



PENGARUH PENAMBAHAN TANAH LIAT SEBAGAI CAMPURAN TERHADAP KEKUATAN BETON PASCA BAKAR

Ekasari Malau, M. H. Harahap dan Abd Hakim S*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Diterima Oktober 2014; Disetujui November 2014; Dipublikasikan Desember 2014

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pengaruh penambahan tanah liat sebagai campuran terhadap kekuatan beton pasca bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanah liat dan suhu pembakaran terhadap beton dengan menggunakan 50% pasir merah sebagai agregat halus terhadap kuat tekan dan pola keretakan beton. Metode pembuatan yang dilakukan adalah beton dibuat berbentuk kubus 15 x 15 x 15 cm. Campuran beton yang digunakan mengacu pada beton mutu rendah K175 dengan semen : pasir : kerikil adalah 1 : 2 : 3 dengan FAS 0,5. Beton normal sebagai pembanding dengan beton campuran tanah liat yang masing-masing mengalami proses pembakaran. Pada penelitian ini dibuat variasi komposisi tanah liat yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% dari berat semen yang digunakan. Setelah melalui masa perendaman 28 hari, kemudian dilakukan pembakaran pada mesin furnace pada suhu 200°C, 350°C, dan 500°C dengan waktu penahanan selama 2 jam. Setelah itu, proses pembakaran dihentikan lalu direndam ke dalam air ± 4 menit, kemudian didiamkan selama 24 jam dengan temperatur ruangan kemudian beton diuji dengan metode uji kuat tekan dan uji pola keretakan dengan prosedur yang ada. Dari hasil penelitian diperoleh beton pada temperatur 200°C, 350°C, dan 500°C dengan masing-masing variasi komposisi tanah liat 0%, 5%, 10%, dan 15% mengalami penurunan kuat tekan. Kekuatan paling optimal terdapat pada campuran 5% dengan nilai kuat tekan sekitar 27,11 MPa. Sedangkan komposisi campuran 10% dan 15% mengalami penurunan yang cukup signifikan. Pola keretakan beton dengan komposisi penambahan tanah liat pada temperatur 200°C dan 350°C menunjukkan tidak adanya retakan, tetapi pada suhu tertinggi 500°C beton terlihat sedikit retakan dan menjadi getas. Dari hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kenaikan temperatur memberi dampak yang besar terhadap penurunan kuat tekan. Semakin tinggi suhu maka semakin rendah pula kuat tekan begitupun dengan sebaliknya.

Kata Kunci : Beton Pasca Bakar, Tanah Liat, Pasir Merah, Uji Kuat Tekan, Pola Keretakan.

How to Cite: Ekasari Malau, M. H. Harahap dan Abd Hakim S, (2015), Pengaruh Penambahan Tanah Liat Sebagai Campuran Terhadap Kekuatan Beton Pasca Bakar, *Jurnal Einsten Prodi Fisika FMIPA Unimed*, 3 (1): 1-8.

*Corresponding author:

E-mail : mutiaamalia9@gmail.com

p-ISSN : I2338 - 1981

PENDAHULUAN

Beton sebagai konstruksi bangunan mempunyai beberapa kelebihan diantaranya dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban yang berat (Mulyono, 2004), bila dibandingkan dengan material lain beton merupakan bahan bangunan yang memiliki daya tahan terhadap api yang relatif lebih baik, karena beton merupakan material yang memiliki daya hantar panas yang rendah, sehingga dapat menghalangi rambatan panas kebagian dalam struktur beton tersebut. Saat terbakar beton tidak dapat menghasilkan api namun dapat menyerap panas sehingga akan terjadi suhu tinggi yang berlebihan, yang akan mengakibatkan perubahan pada mikro struktur beton tersebut. Terjadinya perubahan temperatur yang cukup tinggi, akan berpengaruh terhadap elemen-elemen struktur beton. Karena pada proses tersebut akan terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian, yang akan menyebabkan perubahan fase fisis dan kimiawi secara kompleks, hal ini akan menyebabkan beton menjadi getas.

