

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT DAN MATERIAL AGREGAT ALAM (FELDSPART) TERHADAP SIFAT FISIK BETON

Rajiman

Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Sang Bumi Ruwai Jurai

ABSTRAK

Kualitas mutu beton sering dikaitkan dengan kuat tekan beton, semakin tinggi kuat tekan maka semakin baik kualitas dari beton. Kualitas beton tergantung dari bahan baku yang dipakai sebagai perekat atau sebagai agregat. Perekat yang biasa dipakai adalah semen dan agregat yang digunakan pasir. Dalam penelitian ini limbah karbit dipakai sebagai substitusi semen yang berfungsi sebagai perekat dan mineral alam feldspart digunakan sebagai agregat pendamping pasir. Dalam penelitian ini limbah karbit sebagai substitusi semen dengan variasi sebanyak 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% sedangkan feldspart sebagai pengganti agregat kerikil dengan komposisi bahan baku adalah pembuatan beton K.300. Pemanfaatan limbah karbit dengan ditambahkan pada beton menunjukkan kuat tekan yang signifikan sesuai dengan semakin banyaknya jumlah penambahan, pada penambahan 10%- 40% berturut-turut kuat tekan 310,54 – 436,20 kg/cm² dan pada penambahan 50% kuat tekan mengalami optimum dan menurun menjadi 380.41 kg/cm². Sedangkan porositas beton terus menurun seiring dengan semakin bertambahnya limbah karbit secara berturut-turut 10% porositas sebesar 12,802 turun menjadi 7,350 pada penambahan 50% dan berat jenis mengalami penurunan pada penambahan 10% berat jenis 3,02 gr/cm³ sedangkan pada penambahan 50% turun menjadi 2,50 gr/cm³. Berdasarkan hasil uji fisik terlihat bahwa limbah karbit dan agregat feldspart dapat memberikan dampak pada mutu kuat tekan beton semakin meningkat sehingga limbah karbit dan feldspart dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku pembuatan beton.

Kata kunci: limbah karbit, feldspart, beton

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Data yang berasal dari Asosiasi Semen Indonesia (ASI) pada semester I tahun 2012 menyebutkan total konsumsi semen di Tanah Air mencapai 25,89 juta ton, atau naik 15,10 %, dibandingkan periode yang sama pada tahun lalu 22,49 juta ton, sedangkan kebutuhan semen nasional 54,9 juta ton. Pada tahun 2013 kebutuhan semen meningkat menjadi 58,5 juta ton atau meningkat 6 %, sedangkan kebutuhan pada tahun 2014 diperkirakan akan terus meningkat menjadi 64 juta ton, sedangkan pada tahun 2016 kapasitas produksi secara nasional akan mencapai 80 juta ton (<http://ekbis.sindonews.com>).

Dengan semakin banyaknya jumlah kebutuhan akan pemakaian semen maka akan semakin banyak pula pembangunan yang akan dicapai sehingga membutuhkan suatu kualitas beton dalam bentuk bangunan yang berkekuatan baik. Dalam perkembangan dunia yang semakin

maju, teknologi beton mempunyai potensi yang luas didalam bidang konstruksi. Hal ini menyebabkan beton banyak digunakan dalam konstruksi bangunan gedung, jembatan dan lainnya. Semakin banyaknya jumlah penggunaan beton maka semakin banyak pula kebutuhan akan material beton yang digunakan serdangkan material beton tersebut semakin lama semakin habis sehingga membuat penambahan batuan alam dan limbah sebagai salah satu alternatif bahan pembentuk beton.

