

BATA BETON GEOPOLIMER DARI BAHAN FLY ASH LIMBAH PLTU TANJUNG JATI MEMILIKI BANYAK KEUNGGULAN

Sutarno¹⁾, Marchus Budi Utomo¹⁾, Wahjoedi¹⁾, Mawardi¹⁾

¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang

Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275

Email : sutarno60@yahoo.com

ABSTRAK

PLTU Tanjung Jati merupakan pembangkit listrik cukup besar, saat ini mampu memasok listrik sebesar 12 % untuk kebutuhan listrik Jawa, Bali dan Madura. (suaramerdeka.com, Suara Muria, 21 Maret 2013). Di sisi lain limbah hasil pembakaran batu bara sebagai bahan energi PLTU Tanjung Jati berupa fly ash dan bottom ash merupakan masalah yang harus ditangani dengan bijaksana karena menurut PP. No 85 tahun 1999. Fly Ash dan Bottom Ash tergolong limbah B3 artinya limbah ini tergolong bahan berbahaya dan beracun maka tidak boleh sembarangan dibuang, harus ada upaya pengolahan atau sistem penampungann yang baik. Dalam upaya mengatasi masalah limbah tersebut, maka diadakan penelitian ini sehingga limbah tersebut dapat dimanfaatkan menjadi Bata Beton geopolimer. Penelitian dibatasi pada tinjauan pengaruh moralitas aktivator terhadap kuat tekan, suction rate dan bobot isi. Penelitian yang dilakukan dengan percobaan laboratorium yaitu Fly Ash limbah PLTU Tanjung Jati yang dikaji pemanfaatannya, digunakan sebagai bahan perekat pembuatan bata Geopolimer. Metode yang dilakukan dengan mereaksikan Fly Ash limbah PLTU Tanjung Jati tersebut dengan NaOH dan Na SiO₂. Sehingga menjadi binder mortar bata geopolimer yang kemudian dicetak sebagai benda uji. Dari benda uji yang dibuat kemudian dilakukan pengujian, jenis ujinya antara lain; Kuat Tekan, Uji Bobot Isi dan Uji Suction Rate. Variasi campuran pada penelitian ini dengan moralitas binder 8 molar, 12 molar dan 16 molar. Dari analisis diperoleh hasil untuk Kuat Tekan 8 M sebesar 13,3 Kg/Cm²; 12 M sebesar 18,3 Kg/Cm²; 16 M sebesar 58,6 Kg/Cm²; Untuk Siction Rate diperoleh hasil 8 M sebesar 15,6 gr/dm²/menit; 12 M sebesar 10 gr/dm²/menit; 16 M sebesar 6,4 gr/dm²/menit; sedang untuk Uji bobot isi menunjukkan hasil, tidak ada pengaruh kecepatan binder terhadap bobot isi yaitu semua memiliki bobot isi 2,1 ton/m³.

Kata kunci : Fly Ash, Batu Bata, Beton Geopolimer

PENDAHULUAN

Tumbuhnya industri dan jumlah penduduk akan diikuti bertambahnya kebutuhan energi listrik. Keberadaan PLTU Tanjung Jati merupakan jawaban fenomena tersebut terutama untuk kebutuhan listrik wilayah Jawa, Bali, Madura. (suaramerdeka.com, Suara Muria, 2013).

PLTU Tanjung Jati memakai bahan bakar batu bara sebagai sumber energinya, maka limbah yang dihasilkan berupa fly ash dan bottom ash.

Di dalam Peraturan Pemerintah (PP. No. 85 tahun 1999), yang berisi tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3), fly ash dan bottom ash dikategorikan limbah B3 karena mengandung logam berat, sehingga tidak boleh dibuang begitu saja karena dapat terjadi proses pelindihan secara alami dan akan mencemari lingkungan sehingga berbahaya bagi kesehatan masyarakat.