Dalam proses pembuatan beton, semen dan agregat halus, agregat kasar, serta air mempunyai proporsi yang berbeda-beda. Sebagai material komposit sifat beton juga sangat bergantung pada interaksi antara material pembentuknya. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15 % dari campuran (Murdock, 1999). Penggunaan bahan pengganti sebagian semen (SCM) melalui komposisi campuran yang inovatif akan mengurangi jumlah semen yang digunakan sehingga dapat mengurangi emisi gas-gas rumah kaca dan penggunaan konsumsi energi fosil bumi pada industri semen. Bukti-bukti yang ada menunjukkan kekuatan batas dengan mengganti sekurang-kurangnya 20% dari semen dengan pozzolan hampir tak berbeda dengan, bilamana semen saja yang digunakan (Murdock, 1999). Mineral tanah liat/ lempung merupakan penyusun batuan sedimen dan penyusun utama dari tanah. Tanah liat/lempung mempunyai sifat-sifat fisis dan kimia yang penting diantaranya yaitu Plastisitas yang

berfungsi sebagai pengikat dalam proses pembentukan sehingga tidak mengalami keretakan atau berubah bentuk, selain itu tanah liat juga memiliki kualitas kemampuan bakar pada suhu tinggi. Tanah liat dapat dikatakan pozzolan karena mempunyai mutu yang baik yaitu jumlah kadar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ tinggi dan reaktifnya tinggi dengan kapur (Laintarawan, 2009).

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Limbong, 2014) membahas mengenai karakteristik beton dari pasir merah labuhan batu selatan pasca bakar dan Hasil penelitian yang diperoleh nilai kuat tekan beton normal pasca bakar pada tiga variasi suhu dengan komposisi 25%-75% di dapatkan hasil paling optimal pada campuran 50% sekitar 25,0 Mpa. Pada pengujian pola retakan beton pasca kebakaran dengan suhu 500°C dengan lama pembakaran selama 3 jam menunjukkan tidak adanya retakan yang terjadi pada beton, dengan komposisi penambahan pasir merah 25%-62,5% dan pada komposisi tertinggi yakni campuran pasir merah 75% tampak terlihat retakan sedikit. Retakan ini disebabkan oleh penyusutan beton pada saat terjadi proses pembakaran.

Tjokrodimuljo (2000) juga mengatakan bahwa beton pada dasarnya tidak mampu menahan panas sampai di atas 250°C. Akibat panas, beton akan mengalami retak, terkelupas (*spalling*), dan kehilangan kekuatan. Kehilangan kekuatan terjadi karena perubahan komposisi kimia secara bertahap pada pasta semennya.

Penelitian tentang pengaruh temperatur dengan atau tanpa bahan tambahan pada beton masih merupakan topik yang hangat diteliti. Penelitian yang dilakukan salah satunya merupakan usaha untuk menaksir kekuatan sisa suatu bangunan yang telah terbakar. Namun sejauh ini penelitian penaksiran tersebut masih belum menemukan landasan awal yang kuat (Ahmad, dkk.2009).

Secara garis besar masalah yang diteliti dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh komposisi tanah liat terhadap kekuatan dan pola keretakan beton pasca bakar, mengetahui hubungan antara temperatur dan kuat tekan beton yaitu pada suhu 200°C, 350°C dan 500°C. Penambahan

tanah liat ini juga ditujukan untuk mengurangi penggunaan sebagian semen dalam adukan beton. Hasil ini diharapkan dapat memberikan dasar bagi penanggulangan bangunan yang telah terbakar.