Penggunaan material *recycle* untuk digunakan dalam campuran beton di Indonesia masih belum umum, namun sudah mulai banyak digunakan antara lain untuk pengurukan , lapisan pondasi jalan dan lain-lain(Febriyanto, 2015)

Limbah karbit adalah sisa pembakaran karbit yang tidak terpakai, yang merupakan limbah yang diperoleh dari industri pengelasan pada bengkel las karbit. Umumnya limbah karbit sisa pengelasan dibuang begitu saja pada

daerah tersebut atau sebagai bahan timbunan. Diperkirakan dalam sehari bengkel las akan menghasilkan limbah karbit sebanyak 2 kg maka dalam hitungan tahun cukup banyak jumlah limbah karbit yang dihasilkan dan terbuang percuma belum dimanfaatkan secara optimal.

Komposisi kimia limbah karbit adalah 60 % mengandung Calcium (CaO), $\text{SiO}_2 = 1,48\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,09\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,07\%$ dll, diketahui bahwa unsur pembentuk utama dari semen adalah Calcium yang berasal dari batu kapur, dengan begitu maka limbah karbit hasil pengelasan merupakan material pembentuk semen.

Diketahui bahwa kinerja beton banyak dipengaruhi oleh bahan pembentuk dari beton itu sendiri yaitu: semen, air, dan agregat. Penggunaan agregat (halus dan kasar) dalam pembuatan beton dapat mencapai 75 % dari keseluruhan bahan yang diperlukan untuk membuat beton.

Agregat yang digunakan dalam pembuatan beton pada umumnya berasal dari batuan alami atau hasil pecahan batuan alam seperti pasir dan batu andesit. Seiring dengan makin banyaknya jumlah penggunaan beton maka semakin banyak pula pemakaian akan agregat alami akan tetapi ketersediaan agregat alami tersebut semakin lama semakin habis karenanya perlu dicarikan alternatif agregat lain sebagai kebutuhan bahan pembuatan beton, salah satu agregat tersebut yaitu batuan feldspart yang mempunyai kandungan kimia didominasi unsur kuarsa (SiO_2) dan alumunium (Al_2O_3) yang merupakan unsur pembentuk dari semen yang merupakan bahan baku pembuatan beton komposisi mineral feldspart adalah $\text{SiO}_2 = 71,82\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 18,08\%$, $\text{CaO} = 1,90\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,43\%$ dan mempunyai nilai kekerasan yang cukup kuat 6,0-6,5 Mohs, berat jenis 2,8 dengan titik lebur mencapai 1100-1500°C (Sukandarrumidi, 1999) Berdasarkan pertimbangan tersebut maka material alami feldspart dapat dimanfaatkan sebagai alternatif agregat pada beton dan ketersediaan bahan baku tersebut juga cukup banyak dan tersebar di Indonesia.

Perumusan Masalah

Limbah karbit akan memberikan nilai tambah artinya dapat mengurangi penggunaan semen dan feldspart sebagai material agregat alami dapat memberikan dampak kekuatan pada sifat fisik beton.

Yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah limbah karbit dapat dipakai sebagai bahan alternatif pengurangan pemakaian semen pada pembuatan beton dengan jumlah penambahan yang bervariasi ?
2. Apakah material agregat alami feldspart dapat digunakan sebagai alternatif agregat pengganti pada pembuatan beton
3. Bagaimana karakter fisik beton yang ditambahkan limbah karbit dan agregat alami feldspart.

Tujuan Penelitian

Dari uraian diatas maka dapat dirumuskan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan limbah karbit sisa pengelasan logam untuk pembuatan beton
2. Mengetahui jumlah penambahan limbah karbit yang optimum dalam pembuatan beton sehingga didapatkan karakter fisik beton yang berkualitas standar
3. Mengetahui pengaruh agregat feldspart pada pembuatan beton.

Manfaat Penelitian

Suatu penelitian pada dasarnya dapat diharapkan memberikan manfaat, sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai:

1. Bahan masukan pada masyarakat atau pekerja pengelasan logam yang menggunakan las karbit
2. Bahan masukan pada pelaku usaha pembangunan atau yang bergerak dalam bidang properti untuk menggunakan bahan alternatif
3. Meningkatkan nilai tambah limbah karbit dan material agregat alami feldspart.

