

STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN ABU CANGKANG SAWIT DAN FLY ASH

Yakobus Managi Radar¹, Ir. Sudirman Indra, M.Sc.², Ir. Ester Puspitasari, MT.³

^{1,2,3}) Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang Email:
1921187.yakobusmanagiradar@gmail.com

ABSTRACT

Concrete is generally composed of three main constituents namely cement, aggregate, and water. If needed, admixtures can be added to change certain properties of the concrete so that it functions better and is more economical. Cement is used as the main material for concrete which functions to bind aggregates, but on the other hand cement production also produces CO₂ gas which causes global warming. Geopolymer concrete is present as an alternative to cement. Geopolymer concrete is composed of fly ash containing silica (SiO₄) and alumina (AlO₄) which is reacted with an alkaline activator (NaOH and Na₂SiO₃). In addition to fly ash, other materials can be used, such as utilization of palm fiber waste, coconut fiber, nylon fiber, husk ash, rice, bagasse, wood waste, sawdust, palm shell ash, fly ash, microsilica (silica fume), candlenut shells and others. In this study used palm shell ash and fly ash as a substitute for cement, with levels of 0%, 5%, 10%, 15%, 20% which aims to determine the optimum content of palm shell ash and fly ash. There are differences in the results of the compressive strength of geopolymer concrete at each age. At 7 days of age, the average compressive strength of geopolymer concrete produced was 18.09 MPa, 36.82 MPa, 49.68 MPa, 44.44 MPa, 30.14 MPa, respectively. Whereas for 28 days the average compressive strength was 25.65 MPa, 39.40 MPa, 51.17 MPa, 48.29 MPa and 33.58 MPa.

ABSTRAK

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat, dan air. Jika diperlukan, bahan tambah (admixture) dapat ditambah untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton agar berfungsi lebih baik dan lebih ekonomis. Semen digunakan sebagai material utama beton yang berfungsi untuk mengikat agregat, namun disisi lain produksi semen juga menghasilkan gas CO₂ yang mengakibatkan pemanasan global. Beton geopolymer hadir sebagai alternatif pengganti semen. Beton geopolimer tersusun dari *fly ash* yang mengandung silika (SiO₄) dan alumina (AlO₄) yang direaksikan dengan alkali aktifator (NaOH dan Na₂SiO₃), selain *fly ash* dapat digunakan material lain seperti pemanfaatan limbah buang serat ijuk, sabut kelapa, serat nilon, abu sekam padi, ampas tebu, sisa kayu, limbah gergaji, abu cangkang sawit, abu terbang (fly ash), mikrosilika (silica fume), cangkang kemiri dan lain-lain. Pada penelitian ini digunakan abu cangkang sawit dan fly ash sebagai pengganti semen, dengan kadar 0%, 5%, 10%, 15%, 20% yang bertujuan untuk mengetahui kadar optimum abu cangkang sawit dan fly ash. Terdapat perbedaan hasil kuat tekan beton geopolimer pada masing masing umur. Pada umur 7 hari rata rata kuat tekan beton geopolimer yang dihasilkan berturut turut adalah 18,09 MPa, 36,82 MPa, 49,68 MPa, 44,44 MPa, 30,14 MPa. Sedangkan untuk umur 28 hari kuat tekan rata ratanya adalah 25,65 MPa, 39,40 MPa, 51,17 MPa, 48,29 MPa, dan 33,58 MPa.

Kata kunci: Beton geopolymer; *fly ash*; abu cangkang sawit; kekuatan beton.

