

PENGARUH PENGGUNAAN ABU BATU TERHADAP SIFAT MEKANIS *FOAM* *CEMENT COMPOSITE*

Wiska Suri, Syamsul Bahri, Trio Pahlawan
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh-Medan Km. 280 Buketrata, Lhokseumawe, Indonesia
e_mail : wiskasuri@gmail.com

Abstrak — Abu batu adalah hasil dari limbah pengolahan batu pecah dengan menggunakan stone crusher. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan abu batu terhadap sifat mekanis foam cement composite (FCC). Abu batu yang digunakan adalah lolos ayakan No. 100, selanjutnya abu batu ditambah ke campuran FCC dengan persentase 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% dari berat semen. Metodologi yang digunakan untuk mencari komposisi FCC adalah Absolute Method. Benda uji yang digunakan untuk kuat tekan adalah kubus 100x100x100 mm sebanyak 60 buah untuk pengujian umur 1, 3, 7 dan 28 hari, benda uji silinder Ø150x300 mm sebanyak 10 buah untuk pengujian kuat belah umur 28 hari dan benda uji balok 100x100x500 mm sebanyak 10 buah untuk pengujian kuat lentur umur 28 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan abu batu pada FCC menyebabkan penurunan pada kuat tekan, kuat belah dan kuat lentur. Penurunan terendah terjadi pada penggunaan 3% abu batu yaitu kuat tekan turun 14,04%, kuat belah turun 7,49% dan kuat lentur turun 1,09% dari FCC kontrol. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan abu batu pada FCC dapat menurunkan kuat tekan, kuat belah dan kuat lentur. Namun penggunaan abu batu dapat meningkatkan volume produktifitas FCC.

Kata kunci : Abu batu, foam, kuat tekan, kuat belah, kuat lentur.

Abstract — Stone ash is the result of waste stone processing waste using a stone crusher. This study aims to determine the effect of the use of rock ash on the mechanical properties of foam cement composite (FCC). The stone ash used is escaped sifter No. 100, then rock ash is added to the FCC mixture with a percentage of 0%, 3%, 6%, 9% and 12% by weight of cement. The methodology used to find the composition of the FCC is the Absolute Method. Test pieces used for compressive strength are 60x100x100 mm cube as many as 60 pieces for the testing of 1, 3, 7 and 28 days, Ø150x300 mm cylindrical specimens as many as 10 pieces for the testing of the division strength 28 days and 10 x 100 x 500 mm beam specimens for the flexural strength test of 28 days. The results of this study indicate that the use of stone ash in the FCC causes a decrease in compressive strength, splitting strength and flexural strength. The lowest decrease occurred in the use of 3% ash, namely compressive strength decreased by 14.04%, splitting strength decreased by 7.49% and flexural strength decreased by 1.09% from FCC control. So it can be concluded that the use of stone ash in the FCC can reduce compressive strength, splitting strength and flexural strength. However, the use of stone ash can increase the volume of FCC productivity.

Keywords: Stone ash, foam, compressive strength, splitting strength, flexural strength.

I. PENDAHULUAN

Deposit tanah lunak di Indonesia mencapai 20 juta hektar atau sekitar 10% dari luas daratan (Kimpraswil, 2002). Permasalahan pada tanah lunak ini adalah daya dukung dan penurunan timbunan. Salah satu opsi penanganan jalan dan abutmen jembatan di atas tanah lunak adalah dengan teknologi timbunan mortar busa/*foam cement composite* (FCC). Mortar busa tersebut mempunyai karakteristik berat isi yang ringan dengan kekuatan yang cukup sehingga diharapkan tidak terjadi masalah stabilitas dan

penurunan timbunan maupun tekanan lateral berlebih (Iqbal, 2012).