Batasan Masalah

Limbah karbit dan agregat alami feldspart yang dipakai berasal dari Lampung dengan variasi tertentu dan ukuran tertentu dan dibuat beton bentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm, pengujian beton bentuk kubus ini meliputi uji fisik: kuat tekan, densitas, penyerapan air, dan susut bakar. Jenis beton yang dipakai adalah kualitas K 300

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah radioaktif adalah masalah yang harus dihadapi dan untuk diaplikasikan pada teknologi nuklir untuk kepentingan perdamaian,

beberapa limbah radioaktif dapat digunakan pada aplikasi industri pertanian, medis, pendidikan dan transformasi. Transformasi bahan ke monolitik homogen bentuk padat oleh imobilisasi dalam matrik lembam, semen, polimer, komposit semen (El Dim Saleh, 2012)

Bahan baku yang biasa digunakan sebagai semen jenis PCC yaitu mineral componen: fly ash sebagai pozzolan component, blast furnace slag sebagai hydrolic component, limestone sebagai inert component, dan gypsum sebagai retarding agent to control seting time. Mineral component tersebut dijadikan sebagai bahan pembuatan klinker (www.bashundaracement.com, 2015). Semen jenis PCC didefinisikan sebagai bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen dan gypsum dengan satu atau dua bahan organik lainnya. Bahan organik lainnya slag blast furnace, pozzolan, senyawa silikat, batu kapur (Lauw Tjun Nji, 2015)

Perbedaan karakteristik antara semen jenis OPC dan semen jenis PCC dengan penambahan lime stone terhadap % residu material semen PCC terhadap kuat tekan pada mortar dan optimasi penambahan zat aditif fly ash dan trass pada mutu semen PCC, benda uji dibuat dengan bentuk 5x5x5 cm bentuk kubus dengan umur pengujian 3,7,14,21 dan 28 hari (Hariawan, 2007). Semen jenis PCC adalah semen dari hasil penggilingan terak semen portland, gipsium, dan satu bahan organik, untuk keperluan konstruksi beton umum, pasangan bata, plesteran, selokan dan paving blok (Nuirdianyoto, 2015), semen PCC juga sering disamakan dengan semen portland tipe I bedanya pada PCC hanya ditambah abu terbang atau trass (Ardiyansah, 2011)

Dalam teknologi pembuatan semen ada dua jenis teknologi yaitu proses basah (wet process) dan proses kering (dry process). Proses basah yaitu ditambahkan air pada saat proses penggilingan sedangkan proses kering semua bahan dalam keadaan kering ketika proses penggilingan. Pada proses pembuatan semen PCC maka yang dipakai proses kering (perdalpro.wordpress.com, 2014). Sifat-sifat yang dimiliki semen PCC antara lain: mempunyaio panas hidrasi rendah sampai sedang, tahan terhadap serangan sulfat, dan kekuatan tekan awal kurang namun kekuatan akhir lebih tinggi, dan dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti semen jenis portland tipe II, IV dan V (<https://rdianto.wordpress.com>, 2014)

Kuat tekan beton sering dianggap sebagai ukuran untuk menentukan tingkat kekuatan beton dengan usia dan komposisi yang berbeda. Berdasarkan hasil pengujian kurangnya reaksi pozzolan yang tepat dengan adanya penambahan fly ash pada semen PCC kekuatan beton lebih rendah pada usia dini sedangkan pada akhir kekuatan tekan beton akan terus bertambah (Alhaz Uddin, 2012)

Upaya penanggulangan limbah padat pabrik PLTU adalah fly ash dibuat paving blok, akan tetapi kekuatan paving bok ini tergantung komposisi bahan, bahan yang digunakan adalah semen, pasir, air dengan komposisi tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu paving adalah jenis semen, ada tidaknya bahan tambahan, agregat yang digunakan, kelembaban suhu ketika pengeringan dan kecepatan pembebanan. Bahan yang ditambahkan adalah fly ash dan limbah las karbit. Limbah karbit dan fly ash ketika bertemu maka akan mengikat pasir dan air sehingga akan terjadi ikatan yang kuat (Anonim, 2015)