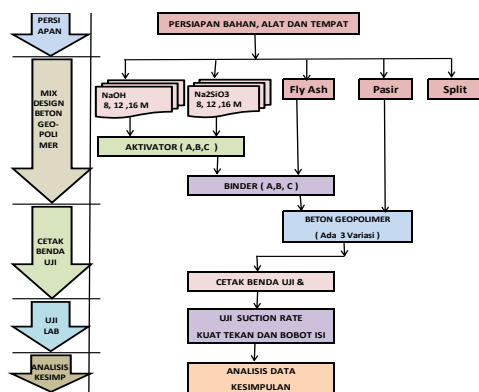
Tujuan penelitian adalah terciptanya bahan bangunan berupa bata beton geopolimer yang murah

dan ramah lingkungan serta dapat dibuat sendiri oleh masyarakat sekitar PLTU Tanjung Jati, disisi lain juga sebagai upaya pemecahan masalah pengolahan limbah dan meningkatkan sumber pendapatan masyarakat sekitar PLTU Tanjung Jati Jepara.

Bata geopolimer yang dimaksud dalam penelitian adalah bata beton yang metode pengikatannya menggunakan metode polimerisasi dari bahan dasar *fly ash* limbah PLTU Tanjung Jati dengan direaksikan menggunakan NaOH dan Na SiO₂.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap yaitu tahap persiapan, pengujian karakteristik pasir, pembuatan aktivator, pembuatan binder dan pengadukan beton geopolimer, pencetakan benda uji, perawatan benda uji, lalu pengujian. Uji yang dilakukan adalah kuat tekan dan *Suction Rate* dari hasil uji kemudian dilakukan analisa data.



Gambar 1. Flow Chart Jalannya Penelitian

Bahan

Dalam penelitian ini bahan – bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Fly Ash

Fly Ash merupakan material dengan butiran sangat halus, berwarna keabu - abuan, diperoleh dari sisa pembakaran batu bara. Fly Ash mengandung unsur kimia antara lain Silica (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), Ferro Oksida (Fe₂O₃), dan Calcium Oksida (CaO). Menurut (ASTM. C 618- 94a.) *Fly Ash* dibagi dalam tiga kelas : kelas N, kelas F dan kelas C. Yaitu : a) *Fly Ash* kelas N dan F, memiliki kandungan : Silica (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), Ferro Oksida (Fe₂O₃), minimum 70 % bersifat Pozzolanik. b) *Fly Ash* kelas C, memiliki kandungan : Silica (SiO₂), Alumina (Al₂O₃), Ferro Oksida (Fe₂O₃), minimum 50 % dan CaO > 20 %, bersifat Pozzolanik rendah.

Pada penelitian ini menggunakan *fly ash* dari PLTU Tanjung jati dengan karakteristik sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik Kimia Limbah *Fly Ash* PLTU Tanjung Jati B Jepara

Parameter	Satuan	Hasil Analisis
Uji Mineral		
S _i O ₂	%	61.17
Al ₂ O ₃	%	7.50
Fe ₂ O ₃	%	2.96
CaO	%	3.45
P ₂ O ₅	%	1.33
H ₂ O	%	5.80
Uji Kandungan Logam Berat		
Timbal (Pb)	ppm	0.79
Krom (Cr) Total	ppm	0.67
Kadmium (Cd)	ppm	0.40
Tembaga (Cu)	ppm	0.47

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium, Diah Nisita Laksmi H, 2010

Dari hasil uji laboratorium tersebut maka *Fly Ash* limbah PLTU Tanjung Jati B Jepara tergolong *Fly ash* Type N dan F, memiliki kandungan (SiO_2 dan Al_2O_3) tinggi, maka sangat baik untuk proses polimerisasinya.

Natrium Hidroksida (Na OH)

Larutan alkalin yang digunakan dalam pembuatan geopolimer adalah logam alkali yang larut. Logam alkali yang sering digunakan sebagai reagen reaksi geopolimerisasi adalah Natrium (Na) dan Kalium (K). Massa molekul relatif NaOH adalah 40 gram/mol. Natrium hidroksida dapat mengabsorpsi CO_2 dari udara, sangat korosif pada logam aluminium. Natrium Hidroksida menghasilkan panas (eksotermis) saat dilarutkan dalam air atau ketika dilarutkan dengan asam. NaOH berbentuk pelet dapat mencapai kemurnian 97%-98% (Windholtz, 1976).