Teknik pembuatan mortar ringan adalah dengan memasukkan rongga udara (*stable foam*) di dalam mortar dengan menggunakan *foaming agent* (Gunawan, dkk. 2013), selanjutnya mortar busa disebut dengan *foam cement composites*. Bahan pengisi (*filler*) diperlukan untuk meningkatkan kekentalan (*viskositas*) dan menghindari naiknya air semen ke permukaan *bleeding* (Persson, 2000). Bahan pengisi tersebut dapat berupa abu batu, *fly ash*, dan abu sekam padi.

Abu batu adalah hasil dari limbah pengolahan batu pecah dengan menggunakan pemecah batu (*stone crusher*). Abu batu ini merupakan bahan hasil sampingan dalam industri pemecah batu yang jumlahnya sangat banyak. Celik & Marar (1996) melaporkan limbah abu batu dihasilkan dari pemecah batu berkisaran 17% - 25%. Abu batu sering digunakan untuk campuran dalam proses pengaspalan dan digunakan sebagai pengganti pasir. Saat ini abu batu tidak begitu di sukai untuk digunakan pada beton atau mortar karena memerlukan semen yang banyak dibandingkan dengan menggunakan pasir. Sehingga pemakainnya dalam industri beton sangat sedikit, selain itu penggunaan pasir sebagai agregat halus masih digunakan untuk campuran beton.

Penambahan *filler* abu batu dimaksud untuk meningkatkan kekentalan (*viskositas*) mortar busa. Penggunaan abu batu diharapkan menurunnya kecendrungan terjadinya pemisahan agregat (*segregasi*), naiknya air semen kepermukaan (*bleeding*) pada mortar busa segar (Widodo, dkk. 2003), selanjutnya tidak membuat busa pecah karena berat partikel abu batu yang ringan. Setelah mortar busa mengeras diharapkan abu batu dapat mengisi rongga-rongga yang ada pada mortar busa (Widodo, dkk. 2003), dan dapat meningkatkan kuat tekan, kuat belah dan kuat lentur mortar busa yang dihasilkan.

Sejauh pengetahuan penulis, pemanfaatan abu batu dalam *foam cement composite* sangat sedikit. Selanjutnya penelitian ini akan memberikan informasi tentang pengaruh dan manfaat abu batu terhadap sifat mekanis *foam cement composite*. Abu batu yang digunakan adalah limbah dari industri batu pecah Krueng Mane.

Adapun rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian pengaruh penggunaan abu batu terhadap sifat mekanis *foam cement composite* adalah bagaimana pengaruh penggunaan abu batu terhadap sifat mekanis *foam cement composite* selanjutnya pengaruh penggunaan abu batu terhadap *foam* pada *density* $\approx 800 \text{ kg/m}^3$, Bagaimana hubungan kuat tekan FCC dengan kuat belah FCC dan kuat lentur FCC

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu Mengetahui sifat mekanis *foam cement composite* apabila terdapat campuran abu batu kemudian memberikan

gambaran dan informasi mengenai potensi penggunaan abu batu pada campuran *foam cement composite*.

manfaat yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan pengetahuan kepada mahasiswa Teknik Sipil khususnya peneliti tentang bagaimana merencanakan dan membuat mortar busa dengan memanfaatkan abu batu. Industri mortar busa dapat memanfaatkan hasil penelitian dalam pembuatan mortar busa yang memanfaatkan abu batu sebagai *filler*. Mortar busa dapat dimanfaatkan untuk penanganan permasalahan pada kontruksi jalan dan jembatan di atas tanah lunak atau tanah gambut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pengujian Sifat Mekanis

Pengujian sifat mekanis beton dilakukan saat beton sudah mengeras. Sifat mekanis beton terdiri atas sifat jangka pendek seperti kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur.