Limbah peleburan besi (slag blast furnace) dimanfaatkan pada campuran pembuatan paving blok dengan mensubsitisi pasir dengan % penambahan variasi 20, 40, 60, dan 80 % dan dilakukan uji porositas, kuat tekan, ketahanan aus. Setelah dilakukan pengujian maka didapat kandungan terak 20% kuat tekan sebesar 192,13 kg/cm² porositas sebesar 6,15% sedangkan penambahan slag 80% kuat tekan sebesar 149,06 kg/cm² dan porositas 9,91% (Dermawan, 2011). Pencampuran limbah karbit pada tanah dengan variasi campuran 0, 3, 6, 9, 12 dan 15 % dari berat kering dengan maksud untuk melihat kepadatan tanah dan nilai kepadatan tanah semakin meningkat seiring kenaikan jumlah campuran limbah karbit atau nilai CBRn dan nilai kadsar air optimum menurun (OMC). Pada penambahan limbah karbit 12 % nilai CBR naik 18,69 penambahan 15% nilai CBR turun 18,67 % (Nafisah, 2013). Limbah karbit atau kapur buangan industri acetilin digolongkan dalam jenis kapur padam memiliki sifat-sifat kapur untuk bahan bangunan sesuai dengan SII 0024-80 dengan adanya dua parameter yang cukup menyimpang yaitu kadar CaO + MgO lebih rendah dan CO₂ yang cukup tinggi (Muji Utomo, 2010)

Pengaruh jenis semen dan agregat kasar terhadap kuat tekan beton dengan dibuat kubus ukuran 15x15x15cm dengan perbandingan berat campuran semen: agregat halus: agregat kasar = 1,0:1,4:2,1 dengan faktor air 0,42, semen yang

digunakan adalah semen portland jenis I dan semen portland pozolan dan semen komposit. Maka didapat hasil penelitian pada penggunaan agregat kasar dan perekat berupa PCI, PPC, PCC kuat tekan terus meningkat dari umur 3 hari sampai 90 hari yaitu dari 29,96 Mpa menjadi 49,78 Mpa, dari 26,32 menjadi 52,50 Mpa dan dari 31,54 menjadi 54,67 Mpa (Salain, 2009)

Penelitian beton non pasir dengan perbandingan semen dan agregat 1:4 sampai 1:12 menunjukkan kecenderungan semakin tinggi rasio campuran maka hanya sedikit pasta semen dalam adukan yang menyelimuti agregat maka daya ikat semakin lemah sehingga kuat tekan makin rendah. 1:4 kuat tekan 15,59 Mpa, 1:10 kuat tekan 2,40 Mpa pada 1:12 naik sedikit menjadi 2,47 Mpa (Trisnoyuwono, 2009)

Tabel 1. Syarat mutu kekuatan adukan semen Portland

Kekuatan Adukan Pada Umur (kg/cm ²)	S-325	S-400	S-475	S-550	S-S
1 hari	-	-	-	-	225
3 hari	200	250	300	350	425
7 hari	275	325	375	450	525
28 hari	325	400	475	550	-

Sumber : Teknologi Beton, Wuryati S dan Candra R, 2001.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah : semen PCC, pasir, limbah karbit, feldspart dan air

Alat yang digunakan adalah: pengaduk, timbangan, cetakan kubus, sendok semen, ember, mixer