1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi, jembatan dengan bentang panjang, tower dan sebagainya dibutuhkan beton dengan kekuatan tinggi untuk menahan semua beban. Sesuai dengan perkembangan teknologi untuk memperbaiki sifat-sifat beton dan kinerja beton dengan biaya yang murah tanpa mengurangi mutunya seperti pemanfaatan limbah buang serat ijuk, sabut kelapa, serat nilon, abu sekam padi, ampas tebu, sisa kayu, limbah gergaji, abu cangkang sawit, abu terbang (fly ash), mikrosilika (silica fume), cangkang kemiri dan lain-lain. Dari

ketersediaan bahan baku yang melimpah beton geopolimer muncul sebagai salah satu solusi. Geopolimer dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali-silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO₄ (silika tetraoksida) dan AlO₄ (aluminium tetraoksida) yang terikat secara tetrahedral. Pada abu cangkang sawit banyak mengandung unsur silikon dan aluminium. Unsur yang dimiliki oleh POFA (Palm Oil Fuel Ash) bisa dijadikan alternatif pengganti semen. Abu cangkang kelapa sawit berasal dari proses pembakaran cangkang menjadi abu. Proses pembakaran ini menghilangkan kandungan kimia

organic dan meninggalkan silika Oksida (SiO_2) hingga 58,02% serta senyawa lainnya yang juga terdapat pada semen. Selain POFA, bahan limbah sisa hasil proses pembakaran batu bara yang keluar dari tungku pembakaran atau yang lebih dikenal dengan abu terbang/fly ash mempunyai unsur yang menjadi pengisi material pengganti semen pada pembuatan beton.

Maka masalah yang akan dijadikan penelitian yaitu Pengaruh penggunaan abu cangkang sawit dan fly ash sebagai pengganti semen pada beton geopolimer dan variasi optimum penggunaan abu cangkang sawit dan fly ash pada beton geopolimer.

Rumusan masalah penelitian ini yaitu apakah ada pengaruh penggunaan abu cangkang sawit dan fly ash terhadap nilai kuat tekan beton geopolimer dan berapa variasi optimum penggunaan abu cangkang sawit dan fly ash untuk beton geopolimer

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh kuat tekan beton geopolimer dengan bahan alternatif abu cangkang sawit dan fly ash dan mengetahui variasi optimum penggunaan abu cangkang sawit dan fly ash untuk beton geopolimer

2. TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Geopolimer

Beton geopolymer merupakan material ramah lingkungan yang dikembangkan sebagai alternatif pengganti beton semen di masa mendatang. Geopolymer adalah campuran beton yang dimana penggunaan material semen Portland sebagai bahan pengikat digantikan oleh bahan lain seperti abu terbang (fly ash), abu kulit padi, AV (abu vulkanik), dan bahan-bahan lain yang mengandung silika dan aluminium (Davidovits 1997).

Alkali Aktifator

Dalam pembuatan beton geopolimer diperlukan alkali aktifator yang berfungsi mereaksikan kandungan kimia pada fly ash, sehingga pasta geopolimer dapat mengikat agregat. Aktivator yang umumnya digunakan adalah Sodium Hidroksida (NaOH) flakes dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3). Hardjito dkk. (2004) menyatakan "Sodium silikat berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi, sedangkan natrium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam pasta, sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

Fly Ash

Abu terbang merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. Abu terbang mempunyai titik lebur sekitar $1300\text{ }^\circ\text{C}$ dan mempunyai kerapatan massa, antara $2.0 - 2.5\text{ g/cm}^3$. Abu terbang adalah salahsatu residu yang dihasilkan

dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus. Fly ash (abu terbang) digunakan untuk menggantikan semen Portland pada beton, karena mempunyai sifat pozzolanic.

c. Abu Cangkang Sawit

Abu cangkang kelapa sawit memiliki potensi sebagai bahan pozzolan pada semen. Abu cangkang kelapa sawit yang dihasilkan dari sisa pembakaran mempunyai kandungan silika yang sangat tinggi (PT. Semen Padang, 1990). Pembakaran cangkang menjadi abu membantu menghilangkan kandungan kimia organic dan meninggalkan silika yang cukup banyak (Dedi, 2004).