Kuat tekan

Berdasarkan SNI 03-1974-1990 persamaan umum perhitungan kekuatan tekan beton adalah menghitung besarnya kuat tekan benda uji beton paving block digunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_{tk} = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- σ_{tk} = Tegangan tekan beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas bidang tekan (mm²)

Kuat tarik belah

Berdasarkan SNI 03-2491-2002 besarnya kuat tarik belah beton dapat dihitung dengan rumus :

$$\sigma_{tr} = \frac{2P}{\pi L D} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- σ_{tr} = Tegangan tarik beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- L = Panjang benda uji (mm)
- D = Diameter benda uji (mm)
- π = 3,14

Kuat lentur

Berdasarkan SNI 03-4431-2011 perhitungan kuat lentur dibagi menjadi dua cara, yaitu :

- a. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak di daerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah).

$$\sigma_{lt} = \frac{P x L}{b x h^2} \text{ (MPa) } \dots\dots (3)$$

- b. Untuk pengujian dimana bidang patah terletak diluar pusat dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan.

$$\sigma_{lt} = \frac{P x a}{b x h^2} \text{ (MPa) } \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- σ_{lt} = Tegangan lentur beton (N/mm²)
- P = Beban Maksimum (N)
- L = Jarak dua titik perletakan (mm)
- b = Lebar benda uji (mm)
- h = Tinggi benda uji (mm)
- a = Jarak rata – rata antara tumpang lintang patah dan tumpuan luar

yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sudut dari bentang

III. METODE PENELITIAN

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah Semen yang digunakan adalah semen *portland* Tipe I Semen Padang Indonesia. Abu batu yang digunakan lolos ayakan No. 100 adalah hasil limbah dari *stone crusher* PT. Bohana Jaya Nusantara, Kreung Mane, Aceh Utara. Komposisi abu batu yang digunakan sebagai *filler* adalah 0%, 3%, 6%, 9% dan 12%. *Density* dari *foam cement composite* adalah $\approx 800 \text{ Kg/m}^3$. Pengujian sifat mekanis yang dilakukan adalah kuat tekan, kuat belah dan kuat lentur.

Material

Material campuran FCC yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen, air, *foam agent*, dan abu batu.

Komposisi Campuran

Metoda untuk mix proportion untuk FCC menggunakan metode *Absolute Method*. Pencampuran busa dengan pasta semen dilakukan dengan *pre mixer* yaitu dengan mempersiapkan busa terlebih dahulu dan kemudian dicampur dengan pasta semen. Pengadukan busa pasta semen dilakukan dengan alat pengaduk mekanis. *Density* yang direncanakan adalah $\approx 800 \text{ kg/m}^3$ dengan FAS yaitu 0.3. Variasi busa yang digunakan adalah 0%, 3%, 6%, 9% dan 12% dari berat semen yang digunakan pada komposisi campuran.

Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan standar pengujian yang berlaku. Benda uji yang akan dipakai pada penelitian ini adalah benda uji kubus dengan ukuran 100 x 100 mm, silinder dengan ukuran 150 x 300 mm dan balok persegi panjang dengan ukuran 100 x 100 x 500 mm. Untuk pengujian dilakukan setelah beton umur 28 hari.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sifat Fisis

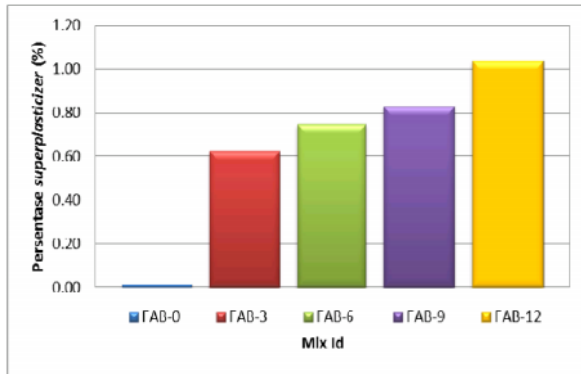
1. Berat jenis abu batu lolos ayakan No. 100

Analisa terhadap penggunaan abu batu lolos ayakan No. 100 yaitu pengujian berat jenis. Hasil pemeriksaan berat jenis abu batu diperoleh sebesar 2.6, abu batu yang digunakan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai campuran ada FCC.