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan secara berkala dalam jangka waktu 180 hari dari tanggal 1 januari sampai 30 juni 2015, bertempat di Laboraturium Balai Pengelolaan Mineral Lampung – LIPI.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini meliputi pengambilan contoh limbah karbit dan agregat alami feldspart, semen, pasir dan air lalu dilakukan penimbangan sesuai dengan komposisi, diaduk dengan mixer dan didapat adonan. Adonan dicetak pada cetakan bentuk kubus ukuran 5x5x5 cm setelah tercetak didiamkan dalam ruangan lembab, selanjutnya dilakukan tes kuat tekan umur 28 hari dan uji fisik lainnya berat jenis dan porositas

Pengujian dan pengumpulan data

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah tes laboratorium, langkah-langkah dalam

pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi bahan baku untuk pembuatan beton
2. Pembuatan benda uji dalam bentuk beton kubus ukuran 5x5x5 cm
3. Pengujian terhadap benda uji beton kubus berumur 28 hari yang meliputi uji fisik kuat tekan, porositas dan berat jenis.

Uji Fisik beton kubus:

Pengujian kuat tekan: (SNI 15-2049-1990), dilakukan dengan alat CTM (Compression Test)

Perhitungan : Kekuatantekan beton =

P/A (kg/cm²)

Dimana :

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

Pengujian berat jenis atau densitas = W / V (gr/cm³)

Dimana:

W = Berat contoh (gr)

V = Volume contoh (cm³)

Pengujian Porositas: (SNI-03-0691-1989)

Perhitungan:

Penyerapan Air = $A - B / B \times 100\%$

Dimana: A = Berat basah

B = Berat Kering

Komposisi Bahan Baku:

Komposisi beton mengacu pada Komposisi K 300 WC 0,52

Semen = 413 kg

Pasir = 681 kg

Kerikil = 1021 kg

Air = 215 lt

Komposisi bahan baku yang akan digunakan pada penelitian dapat dilihat pada tabel 1. dibawah ini dengan skala perbandingan yang lebih kecil dari K.300

Tabel 2 Komposisi bahan baku pembuatan beton semen

BAHAN BAKU	% PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT				
	K.10	K.20	K.30	K.40	K.50
SEMEN (gr)	185,85	165,20	144,55	123,90	103,25
PASIR (gr)	341	341	341	341	341
LIMBAH KARBIT(gr)	20,65	41,30	61,95	82,6	103,25
FELDSPART (gr)	511	511	511	511	511
AIR (ml)	108	108	108	108	108

Keterangan: K= Komposisi 10,20,30,40 dan 50

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kuat tekan beton, berat jenis dan porositas dilakukan setelah balok kubus berumur 28 hari. Hasil pengujian beton kubus dengan substitusi limbah karbit sebanyak 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% serta pemakaian feldspart

sebagai agregat berukuran seperti pasir dapat dilihat pada hasil di bawah ini:

Hasil Pengujian

Tabel 3. Hasil Uji Fisik Beton Semen

JENIS UJI FISIK	% PENAMBAHAN LIMBAH KARBIT				
	K.10	K.20	K.30	K.40	K.50
KUAT TEKAN (kg/cm ²)	310,54	358,7	402,3 5	436,2 0	380,4 1
BERAT JENIS (gr/cm ³)	3,02	2,88	2,73	2,56	2,50
POROSITAS (%)	12,802	11,12 3	9,502	7,765	7,350

