambi yang digunakan sebagai bahan uji lolos tahap uji kandungan organik dan tidak memerlukan pencucian ulang pada pasir.

4.3. Pengujian Kadar Air

A. Pasir Brosot

Dari pengujian kadar air yang dilakukan terhadap pasir brodot didapat sebesar 3,34%. Nilai ini masih lebih kecil dari persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM yaitu senilai 4% dan masuk dalam persyaratan yang ditetapkan

B. Pasir Tambi

Dari pengujian kadar air yang dilakukan terhadap pasir tamba didapat sebesar 9,6%. Nilai ini masih lebih besar dari persyaratan yang ditetapkan oleh ASTM yaitu senilai 4%. Pasir ini dapat digunakan, akan tetapi dalam penentuan mix design masuk dalam perhitungan agar kadar air dapat tercukupi dengan baik, sehingga nilai kelecakan beton sesuai dengan rencana.

4.4. Uji Gradasi

1. Uji Gradasi Agregat Halus

a. Pasir Brosot

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

MHB gradasi halus = $247,4/100 = 2,47$

b. Pasir Lokal Tambi

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

$$\text{MHB gradasi halus} = 269,6/100 = 2,696 = 2,7$$

2. Uji Gradasi Agregat Kasar

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

$$\text{MHB Gradasi Kasar} = 719/100 = 7,19$$

3. Uji Gradasi Agregat Campuran

a. Pasir Brosot

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

$$\text{MHB Gradasi Halus} = 2,474$$

$$\text{MHB Gradasi Kasar} = 7,19$$

$$W = \frac{K-6}{6-P} \times 100\% = \frac{7,19-6}{6-2,474} \times 100\% = 33,75\% \approx 34 \%$$

- Menentukan perbandingan berat pasir dan kerikil

$$\text{Berat pasir dan kerikil (W)} = 34 \%$$

$$p(34) : k(100) \text{ atau } \frac{34}{134} \times 100 = 25 \% \text{ untuk pasir;}$$

$$\text{dan } \frac{100}{134} \times 100 = 75 \% \text{ untuk kerikil.}$$

b. Pasir Lokal Tambi

- Perhitungan modulus halus butir campuran (5 - 6,5)

$$\text{MHB Gradasi Halus} = 2,696$$

$$\text{MHB Gradasi Kasar} = 7,19$$

$$W = \frac{K-6}{6-P} \times 100\% = \frac{7,19-6}{6-2,696} \times 100\% = 36,01\% \approx 36 \%$$

- Menentukan perbandingan berat pasir dan kerikil

$$\text{Berat pasir dan kerikil (W)} = 36 \%$$

$$p(36) : k(100) \text{ atau } \frac{36}{136} \times 100 = 26 \% \text{ untuk pasir;}$$

$$\text{dan } \frac{100}{136} \times 100 = 74 \% \text{ untuk kerikil.}$$

4. Perhitungan Keausan Agregat Kasar

Dari hasil uji kekuatan agregat kasar nilai keausannya sebesar 10,88% 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:

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

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

$$\text{Konversi Ton ke N} = \text{Ton} \times 10000$$

f'c 28 hari P/A

Silinder 1	: 364700/17.671,46	= 20,6 MPa
Silinder 2	: 339200/17.671,46	= 19,2 MPa
Kubus	: 542400/22.500,00	= 24,1 Mpa

f'c 28 hari: kuat tekan/faktor konversi

Silinder 1	: 20,6*1,0	= 20,6 MPa
Silinder 2	: 19,2*1,0	= 19,2 MPa
Kubus	: 24,1* 0,83	= 20,01 MPa
Jumlah Σ		<u>= 59,8 MPa</u>
fc'r	= jumlah f'c 28 hari/jumlah benda uji	
	59,8/3	= 19,9 MPa

(f'c-f'cr) = f'c 28 hari – f'cr

Silinder 1	: 20,6 – 19,9	= 0,7
Silinder 2	: 19,2 – 19,9	= -0,8
Kubus	: 20,01 – 19,9	= 0,061