2. *Density foam*

Analisa terhadap *foam* yaitu pengujian *density*, dari hasil pemeriksaan *density* diperoleh 50 gr/l, *foam* pada penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan campuran FCC, sebagaimana pernyataan Neville and Brooks (1993) menyatakan *foam*/busa yang baik memiliki kepadatan atau *density* 45 gr/l.

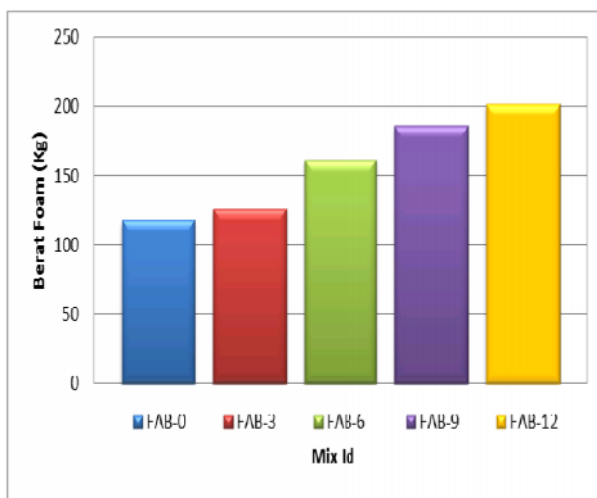
Pengaruh Penggunaan Superplasticizer terhadap FCC



Gambar.1 Persentase penggunaan *superplasticizer* pada campuran FCC

Gambar di atas menunjukkan peningkatan presentase penggunaan *superplasticizer* pada campuran FCC. Penggunaan *superplasticizer* semakin meningkat seiring bertambahnya presentase abu batu pada campuran FCC. FAB-0 (0% abu batu) tidak memerlukan *superplasticizer*, sementara penggunaan *superplasticizer* tertinggi terjadi pada FAB-12 (12% abu batu) yaitu sebesar 1.04%. Hal tersebut disebabkan karena abu batu dapat menyerap air sehingga membuat gumpalan pada adukan FCC. Penggunaan *superplasticizer* bertujuan untuk menghindari terjadinya gumpalan dan dapat mempermudah dalam pengadukan (*workability*) sehingga menjadi rata dan homogen.

Pengaruh Penggunaan Foam Terhadap FCC

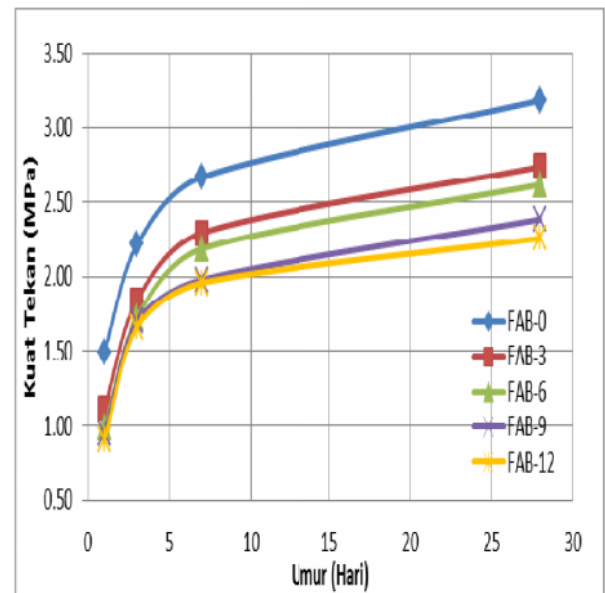


Gambar 2 Penggunaan *foam* berhubungan dengan abu batu pada FCC

Gambar di atas menunjukkan jumlah peningkatan *foam* pada campuran FCC. Semakin tinggi presentase penggunaan abu batu pada campuran FCC meningkatkan penggunaan *foam*, penggunaan *foam* paling tinggi terjadi pada FAB-12 (12% abu batu) yaitu sebesar 8.07 kg. Secara visual terjadi penggumpalan pada FCC yang menggunakan abu batu yang dimaknakan abu batu menyerap air, untuk mendapatkan *density* sebesar $\approx 800 \text{ kg/m}^3$.