Pembahasan

- Setelah melakukan pengujian beton masing-masing jenis komposisi dan didapatkan hasil kuat tekan, maka dapat dilihat bahwa masing-masing komposisi dari K10 sampai K 40 mengalami peningkatan yang cukup signifikan setelah dilakukan penambahan limbah karbit sebagai substitusi semen hal ini dikarenakan sifat fisik limbah karbit yang mudah halus sehingga dengan tingkat kehalusan tersebut limbah karbit dapat masuk kerongga-rongga yang terdapat dalam semen dan akan mempercepat reaksi kimia sehingga akan meningkatkan kekuatan dan juga semakin bertambah umur beton semakin tinggi kekuatan beton yang dihasilkan hal ini berkaitan dengan terjadinya proses pengerasan yang terjadi pada pasta semen sehubungan dengan tingkat reaksi pada masing-masing mineral pembentuk semen yang ditambahkan pada penelitian ini, limbah karbit dan feldspart memiliki sifat sebagai pengikat bila dicampur dengan air juga merupakan pengikat pasir sedangkan silika mempunyai sifat hydophilic yaitu sifat untuk menarik atau mengikat air sehingga apabila limbah karbit, feldspart dan silika bila tercampur dengan air maka akan terjadi suatu ikatan yang kuat dan berkurangnya pori-pori yang ada didalam beton. Limbah karbit dan feldspart yang kedua-duanya adalah mineral pembentuk semen yang mengandung unsur kalsium dan silika serta alumunium. Unsur CaO dan SiO₂ pada bahan baku merupakan komposisi yang menghasilkan senyawa perekat C-S-H yang lebih masif dan yang

lebih cepat bereaksi dengan air dibandingkan bahan yang lainnya sehingga memungkinkan menghasilkan kuat tekan yang kuat. Akan tetapi pada penambahan limbah karbit sebanyak 50 % terjadi penurunan kuat tekan hal ini terjadi tingkat optimum pada penambahan limbah karbit yang tidak memungkinkan sampai 50% untuk mensubstitusi semen dikarenakan peran dari semen tidak tergantikan oleh limbah karbit dan sifat-sifat semen secara keseluruhan tidak dimiliki juga oleh limbah karbit. Dari tabel 3 dapat dilihat peningkatan kekuatan beton pada penambahan 10 % = 310,54 kg/cm², 20% = 358,70 kg/cm², 30% = 402,35 kg/cm², dan penambahan 40% = 436,20 kg/cm². Dan terjadi penurunan pada penambahan 50% = 380,41 kg/cm². Kuat tekan beton pada penambahan 10 % - 50 % secara keseluruhan melebihi kekuatan beton standar K.300 yang berarti 300 kg/cm², sedangkan hasil pengujian semuanya diatas. Selain itu agregat alami feldspart juga mempunyai pengaruh penting hal ini dikarenakan feldspart dibuat sama ukuran dengan butir pasir dan mempunyai peran yang dapat memberikan kekuatan karena feldspart mempunyai tingkat kekuatan sebesar 6,0-6,5 Mohs. Dengan begitu dapat dikatakan limbah karbit berperan secara signifikan sebagai pengganti semen dan mineral feldspart dapat dijadikan alternatif sebagai pengganti agregat halus seperti pasir.

- Seiring dengan peningkatan kekuatan tekan beton maka hal ini terjadi berbanding terbalik dengan jumlah porositas yang ada pada beton yaitu semakin banyak penambahan limbah karbit maka semakin kecil porositas. Hal ini disebabkan limbah karbit yang bersifat halus dan mudah halus akan mengisi rongga-rongga yang ada pada pasta semen atau beton menggantikan udara yang ada dirongga. Limbah karbit bersifat padat sehingga ketika masuk ke rongga dan bereaksi dengan air maka akan terjadi ikatan yang kuat dan akan meminimalisir terjadinya rongga. Hal ini dapat kita lihat dari tabel 3 hasil pengujian, porositas semakin menurun secara berturut-turut dari penambahan limbah karbit 10 % = 12,802%, 20% = 11,123, 30% = 9,502%, 40% = 7,765% dan 50% = 7,350%.