METODE PENELITIAN

Pada Proses penelitian pembuatan sampel dilakukan di Laboratorium beton Fakultas Teknik USU, Pembakaran benda uji dilakukan di Bengkel Mesin Teknik Mesin POLMED dan pengujian sampel di Laboratorium Beton Fakultas Teknik USU pada bulan Januari - Februari 2015. Benda uji yang digunakan adalah kubus beton dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Jumlah total kubus adalah 12 buah, masing-masing divariasikan dengan penambahan tanah liat 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan suhu bakaran dalam mesin furnace yaitu pada temperatur 200^o C, 350^oC, dan 500^oC. Campuran adukan beton yang digunakan adalah campuran dengan perbandingan 1 semen portland : 2 pasir : 3 batu pecah.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental. Secara umum urutan tahapan penelitian ini meliputi :

1. Penyediaan bahan penyusun beton
2. Pemeriksaan bahan
3. Perencanaan campuran beton
4. Pembuatan benda uji
5. Pembakaran benda uji
6. Pengujian beton umur 28 hari.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari semen tipe I, Tanah liat yang diperoleh dari Kec. Parlilitan Kab. Humbang Hasundutan divariasikan yaitu 0% 5%, 10%, dan 15% dari berat semen yang digunakan. Komposisi antara pasir merah dan pasir silika yaitu 50% : 50% dari volume agregat halus yang digunakan. Faktor air semen (FAS) dalam penelitian ini ditetapkan sebesar 0,5 yang berada dalam rentang

nilai secara teoritis yaitu: nilai FAS antara 0,25-0,65 untuk campuran beton secara umum (Mulyono, 2004). Penentuan nilai FAS sebesar 0,5 dengan asumsi agar adukan semen dan air (pasta beton) tidak terlalu encer atau terlalu kental (lengket).

Proporsi campuran dari bahan-bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*mix design*). Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis serta ekonomis. Dalam menentukan proporsi campuran dapat digunakan beberapa metode yang dikenal antara lain metode *American Concrete Institute*, *Portland Cement Ass ociation*, *Road Note*, *British* atau *Department of Environment*, Departemen Pekerjaan Umum dan cara coba-coba (Mulyono, 2004).

Pengujian Kuat Tekan

Untuk mengetahui besarnya kekuatan tekan dari beton, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar (ASTM C 39/C 39M-2001). Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan adalah *Compression Testing Mechine* (CTM). Prosedur pengujian kuat tekan: Meletakkan benda uji pada meja penekanan. Memeriksa manometer yang akan digunakan, memutar jarum merahnya sehingga berimpit dengan jarum hitam pada skala nol, menghidupkan mesin penggerakannya dan handle di stel pada posisi penekanan secara perlahan-lahan, mengamati pergerakan jarum manometer tadi, pada saat jarum penunjuk skala beban tidak naik lagi atau bertambah, maka skala yang ditunjukkan oleh jarum tersebut sebagai beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian tekanan beton dilakukan untuk melihat apakah beton memiliki kekuatan yang memenuhi persyaratan yang direncanakan. Pengujian tekanan ini mengacu pada standar (ASTM C 39/C 39M-2001). Alat yang digunakan untuk menguji adalah *Compession Testing Machine* (CTM) yaitu untuk mendapatkan

gaya maksimum yaitu gaya pada saat beton hancur ketika menerima tekanan tersebut. Pengujian tekanan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari sejak pengecoran. Besarnya tekanan beton dipengaruhi oleh komposisi bahan pembentuknya, dan lekatan pasta semen dengan agregat. Bentuk sampel uji pada penelitian ini adalah berbentuk kubus dengan panjang sisi 15 cm. Tekanan beton adalah salah satu dari sifat dari beton yang paling umum diuji, apabila tekanannya baik maka sifat beton lainnya pada umumnya mengikuti baik. Hasil pengujian selengkapnya disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Data Hasil Tekanan dan Pola Keretakan Beton Pasca Bakar