Agregat Halus

Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan memiliki ukuran butir terbesar $5,0\text{ mm}$. (SNI 03-2834: 2000)

Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan memiliki ukuran butir antara $5\text{ mm} - 40\text{ mm}$. (SNI 03-2834: 2000)

Air

Peranan air dalam pembuatan beton yaitu bereaksi dengan semen sehingga membentuk suatu pasta pengikat untuk menggabungkan agregat halus, agregat kasar, dan admixtures. Air secara langsung mempengaruhi daya kuat tekan beton, sifat kinerja adukan beton, besar kecilnya nilai susut beton, kelangsungan reaksi dengan semen, dan mendukung perawatan adukan beton untuk menjamin pengerasan yang sempurna. Syarat-syarat air yang bagus digunakan sebagai bahan pembuatan beton seperti tidak berlumpur lebih dari 2 gram/liter , tingkat keasamaanya diambang setandar dengan kadar garam kurang dari 15 gram/liter , dan tidak mengandung kloririda yang melebihi $0,5\text{ gram/liter}$.

Perawatan Benda Uji

Untuk mendapatkan kualitas beton yang optimum, perawatan benda uji yang berupa beton, harus dilakukan sesuai dengan standar, sebagaimana yang telah diatur pada SNI 2493-2011.

Pengujian kuat tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bial dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Jadi dalam proses pengujiannya,

beton akan ditekan menggunakan mesin tekan untuk melihat seberapa jauh kekuaaan tekannya. Perhitungan kuat tekan benda uji dengan membagi beban maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dengan luas penampang melintang rata yang ditentukan pada pasal 5 SNI 2010 menyatakan hasilnya dengan dibulatkan ke satu desimal dengan satuan 0,1 Mpa

$$F'_c = P/A$$

dimana:

P : gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N)

A : luas penampang melintang benda uji (mm²)

3. METODELOGI PENELITIAN

Tujuan Penelitian Secara Operasional

Secara operasional tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari abu cangkang sawit dan fly ash sebagai pengganti semen terhadap kekuatan beton geopolimer, dengan menggunakan pengujian kuat tekan, kuat tarik lentur dan kuat tarik belah untuk pengetesan 28 hari

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Institut Teknologi Nasional Malang. Penelitian ini dimulai dari pengujian bahan, perencanaan campuran beton, pelaksanaan campuran beton, perawatan benda uji, dan pengujian benda uji. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental.

Metode Penelitian

Studi penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu:

1. Studi pustaka bertujuan untuk merumuskan penelitian dengan mempelajari teori- teori untuk merumuskan hipotesis penelitian.
2. Studi eksperimen dilakukan di laboratorium bertujuan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan kemudian dianalisa sehingga didapatkan hasil akhir.