Sifat Mekanis FCC

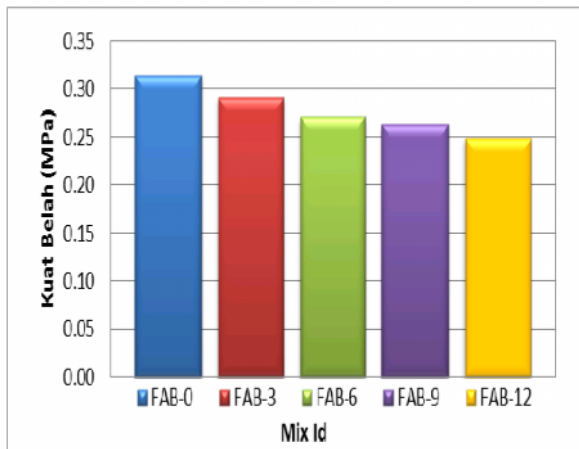
1. Pengaruh penggunaan abu batu terhadap kuat tekan FCC



Gambar 3 Perkembangan kuat tekan FCC terhadap penggunaan abu batu

Gambar di atas menunjukkan perkembangan kuat tekan FCC terhadap penggunaan abu batu. Kuat tekan yang dihasilkan mengalami peningkatan sebanding dengan bertambahnya umur. Kuat tekan 28 hari pada FCC yang terendah terjadi pada FAB-3 (3% abu batu) yaitu 14.04% dari FCC kontrol, sedangkan penurunan terbesar terjadi pada FAB-12 (12% abu batu) yaitu sebesar 29.12% dari FAB-0. Penyebab turunnya kuat tekan pada FCC yang menggunakan abu batu karena volume *foam* yang digunakan semakin tinggi, sehingga FCC semakin berongga dan menyebabkan kuat tekannya menurun.

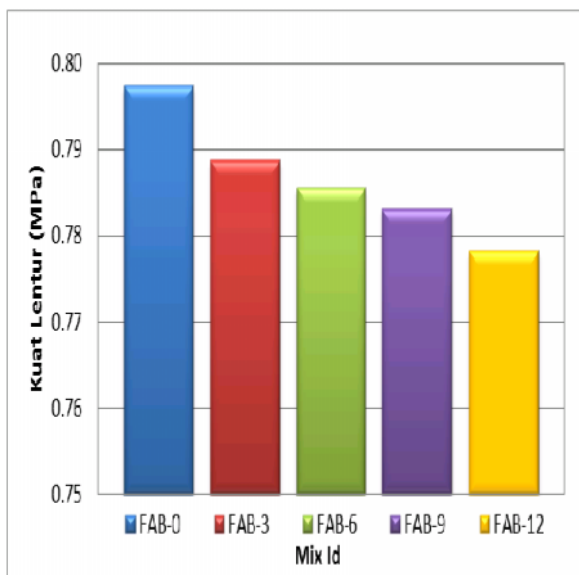
Pengaruh penggunaan abu batu terhadap kuat belah FCC



Gambar 4 Kuat belah FCC untuk berbagai campuran abu batu pada 28 hari

Gambar 4 menunjukkan kuat belah FCC untuk campuran abu batu pada umur 28 hari. Semakin tinggi persentase abu batu dalam campuran FCC menyebabkan menurunnya kuat belah. Penurunan persentase kuat belah berturut-turut terjadi pada FAB-3 (3% abu batu), FAB-6 (6% abu batu), FAB-9 (9% abu batu), dan FAB-12 (12% abu batu) yaitu 7.49%, 13.73%, 16.38% dan 20.83% dari FAB-0 (0% abu batu).