Kode Sampel	Variasi Suhu	Luas Permukaan Kubus (m ²)	Gaya (F) (kN)	Tekanan (MPa)	Kondisi Retakan
A1	200	0,02250,0015	(530 ± 5)	23,56	Tidak ada Retakan
A2	350	0,02250,0015	(438 ± 1)	19,48	Tidak ada Retakan
A3	500	0,02250,0015	(382 ± 1)	16,98	Retak-retak
B1	200	0,02250,0015	(610 ± 5)	27,11	Tidak ada Retakan
B2	350	0,02250,0015	(462 ± 1)	20,53	Tidak ada Retakan
B3	500	0,02250,0015	(432 ± 1)	19,20	Retak-retak
C1	200	0,02250,0015	(394 ± 1)	17,51	Tidak ada Retakan
C2	350	0,02250,0015	(348 ± 1)	15,47	Tidak ada Retakan
C3	500	0,02250,0015	(314 ± 1)	13,96	Retak-retak
D1	200	0,02250,0015	(378 ± 1)	16,80	Tidak ada Retakan
D2	350	0,02250,0015	(336 ± 1)	14,93	Tidak ada Retakan
D3	500	0,02250,0015	(292 ± 1)	12,98	Retak-retak

Berdasarkan tabel 1. di atas beton dengan campuran 0%, 5%, 10% dan 15% tanah liat dan 50% pasir merah dan dilakukan pembakaran pada mesin furnance dengan suhu 200°C, 350°C, dan 500°C selama 2 jam pada masing-masing sampel uji. Kode sampel A1, A2, dan A3 menyatakan beton tanpa penambahan tanah liat yang kemudian dibakar berturut-turut pada suhu 200°C, 350°C, 500°C memiliki nilai kuat tekan (16,97 – 23,55) MPa. Kode sampel B1, B2, dan B3 menyatakan beton dengan campuran tanah liat sebesar 5% yang kemudian benda uji dibakar berturut-turut pada suhu 200°C, 350°C, dan 500°C memiliki nilai kuat tekan (19,20 – 27,11)

MPa. Kode sampel C1, C2, dan C3 menyatakan beton dengan campuran tanah liat sebesar 10% yang kemudian benda uji dibakar berturut-turut pada suhu 200°C, 350°C, 500°C memiliki nilai kuat tekan (13,95 – 17,51) MPa. Kode sampel D1, D2, dan D3 menyatakan beton dengan campuran tanah liat sebesar 15% yang kemudian benda uji dibakar berturut-turut pada suhu 200°C, 350°C, 500°C memiliki nilai kuat tekan (12,97 – 16,80) MPa. Untuk lebih jelasnya ditampilkan pada grafik dibawah ini.

Gambar 1. Grafik Hubungan Suhu dengan Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Tanpa Penambahan Tanah Liat (Beton Normal)

Penambahan tanpa penambahan tanah liat (beton normal) dengan suhu 200°C tekanannya 23,56 MPa, suhu 350°C tekanannya 19,48 MPa, suhu 500°C tekanannya 16,98 MPa. Beton pasca bakar tanpa penambahan tanah liat mengalami penurunan kuat tekan pada masing-masing variasi suhu, semakin tinggi suhu bakaran semakin rendah kuat tekanan, begitupun sebaliknya.

Gambar 2. Grafik Hubungan Suhu dengan Kuat Tekan Beton Pasca Bakar dengan Penambahan Tanah Liat 5%

Penambahan tanah liat 5% dengan suhu 200°C tekanannya 27,11 MPa, suhu 350°C tekanannya 20,53 MPa, suhu 500°C tekanannya 19,20 MPa. Beton dengan campuran tanah liat 5% pada masing-masing suhu dapat digolongkan kedalam beton mutu sedang K250 - <K400.