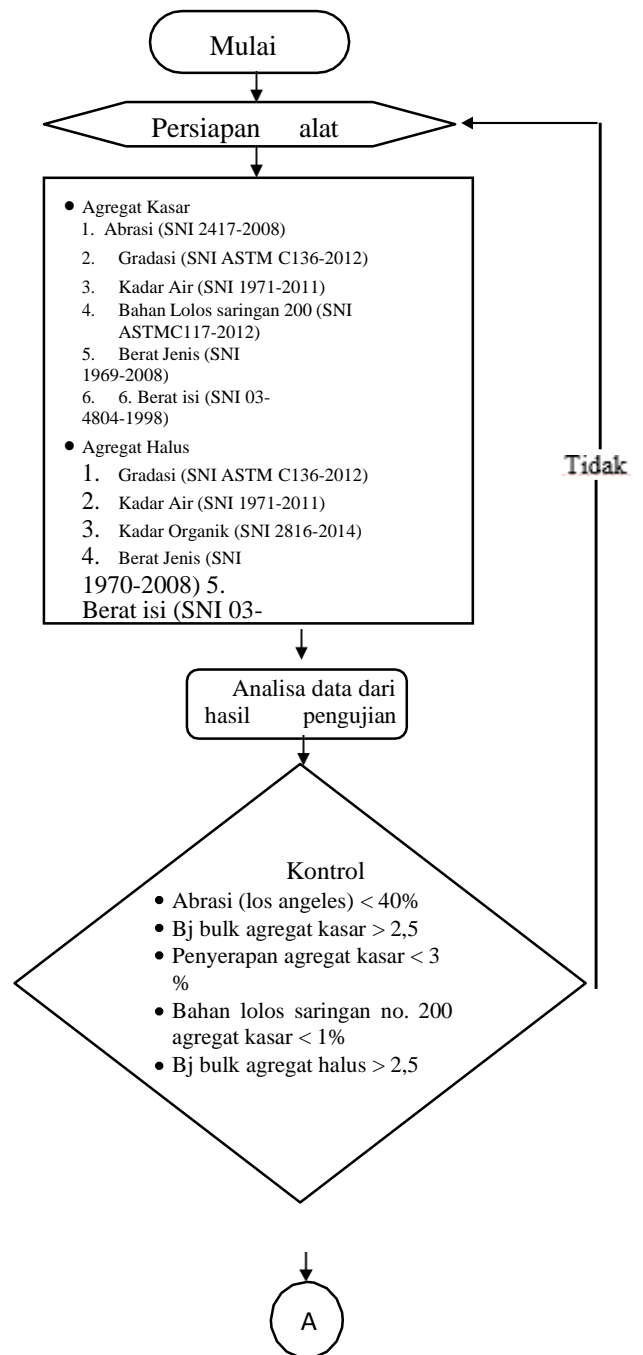
Populasi dan sampel

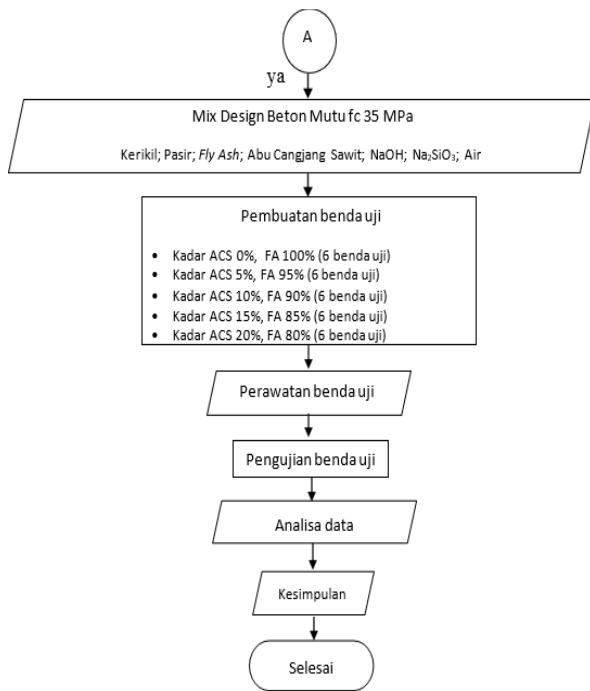
Pada penelitian ini populasi adalah keseluruhan benda uji yang akan diteliti, sedangkan sampel adalah benda uji yang mewakili sebagian dari anggota populasi. Ditentukan jumlah sampel dan variasi campuran benda uji sebagai berikut:

Tabel 1. Variasi Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi	Jenis Pengujian	Ukuran sampel	Jumlah benda uji
0%	Kuat Tekan	S 15 x 30	6
25%	Kuat Tekan	S 15 x 30	6
50%	Kuat Tekan	S 15 x 30	6
75%	Kuat Tekan	S 15 x 30	6
100%	Kuat Tekan	S 15 x 30	6

Bagan Alir





Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian (lanjutan)

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengujian dan perhitungan data kuat tekan rata rata pada umur 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil uji kuat tekan rata rata 7 hari

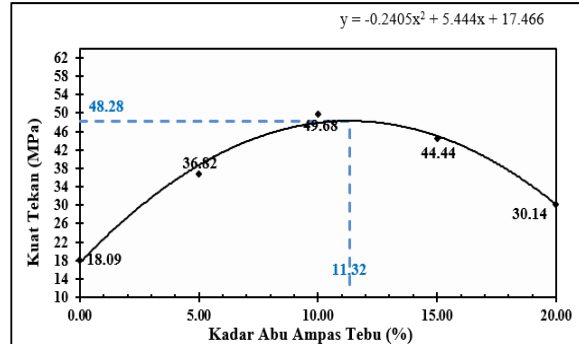
KADAR	KUAT TEKAN RATA-RATA
0	18.09
5	36.82
10	49.68
15	44.44
20	30.14