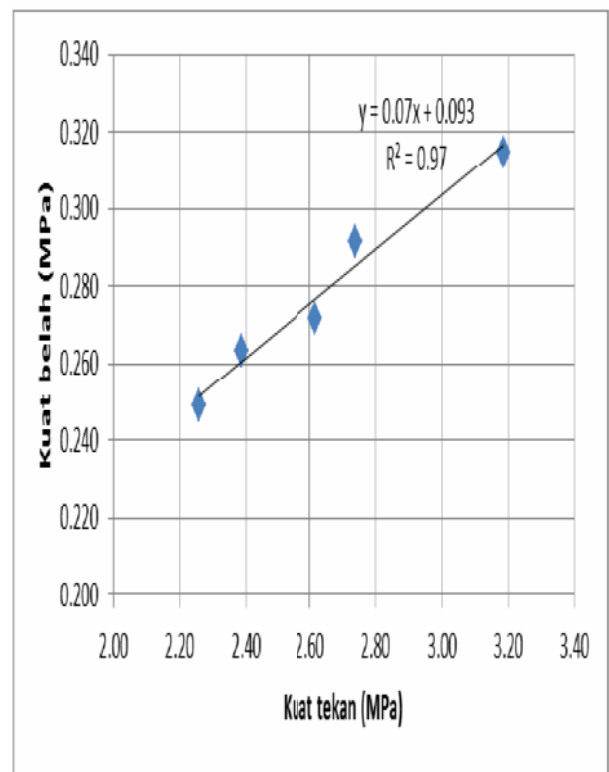
2. Pengaruh penggunaan abu batu terhadap kuat lentur FCC



Gambar 5 Kuat lentur FCC untuk campuran abu batu pada 28 hari

Gambar 5 menunjukkan penurunan kuat lentur FCC untuk campuran abu batu pada umur 28 hari. Semakin tinggi persentase abu batu dalam campuran FCC menyebabkan menurunnya kuat lentur. Penurunan persentase kuat lentur berturut-turut terjadi pada FAB-3, FAB-6, FAB-9, dan FAB-12 yaitu 1.09%, 1.49%, 1.79% dan 2.41% dari FAB-0.

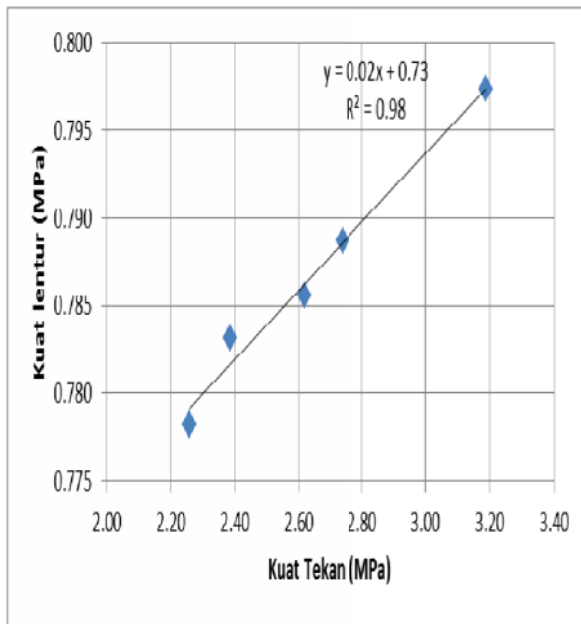
3. Hubungan kuat tekan FCC dengan kuat belah FCC



Gambar 6 Hubungan kuat tekan FCC dengan kuat belah FCC

Gambar 6 memperlihatkan hubungan kuat tekan FCC dengan kuat belah FCC, semakin besar kuat tekan FCC maka nilai kuat belah semakin besar, untuk mendapat akan nilai kuat belah FCC dapat menggunakan persamaan $y = 0.07x + 0.093$, dimana x = kuat tekan FCC dan nilai korelasi $R^2 = 0.97$, persamaan tersebut hanya berlaku untuk penambahan 0%-12% abu batu lolos ayakan No. 100 dengan $density \approx 800 \text{ kg/m}^3$. Pada penelitian ini nilai kuat belah FCC berkisar 10% -11% dari kuat tekan FCC.