Natrium Silikat (*Water glass*)

Komposisi Natrium Silikat (*Waterglass*) saat kering adalah Na_2SiO_3 , Na_6SiO_7 , $\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ dengan komposisi air yang bervariasi. Bentuknya bening sampai putih atau putih keabu-abuan, kristalin atau seperti lem. Natrium silikat juga dapat mengiritasi kulit. Natrium silikat dalam bentuk larutannya adalah alkalin kuat (Windholtz, 1976)

Agregat Halus (Pasir)

Agregat adalah material berbentuk butiran yang fungsinya sebagai bahan pengisi pada pembuatan beton atau mortar. (Murdock LJ. 1986) Sebagai bahan penelitian agregat yang digunakan adalah agregat halus atau pasir. Pasir adalah agregat dengan butiran 0,075 mm sampai 5 mm. Atau memiliki modulus halus butir 1,5 sampai 3,1 dan kadar lumpur maksimum 5 % (SII 0052). Pasir yang digunakan dalam penelitian adalah pasir yang berasal dari Muntilan, pasir ini merupakan pasir dari erupsi gunung merapi di Jawa Tengah dan merupakan batuan vulkanik yang masih baru sehingga pasir ini memiliki sifat reaktif yang baik.

Pembuatan Binder

Pembuatan binder dilakukan dengan cara: a) Binder dibuat dari bahan utama *fly ash* dengan ditambahkan aktivator. b) Aktivator dibuat dari bahan NaOH (1 bagian) dan Na SiO_2 (2,5 bagian). c) Untuk aktivator, NaOH dan Na SiO_2 yang dalam penelitian dibuat variasi kepekatan sebanyak 3 variasi yaitu 8 molar, 12 molar dan 16 molar. d) Binder dibuat dengan perbandingan antara aktivator dengan *fly ash* ditetapkan 3 berbanding 10 (Aktivator : *Fly ash* = 3 : 10).

Pencampuran dan Pencetakan Benda Uji

Pencampuran dan pengadukan, dilakukan untuk berbagai variasi dan masing masing variasi sebagai berikut :

Tabel 2. Komposisi Binder

BINDER	NaOH	Na SiO ₂
A (NaOH & NaSiO ₂ 8M)	2	5
B (NaOH & NaSiO ₂ 12M)	2	5
C (NaOH & NaSiO ₂ 16M)	2	5

Tabel 3. Komposisi Campuran Benda Uji

Binder	Pasir	Jumlah BU
A	1	4
B	1	4
C	1	4

Benda Uji yang dicetak adalah sebagai berikut : a) Benda uji berupa kubus dengan ukuran 10 cm x 10 cm x 10 cm. b) Benda uji ada 3 Variasi, dengan masing - masing variasi 10 buah sehingga jumlahnya ada 30 buah.

Pengujian

Pengujian dilakukan dengan metode kuat tekan dan *Suction rate*, yang dapat diuraikan sebagai berikut :

- a) Pengujian kuat tekan dengan metode “*Compressive Strength of Cube Concrete Specimens*” (ASTM C 39 – 94), perhitungan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Kuat Tekan } (\sigma) = \frac{F}{A}$$

Dimana : F = Beban Maksimum (Kgf), A = Luas penampang yang tertekan (Cm²)

- b) Pengujian *Suction Rate*, adalah berat air yang diserap persatuan luas permukaan pada satu menit pertama yang dinyatakan dalam gram/dm³/menit, (Kusdiyono, 2002). formula yang digunakan sebagai berikut :

$$\text{Suction Rate} = \frac{C-B}{A}$$

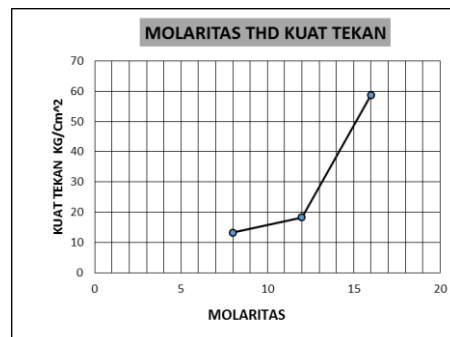
Dimana: A = luas bidang dasar (cm²), B = Berat Kering, C = Berat Setelah Direndam

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan di laboratorium, diperoleh hasil uji seperti tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan

BENDA UJI	KUAT TEKAN (Kg/Cm ²)		
	8 M	12 M	16 m
1	14.0	18.0	55.0
2	13.0	19.0	64.0
3	12.0	17.0	55.0
4	15.0	19.0	52.0
5	12.0	19.0	65.0
6	13.0	19.0	58.0
7	12.0	18.0	57.0
8	14.0	19.0	59.0
9	15.0	17.0	59.0
10	13.0	18.0	62.0
JUMLAH	13.3	18.3	58.6