Tabel 3. Hasil uji kuat tekan rata rata 28 hari

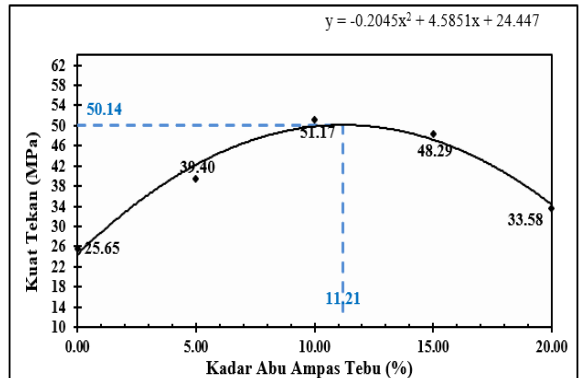
KADAR	KUAT TEKAN RATA-RATA
0	25.65
5	39.40
10	51.17
15	48.29
20	33.58

Dari hasil rata rata pada tabel 2 dan 3, data data tersebut dapat ditampilkan berupa grafik sebagai berikut

Grafik 1. Hubungan abu cangkang sawit terhadap kuat tekan beton umur 7 hari



Grafik 1. Hubungan abu cangkang sawit terhadap kuat tekan beton umur 28 hari



Kesimpulan

1. Adanya pengaruh dari optimasi penggunaan abu cangkang sawit terhadap kuat tekan beton geopolimer yang dihasilkan dengan prosentase abu cangkang sawit tidak lebih dari 10%.
2. Nilai kuat tekan yang dapat dicapai dengan kadar optimum 10% penggunaan abu cangkang sawit sebesar 56,81 Mpa.
3. Semakin banyak prosentase abu cangkang sawit yang diberikan maka semakin tinggi nilai kuat tekan yang dihasilkan. Namun ketika semakin banyak atau berlebihan penambahan prosentase abu cangkang sawit yang diberikan, maka nilai kuat tekan beton geopolimer akan menurun drastis.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2000, SNI 03-2834-2000: *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. Badan Standardisasi Nasional
- Anonim, 2011, SNI 1974-2011 *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Badan Standardisasi Nasional .
- Irawan, R. R., Hardono, S., & Budiman, Y. I, 2015, *Beton dengan Sedikit Semen Portland dan Tanpa Semen Portland dengan Memanfaatkan Abu Terbang PLTU Batubara*.
- Lerry, M., Elhusna, & Afrizal, Y, 2012, *Perilaku Kuat Tekan Beton Dengan Abu Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Sebagian Semen*. Jurnal Inersia
- Narawati, R. A, 2016, *Pengaruh Substitusi Copper Slag Sebagai Agregat Halus Terhadap Karakteristik Beton Geopolymer Berbahan Dasar Fly Ash*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil.
- Pratiwi, C., Sambowo, K. A., Karuniastuti, N., & BSN, 2014, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan D1 Indonesia (Pubi - 1982)*. Majalah Pusdiklat Migas.
- Rahmadia, N, 2018, *Sawit Sebagai Pengganti Sebagian Semen Untuk Beton Mutu Tinggi*. Jurnal USU.
- Salain, I. M. A. K., Wirsaya, M. N. A., & Pamungkas, I. N. M. M. A, 2020, *Kuat Tekan Beton Geopolimer Menggunakan Abu Terbang*. Jurnal Spektran.
- Setiawati, M, 2018, *Fly Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton*. Seminar Nasional Sains Dan Teknologi.
- Sidik, S., Rahman, R., Sukma, A. M., & Nurwidayat, R, 2019, *Pengaruh Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal*.