3. Pada hasil uji berat jenis dapat kita lihat pada tabel 3 bahwa semakin banyak jumlah penambahan limbah karbit maka semakin kecil pula berat jenis dari beton hal ini disebabkan peran semen digantikan oleh limbah karbit sehingga beton menjadi lebih ringan, seperti diketahui bahwa berat jenis dari semen adalah 3-3,2 gr/cm³ sedangkan limbah karbit 2,2 gr/cm³. Dengan semakin kecilnya berat jenis seiring semakin meningkatnya penambahan limbah karbit dalam beton maka berat beton semakin ringan akan tetapi hal ini tidak berpengaruh pada kekuatan beton dikarenakan agregat alami feldspart dapat membantu memberikan kekuatan yang positif terhadap beton.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan limbah karbit yang berasal dari bengkel pengelasan karbit dengan kandungan CaO 60 % pada beton sebagai substitusi semen dapat memberikan dampak nilai kuat tekan yang meningkat seiring dengan % penambahan yang semakin banyak dan nilai porositas dari beton semakin kecil.
2. Mineral feldspart sebagai agregat alami dapat memberikan dan menambah kekuatan beton yang terlihat dari nilai kuat tekan yang melebihi K.300 yaitu semuanya > 300 kg/cm² dengan dibuat ukuran butir seperti pasir hal ini disebabkan kekuatan dari feldspart cukup tinggi sebesar 6-6,5 Mohs.

Saran

Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai feldspart sebagai agregat dengan melihat pengaruh ukuran partikel terhadap mutu kuat tekan beton K.300

DAFTAR PUSTAKA

1. <http://ekbis.sindonews.com>, Produksi Semen Nasional 2016 Diperkirakan 80 Juta Ton, 14 November 2013, diakses tgl.08 April 2015
2. Hendy Febriyanto, Pemanfaatan Limbah Bahan Padat Sebagai Agregat Kasar Pada Pembuatan Beton Normal,

Universitas Gunadarma, Jurusan Teknik Sipil, 2015

3. Hosam El-Din Saleh, et al, Characterization of Polyester-Cement Composite Used for the Immobilization of Radioactive Wastes, INTECH, Chapter 10, 2012
4. <http://www.bashundharacement.com>, Portland Cement Composite (PCC), diakses tgl.08 April 2015
5. Law Tjun Nji, Semen, Jenis Pemeriksaan Sederhana, 2015
6. Hariawan, Julian, B, Pengaruh Perbedaan Karakteristik Type Semen Ordinary Portland Cement (OPC) dan Portland Composite Cement (PCC) Terhadap Kuat Tekan Mortar, Universitas Gunadarma, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, 2007
7. Nurdianto, Kresna, Perbedaan OPC, PCC, PPC, Civil Engineers Blog, 2012
8. Ardiansyah, Apa Beda Semen Portland Tipe I, PCC dan SCC, Science and Civil Structure Media, Artikel Teknik Sipil, Sains dan Keamanan Konstruksi, 2011
9. <https://perdalpro.wordpress.com>, Pra Design Pabrik Portland Composite Cement Dengan Proses Kering, ITS Chemical Engineering, 2014
10. Md. Uddin, Alhaz, et al, Experimental Study on Strengicth Gaining Characteris of Concrete Using Portland Composite Cement, KSCE Journal of Civil Engineering, DOI 10.1007, 2014
11. <https://rdianto.wordpress.com>, Semen PCC, diakses tgl 11 April 2014
12. Anonim, Universitas Sumatera Utara
13. Dermawan, Husni, Moch, Model Kuat Tekan, Porositas, dan Ketahanan Aus Proporsi Limbah Peleburan Besi dan Semen Untuk Bahan Dasar Paving Block, Universitas Negeri Semarang, Jurusan Teknik Sipil, Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan No.1 Vol 13 Januari 2011, hal 41-50
14. Al-Huda, Nafisah dan Gunawan, Hendra, Pemanfaatan Limbah Karbit Untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah

Lempung Desa Cot Seunong,
Konferensi Nasional Teknik Sipil 7
(KoNTekS 7), UNS Surakarta, 2013

15. Trisnoyuwono, Diarto dkk, Beton Non Pasir Dengan Agregat Dari Batu Alam (Batu Ape) Sungai Lua Kab. Kepulauan Talaud Sulawesi Utara, Forum Teknik Sipil No.XIX/1 Januari 2009