Gambar 3. Grafik Hubungan Suhu dengan Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Tanpa dengan Penambahan Tanah Liat 10%

Beton dengan penambahan tanah liat 10% dengan suhu 200°C tekanannya

17,51 MPa, suhu 350°C tekanannya 15,47 MPa, suhu 500°C tekanannya 13,96 MPa. Pada beton dengan campuran tanah liat 10% tersebut suhu 200°C dan 350°C digolongkan dalam beton mutu rendah K175 -<K250, suhu 500°C mutu K125 -<K175,

Gambar 4. Grafik Hubungan Suhu dengan Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Tanpa dengan Penambahan Tanah Liat 15%

Penambahan tanah liat 15% dengan suhu 200°C tekanannya 16,80 MPa, suhu 350°C tekanannya 14,93 MPa, suhu 500°C tekanannya 12,98 MPa. Beton dengan campuran tanah liat 15% masing-masing pada suhu digolongkan dalam beton mutu rendah K125 - <K175.

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1.1 sampai dengan grafik pada gambar 4.1.4 pertambahan suhu berpengaruh pada perubahan tekanan. menunjukkan bahwa beton pada suhu 200°C, 350°C, dan 500°C mengalami penurunan kuat tekan pada masing-masing variasi campuran tanah liat. Kenaikan suhu dengan penambahan tanah liat diharapkan mampu memperbaiki struktur dan kekuatan beton. Tetapi hasil penelitian ini berbeda, indikasi adanya kenaikan kekuatan seiring bertambahnya suhu dengan penambahan tanah liat dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% tidak terjadi secara keseluruhan. Kenaikan kekuatan pada masing-masing suhu bakaran hanya terjadi pada penambahan tanah liat 5%, sedangkan pada penambahan 10% dan 15% tidak semua tercapai. Hal ini disebabkan pada komposisi 5% tanah liat dapat menutupi rongga-rongga pada beton sehingga air yang terperangkap di dalam beton hanya sedikit sehingga akan memperbesar kekuatan tekan beton. Sedangkan penambahan campuran beton 10% dan 15% tanah liat tidak selamanya mengalami peningkatan kuat tekan beton disebabkan pencampuran yang tidak merata atau homogen sehingga di dalam campuran itu tidak saling mengikat. Sehingga dapat

disimpulkan bahwa penggantian semen dengan tanah liat sebesar 5% kuat tekan beton mencapai maksimum, yaitu 27,11 MPa, sedangkan pada penambahan tanah sebesar 15% mengalami penurunan yang cukup signifikan yaitu 12,98 MPa.

Berdasarkan referensi diperoleh penurunan kuat tekan dari penambahan SiO₂ yang terus menerus karena semakin banyak penambahan SiO₂ pada beton, kekuatannya juga ikut bertambah. Tetapi pada titik tertentu, kekuatan tekannya ini turun. Penurunan ini timbul karena kadar SiO₂ pada beton sudah jenuh sehingga kristalinitasnya berkurang dan disebabkan pada saat pengadukan beton pada molen kurang maksimal sehingga tidak homogen (Hadiyarman, dkk.,2008).

Berdasarkan grafik pada gambar 4.1.1 sampai dengan grafik pada gambar 4.1.4 pertambahan suhu bakaran berpengaruh pada perubahan tekanan. Pada suhu bakaran 200°C, 350°C, dan 500°C terlihat bahwa tekanan yang paling tinggi terdapat pada suhu 200°C pada masing-masing variasi komposisi tanah liat jika dibandingkan pada suhu 350°C dan pada suhu 500°C. sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu bakaran maka tekanan beton semakin rendah begitu pun sebaliknya.