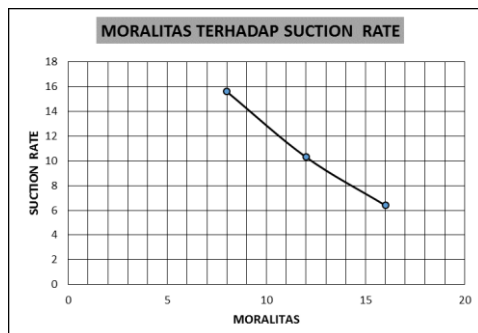


Grafik. 1. Pengaruh Moralitas Aktivator Terhadap Kuat Tekan

Dari hasil uji kuat tekan (tabel 4 dan grafik 1 di atas) dapat diketahui bahwa, kepekatan aktivator dari 8 molar ke 12 molar terdapat kenaikan kuat tekan bata, tetapi peningkatan yang sangat tajam terjadi pada pemakaian aktivator 16 molar.

Tabel 5. Hasil Uji *Suction Rate*

BENDA UJI	SUCTION RATE (Gr/dm ² /menit)		
	8 M	12 M	16 m
1	14.0	11.0	7.0
2	15.0	9.0	6.0
3	18.0	11.0	5.0
4	14.0	10.0	5.0
5	17.0	10.0	5.0
6	16.0	10.0	7.0
7	15.0	10.0	8.0
8	18.0	12.0	8.0
9	15.0	10.0	7.0
10	14.0	10.0	6.0
JUMLAH	15.6	10.3	6.4



Grafik 2. Pengaruh Moralitas Aktivator Terhadap *Suction Rate*

Dari hasil uji *Suction rate* (tabel 5 dan grafik 2 di atas) dapat diketahui bahwa, kepekatan aktivator dari 8 molar ke 12 molar terdapat penurunan daya penyerapan air bata, demikian juga dari 12 molar ke 16 molar, akan tetapi tidak terlihat perbedaan penurunan daya penyerapan air yang mencolok dari penambahan kepekatan aktivatornya.

KESIMPULAN

1. Semakin pekat larutan NaOH yang digunakan akan semakin besar kuat tekan bata geopolimer.
2. Ada korelasi terbalik antara *suction rate* dengan kuat tekan, yakni semakin tinggi kuat tekan menunjukkan adanya penurunan nilai *suction rate* nya.
3. Tidak ada hubungan antara moralitas aktivator terhadap bobot isi, artinya berapapun

kepekatan aktivator nilai bobot isinya tetap sama.

4. Hubungan Aktivator dengan kuat tekan menunjukkan, aktivator 8M kuat tekan rata - ratanya 13,3 Kg/cm², Aktivator 12 M kuat tekan rata-ratanya 18,3 Kg/Cm², Aktivator 16 M kuat tekan rata ratanya 58,6 Kg/Cm².
5. Pembuatan Bata Geopolimer dengan aktivator 12 M, layak untuk di pasarkan, karena kuat tekannya masih setara dengan kuat tekan bata di pasaran, Bata Geopolimer dengan aktivator 16 akan memenuhi SNI Bata Beton Mutu III, karena memiliki Kuat tekan 58,6 > 40 Kg/Cm².
6. Moralitas Aktivator antara 12 – 16 M, adalah yang cocok untuk pembuatan bata geopolimer.

DAFTAR PUSTAKA

-, *PLTU Tanjung Jati B Ramah Lingkungan*, suaramerdeka.com. 21 Maret 2013
- Kusdiyono,dkk, 2002, *Modul Praktikum Uji Bahan Bangunan I*, Politeknik Negeri Semarang.
- Murdock LJ dan Brook KM. (alih bahasa : Stefanus Hendarko Ir.), 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, edisi ke empat, Penerbit Erlangga Jakarta.
- Peraturan pemerintah Republik Indonesia No. 85.1999, Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 tanggal 7 Oktober 1999 *Tentang Pengelolaan Limbah Barang Berbahaya dan Beracun*.
- Windholz, M. 1976, *The Merck Index, 9th Edition*, Rahway, NJ, USA, Merck & Co.