(f'c-f'cr)²

Silinder 1	: (0,7) ²	= 0,5
Silinder 2	: (-0,8) ²	= 0,57
Kubus	: (0,061) ²	= 0,004
Jumlah (Σ)		<u>= 1,047</u>

Deviasi standar (S)

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

$$S = \sqrt{\frac{1,047}{3-1}} = 0,7$$

f'c (kuat tekan hasil uji)

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

$$= 19,9 - (1,64 \times 0,7) = 18,76 \text{ MPa}$$

(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 hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk nilai kuat tekan betonnya adalah :

NO	KODE	FC
1	LG 5%+PL 10%	15,11
2	LG 5%+PL 20%	15,02
3	LG 5%+PL 30%	14,85
4	LG 10%+PL 10%	15,31
5	LG 10%+PL 20%	16,14
6	LG 10%+PL 30%	16,57
7	LG 20%+PL 10%	18,72
8	LG 20%+PL 20%	18,08
9	LG 20%+PL 30%	18,10

2. Dari hasil kuat tekan masing-masing campuran, membuktikan bahwa semua variasi nilai kuat tekan masih lebih kecil dari nilai kuat tekan beton normal yaitu 18,76 Mpa, dan hanya campuran limbah geodipa 20% dan pasir lokal 10% yang dapat memenuhi kuat tekan rencana K225 (18,67 Mpa), sebesar 18,72 MPa.
3. Penggantian sebagian semen dengan limbah geodipa dan sebagian pasir brotot dengan pasir lokal, nilai kuat tekan betonnya mengalami kenaikan, akan tetapi variasi campuran yang dapat memenuhi mutu beton rencana terdapat pada campuran limbah geodipa 20% dan pengganti sebagian pasir brotot menggunakan pasir lokal sebesar 10% dapat memenuhi mutu beton rencana K225, sebesar 18,72 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa variasi campuran tersebut merupakan campuran yang maksimum.

4.2. Saran

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

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penggunaan limbah geodipa sebagai bahan pengganti sebagian semen dan pasir lokal sebagai bahan pengganti sebagian pasir brotot pada kuat tekan beton dengan penurunan variasi persen (%) limbah geodipa dan juga pasir lokal.
2. Agar diperoleh benda uji yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila dalam pemadatan tidak baik, benda uji akan keropos sehingga mempengaruhi hasil uji kuat tekan.
3. Memperbanyak jumlah sampel benda uji pada penelitian selanjutnya agar data yang diperoleh lebih akurat.

Referensi

Fathoni, Abdurrahman., 2006, Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi, Jakarta.

Indah Nurkholis Meiyati, Rima Sri Agustin, Eko Supri Murtiono., 2015, “Pemanfaatan Lumpur Geothermal (Geothermal Sludge) Untuk Penggantian Semen Terhadap Kuat Tekan Mortar Sebagai Suplemen Bahan Ajar Mata Kuliah Teknologi Beton Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan UNS”, Surakarta.

L.J. Murdock, K.M. Brook., 1986, “Bahan dan Praktek Beton (edisi keempat)”, Jl. Kramat IV No. 11, Jakarta: Erlangga.

Murdock, L. J., Brook, K. M., 1991, “Bahan Dan Praktek Beton, Erlangga, Jakarta”.

Mulyono, Tri., 2004, “Teknologi Beton. Yogyakarta: Penerbit Andi”.

Neville, Adam., 1981, “Properties of Concrete 3rd edition”. Michigan, Pitman, Pub. Nugraha, Paul, Antoni., 2007, “TEKNOLOGI BETON dari Material, Pembuatan, ke beton Kinerja Tinggi”. Yogyakarta

Noviantoro, F., 2009, “Artikel Tentang Teknik Sipil”, Kalimantan.

http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/rekayasa-teknik_sipil/article/view/26395