Menurut departemen pekerjaan umum tahun 2007 (Gunawan, 2000) beton dengan campuran tanah liat 5% masing-masing suhu dapat digolongkan kedalam beton mutu sedang K250 - <K400, campuran tanah liat 10% pada suhu 200°C dan 350°C digolongkan dalam beton mutu rendah K175 -<K250, suhu 500°C mutu K125 - <K175, campuran tanah liat 15% masing-masing pada suhu digolongkan dalam beton mutu rendah K125 - <K175. Sehingga dapat disimpulkan bahwa campuran yang optimum terdapat pada penambahan 5% tanah liat masuk pada kategori mutu sedang K250 - <K400, sedangkan beton dengan campuran 5% tersebut pembuatannya berdasarkan mutu rendah K175 -<K250 sehingga dengan

penambahan tersebut meningkatkan kuat tekan beton.

Pada pengujian pola retakan beton pasca kebakaran pada variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% tanah liat dengan suhu 200°C 350°C, dan 500°C dengan lama pembakaran selama 2 jam menunjukkan tidak adanya retakan yang terjadi pada suhu 200°C dan 350°C tetapi pada pada sampel yang dibakar pada suhu 500°C tampak terlihat retakan seperti retak-retak rambut. Karena pemanasan pada suhu yang cukup tinggi juga akan menyebabkan stabilitas ikatan jel semen pada beton menjadi hilang, sehingga terjadi penyusutan pada beton dan pada proses tersebut juga terjadi suatu siklus pemanasan dan pendinginan yang bergantian yang akan menyebabkan struktur beton sehingga beton menjadi getas dan terdapat retakan.

KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai pengaruh penambahan tanah liat sebagai campuran terhadap kekuatan beton pasca bakar dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan nilai kekuatan yang diperoleh dari pengujian beton, bahwa tanah liat tidak optimal digunakan sebagai campuran untuk kategori beton pasca bakar karena hanya pada penambahan 5% tanah liat kekuatannya lebih besar jika dibandingkan dengan beton normal
2. Dari keseluruhan sampel, untuk komposisi terbaik beton pasca bakar pada tiga variasi suhu diperoleh pada penambahan tanah liat 5% dengan kuat tekan sekitar 27,11 MPa. Sedangkan komposisi campuran 10% dan 15% tanah liat mengalami penurunan.
3. Pada pengujian pola retakan beton pasca kebakaran dengan penambahan tanah liat pada suhu 200°C dan 350°C dengan lama pembakaran selama 2 jam menunjukkan tidak adanya retakan yang terjadi, tetapi pada suhu tertinggi 500°C tampak terlihat sedikit retakan seperti retak-retak. Retakan

ini disebabkan oleh penyusutan beton pada saat terjadi proses pembakaran.

4. Suhu tinggi berpengaruh pada kekuatan beton dan nilai keoptimalan ditunjukkan pada benda uji dengan suhu 200°C jika dibandingkan dengan benda uji pada 350°C dan 500°C.

SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dengan mengacu pada hasil penelitian yang diperoleh, maka saran yang dikemukakan oleh penulis adalah bahwa Tanah liat kurang optimal digunakan sebagai campuran pada beton pasca bakar, jadi perlu dilakukan penelitian selanjutnya untuk menggunakan bahan material yang lain pada teknologi beton.

I. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Aswanni. I., Nur, AST., dan Abdul, H.A., (2009), *Analisis Pengaruh Temperatur Terhadap Kuat Tekan Beton, Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, **18 (2): 0853-2952**
- Departemen Pekerjaan Umum, (1971), *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)*, Bandung, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum
- Gunawan, (2000), *Konstruksi Beton I*, Jakarta, Penerbit Delta Teknik group
- Laintarawan, P., Nyoman, S.W., dan Wayan, A., (2009), *Buku Ajar Konstruksi Beton*, Denpasar, FT Universitas Hindu Indonesia
- Limbong, L., (2014), *Karakteristik Beton Dari Pasir Merah Labuhan Batu Selatan Pasca Bakar*, skripsi, FMIPA, UNIMED, Medan
- Mulyono, T., (2004), *Teknologi Beton*, Yogyakarta, Penerbit Andi
- Tjokrodimuljo, K.I., (2000), *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Biro Penerbit