4. Hubungan kuat tekan FCC dengan kuat lentur FCC



Gambar 7 Hubungan kuat tekan FCC dengan kuat lentur FCC

Gambar 7 memperlihatkan hubungan kuat tekan FCC terhadap kuat lentur FCC, semakin besar kuat tekan FCC maka nilai kuat lentur semakin besar, untuk mendapatkan nilai kuat lentur FCC dapat menggunakan persamaan $y = 0.02x + 0.73$, dimana x = kuat tekan FCC dan nilai korelasi $R^2 = 0.98$, persamaan tersebut hanya berlaku untuk penambahan 0%-12% abu batu lolos ayakan No. 100 dengan $density \approx 800 \text{ kg/m}^3$. Pada penelitian ini nilai kuat lentur FCC berkisar 25%-34% dari kuat tekan FCC.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa semakin besar persentase abu batu yang dipakai maka semakin meningkat kebutuhan volume *foam* untuk mencapai $density \approx 800 \text{ kg/m}^3$. Semakin besar penggunaan abu batu yang digunakan pada campuran FCC meningkatkan volume FCC dan menyebabkan banyaknya rongga pada FCC sehingga sifat mekanis berupa kuat tekan, kuat belah dan kuat lentur menurun. Pada hubungan kuat tekan *foam cement composite* dengan kuat belah dan kuat lentur adalah semakin tinggi nilai kuat tekan *foam cement composite* maka semakin besar nilai kuat

belah dan kuat lentur. Maka dari itu pada penelitian selanjutnya diperlukan pengkajian lebih lanjut tentang pengaruh penggunaan abu batu terhadap sifat mekanis *foam cement composite* dengan menggunakan bahan tambah lain agar meningkatkan hasil sifat mekanis *foam cement composite*.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional BSN, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. SNI 03-1974-1990. Jakarta.

Badan Standarisasi Nasional BSN, 2002, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. SNI 03-2491-2002. Jakarta

Badan Standarisasi Nasional BSN, 2011, *Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan*. SNI 4431: 2011. Jakarta.

Celik, T. and Marar, K. 1996, *Effects of Crushed Stone Dust on Some Properties of Concrete*, Cement and Concrete Research Vol.26, No.7, pergamon.

Gunawan, P., Slamet, P. dan Aroma I. A. M. 2013. *Pengaruh Penambahan Serat Seng Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas*. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Iqbal, M. 2012. *Kajian Penanganan Tanah Lunak Dengan Timbunan Jalan Mortar Busa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Kementerian PekerjaanUmum. Bandung.

Kimpraswil. 2002. No: Pt T-8-2002-B. *Timbunan Jalan Pada Tanah Lunak, Panduan Geometrik 1, Proses Pembentukan dan Sifat-Sifat Dasar Tanah Lunak*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Neville, A. M. dan J. J. Brooks. 1993. *Concrete Technology*, Logman scientific dan Technical, New York.

- Persson, B. 2000. *A Comparison Between Mechanical Properties of Self-Compaction Concrete and the Corresponding Properties of Normal Concrete*. Cement and Concrete Research. Vol. 31. Pergamon
- Widodo, S., Agus, S. & Pusoko, P. 2003. *Pemanfaatan Limbah Abu Batu Sebagai Bahan Pengisi dalam Produksi Self-Compaction Concrete*. Staf Pengajar Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta.