

PEMANFAATAN MATERIAL KOMPOSIT FLY ASH SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI PADA PEMBUATAN BETON DITINJAU DARI UJI TEKAN DAN UJI POROSITAS

Eny Apriyanti¹, Ummi Chasanah², Sri Subekti³

¹ Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

^{2,3} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

email : enyapriyanti@unpand.ac.id, chasanah.ummi01@yahoo.co.id,

bekti@unpand.ac.id

Abstrak

Fly ash batubara adalah bahan komposit yang merupakan limbah padat hasil dari pembakaran pembangkit tenaga listrik, yang mempunyai sifat pozzolan dan berpotensi dalam membentuk material baru mempunyai sifat tahan pada suhu tinggi dan mempunyai kekuatan mekanis yang baik. Pemanfaatan fly ash sebagai komposit pada campuran beton sangat bermanfaat ditinjau dari segi aspek lingkungan yang dapat mengurangi polusi udara dan mengurangi pencemaran lingkungan karena fly ash merupakan bahan padat yang tidak mudah larut dan tidak mudah menguap sehingga lebih sulit dalam penanganannya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi fly ash sebagai bahan campuran pada pembuatan beton, pengujian kuat beton dilakukan pada umur 14 dan 28 hari dengan menggunakan campuran fly ash 5%, 10%, 15% tujuan penambahan fly ash pada pembuatan beton untuk meningkatkan nilai kuat tekan. Dalam penelitian diperoleh kuat tekan pada komposisi campuran fly ash 5% dengan kuat tekan 25,44 MPa dan porositas 2,34% untuk beton normal mempunyai kuat tekan 26,63 MPa. Campuran fly ash 10% didapat 21,36 dan porositas 2,07%; campuran fly ash 15% didapat 6,048 MPa dan porositas 6,09%. Dengan hasil tersebut maka fly ash dapat digunakan sebagai bahan campuran pada pembuatan beton dengan komposisi tidak lebih dari 5%.

Kata kunci : Beton, Fly Ash, Komposisi, Kuat Tekan, Porositas

Abstract

Fly ash is a composite material which is solid waste resulting from the combustion of power plants, which has pozzolanic properties and has the potential to form new materials that are resistant to high temperatures and have good mechanical strength. The use of fly ash as a composite in concrete mixtures is very beneficial in terms of environmental aspects, which can reduce air pollution and reduce environmental pollution because fly ash is a solid material that does not dissolve easily and does not evaporate easily, making it more difficult to handle. This research aims to determine the effect of the composition of fly ash as a mixture in making concrete. Concrete strength testing was carried out at the age of 14 and 28 days using a mixture of 5%, 10%, 15% fly ash. The aim of adding fly ash to making concrete was to increase the strength value. In the research, the compressive strength of the 5% fly ash mixture composition was obtained with a compressive strength of 25.44

MPa and a porosity of 2.34% for normal concrete with a compressive strength of 26.63 MPa. 10% fly ash mixture obtained 21.36 and porosity 2.07%; a 15% fly ash mixture obtained 6.048 MPa and a porosity of 6.09%. With these results, fly ash can be used as a mixture in making concrete with a composition of no more than 5%.

Key words: concrete, fly ash, composition, compressive strength, porosity.

PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan karena bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relatif murah. Beton didefinisikan sebagai bahan campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air yang kemudian mengeras membentuk benda padat. Fly ash merupakan sisa pembakaran batubara dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang memiliki senyawa kimia silika (SiO_2) yang dikandung didalam abu batubara akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan akan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan merekat dan fly ash memiliki sifat pozzolan yang dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan media air dan membentuk senyawa baru yang mempunyai kekuatan mekanis yang baik dan mempunyai sifat mengikat.

Bahan pengikat alternatif ini dikembangkan dengan memanfaatkan fly ash batubara sebagai bahan tambah dalam campuran beton merupakan salah satu usaha untuk menanggulangi masalah lingkungan, karena fly ash batubara merupakan limbah yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.

KAJIAN PUSTAKA

Perkembangan bahan bangunan di Indonesia semakin besar dan membawa pengaruh dalam perkembangan teknologi bahan infrastruktur, salah satu bahan bangunan yang sering digunakan dalam dunia infrastruktur yaitu beton. Beton merupakan produk bahan konstruksi yang ramah lingkungan, keunggulan lain dari penggunaan beton tidak memerlukan alat berat, material fly ash merupakan suatu limbah industri yang memiliki sifat pozzolan, pozzolan adalah bahan yang bersifat mengikat, mengandung silika atau silika dan aluminium yang bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida. Fly ash batubara menjadi solusi yang tepat sebagai salah satu bahan alternatif pengganti pasir. Penambahan tersebut dilakukan dengan cara bahan beton akan dicampur dengan komposisi beton normal dari bahan dasar agregat kasar, agregat halus dan fly ash sebagai bahan pengganti sebagian pasir. Hasil dari penelitian ini akan di uji kuat tekannya apakah sesuai dengan hasil yang diharapkan dan mengetahui sejauh mana fly ash sebagai bahan pengganti sebagian pasir pada nilai kuat tekan dari limbah fly ash. Beton dengan kualitas yang baik dapat dihasilkan dengan meningkatkan porositas beton, sifat porositas beton dipengaruhi oleh gradasi agregat dan kehalusan butir semen. Keterbatasan tingkat

kehalusan butir semen menjadi persoalan utama dalam menghasilkan beton mutu tinggi, jika ditinjau dari segi porositas. Untuk mengatasi hal ini, berbagai penelitian dilakukan untuk mencari alternatif penggunaan semen sebagai material pembentuk beton. Material-material yang diuji memiliki sifat kimiawi yang sama dengan semen, penggunaan material fly ash sebagai material pembentuk beton didasari pada sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen. Kemiripan sifat ini dapat ditinjau dari dua sifat utama, yaitu sifat fisik dan kimiawi. Secara fisik, material fly ash memiliki kemiripan dengan semen dalam hal kehalusan butir-butirnya. Sifat kimia yang dimiliki oleh fly ash berupa silika dan alumina dengan presentase mencapai 80%, adanya kemiripan sifat-sifat ini menjadikan fly ash sebagai material pengganti untuk mengurangi jumlah semen sebagai material penyusun beton mutu tinggi. Penggunaan fly ash sebagai material pembentuk beton memberikan dampak positif jika ditinjau dari segi lingkungan, fly Ash merupakan sisa pembakaran batu bara yang sangat halus. Kehalusan butiran fly ash ini berpotensi terhadap pencemaran udara, selain itu penanganan fly ash pada saat ini masih terbatas pada penimbunan saja. Identifikasi material fly ash menitikberatkan pada pengaruh penggunaan material ini terhadap kuat tekan beton khususnya pada awal umur beton. Tujuannya untuk memastikan nilai kadar fly ash yang optimum pada campuran adukan beton mutu tinggi.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan fly ash sebagai bahan pengganti semen dan pasir pada campuran beton.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fly ash terhadap kuat tekan beton. Tujuannya untuk mendapatkan desain campuran beton yang mempunyai kekuatan awal yang tinggi dan memanfaatkan fly ash sehingga bisa diaplikasikan pada pengembangan bahan infrastruktur.

Fly ash

Penggunaan fly ash batubara semakin meningkat di kalangan industri, ditinjau dari mudah didapatnya bahan tersebut dan harga yang relatif murah dibandingkan harga bahan bakar minyak untuk industri. Penggunaan fly ash batubara pada umumnya digunakan sebagai sumber energi pengganti bahan bakar minyak, karena sangat menguntungkan. Masalah utama dari penggunaan fly ash batubara hasil samping pembakaran batubara, sejumlah penggunaan batubara akan menghasilkan fly ash abu batubara sekitar 2-10 %. Fly ash batubara merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral yang terbentuk dari perubahan bahan mineral (mineral matter) karena proses pembakaran. Proses pembakaran batubara pada unit pembangkit uap (boiler) akan membentuk dua jenis

abu, yaitu abu terbang (fly ash) dan abu dasar (bottom ash). Komposisi fly ash batu bara terdiri dari 10-20 % abu dasar dan 80-90% berupa abu terbang. Fly ash batubara ditangkap dengan elektrik precipitator sebelum dibuang keudara melalui cerobong. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk meninjau pengaruh bahan tambah terhadap peningkatan mutu beton. Damayanti dan Rochman (2016) melakukan penelitian dengan menambahkan microsilica dan fly ash dalam campuran beton. Fly ash memiliki specific gravity antara 2,15-2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Ukuran partikel abu terbang hasil pembakaran batubara bituminous lebih kecil dari 0,075 mm. Fly ash memiliki luas area spesifiknya 170-1000 m²/kg. Untuk mengetahui pemanfaatan dari fly ash sebagai material komposit perlu diketahui karakteristik fly ash yang meliputi sifat fisik dan kimia (Suresh et al., 2016). Bentuk partikel dan sifat permukaan fly ash dapat diamati dengan menggunakan scanning electron microscope (SEM), saat ini fly ash sudah banyak diaplikasikan, salah satunya adalah sebagai bahan campuran pembuatan beton.

Porositas

Uji porositas dilakukan untuk mengetahui banyaknya zat atau komponen yang bisa diserap oleh beton, uji porositas biasanya dilakukan terhadap air sehingga dapat diketahui besarnya air yang dapat diserap oleh beton. Cara yang dilakukan untuk melakukan uji porositas yaitu dengan merendam membran dalam air selama 24 jam pada suhu kamar, kemudian membran ditimbang setelah itu beton dikeringkan selama 48 jam sampai benar-benar kering selanjutnya ditimbang. Adapun besarnya porositas beton dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (1)

$$\frac{\text{Berat basah} - \text{Berat kering}}{\text{Berat kering}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

rumus porositas :

$$\theta = \frac{mb - mk}{V} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana: θ = Porositas beton (%)
 mk = Berat kering (gr)
 mb = Berat basah (gr)
 V = Volume bulk (cm³)

Sedangkan water absorption dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\mu = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Dimana μ = Porositas (%)

Kuat Tekan (Compressive Strength)

Kuat tekan atau compressive strength adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Benda uji yang digunakan dalam hal ini adalah keramik yang bisa dibentuk menjadi silinder atau kubus. Untuk benda uji berbentuk kubus dibuat dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm (SNI 03-1974-1990). Pada saat pengujian, letakkan benda uji di mesin tekan kemudian berikan beban yang konstan sampai benda uji hancur. Beban maksimum yang terjadi selama proses pembuatan , perhitungan kuat tekan seperti menggunakan rumus di bawah ini.

$$p = \frac{F}{A} \left(\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right)$$

Keterangan :

p = Kuat tekan beton (kg/cm²)

F = gaya tekan aksial maksimum (kg)

A = luas penampang melintang (cm²)

Uji kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui stabilitas mekanik membran yang berpengaruh saat pencetakan pembuatan beton.

METODOLOGI PENELITIAN

Uji Porositas

Uji porositas dilakukan untuk mengetahui perbandingan volume pori/rongga/ruang kosong yang ada pada batuan dengan volume total batuan. Dengan adanya porositas dapat menunjukkan potensi volume air, udara, maupun gas pada suatu batuan. Porositas juga mempengaruhi sifat fisik batuan seperti kecepatan gelombang elastis, resistivitas elektrik dan densitas batuan (Schon, 2011).

Tabel 1 Hasil uji Porositas :

Komposisi Fly ash 5%				Komposisi flyu ash 10%				Komposisi Fly ash 15%			
W1	W2	Δ W	5% Fly ash	W1	W2	Δ W	10% Fly ash	W1	W2	Δ W	15% Fly ash
4,44	5,05	0,61	13,74	4,46	5,08	0,62	13,90	4,44	4,91	0,47	10,59
4,39	4,90	0,51	11,62	4,90	5,46	0,56	11,43	3,70	4,10	0,40	10,81
4,47	4,94	0,47	10,51	4,47	4,97	0,50	11,19	4,35	4,83	0,48	11,03
4,40	5,04	0,64	14,55	4,43	4,93	0,50	11,29	4,35	4,89	0,54	12,41
4,36	5,00	0,64	14,68	4,36	4,91	0,55	12,8	4,38	5,13	0,75	17,12

Berdasarkan tabel diatas, perolehan nilai porositas beton pada kondisi variasi 5% fly ash sebesar 14,68%. Pada kondisi variasi 10% fly ash mengalami penurunan sebesar 12,8% dengan nilai porositasnya 29,3%, tetapi semakin besar variasi fly ash yang digunakan, maka nilai porisitasnya semakin meningkat, atau porisitas beton semakin meningkat, seiring berkurangnya penggunaan fly ash pada campuran beton.

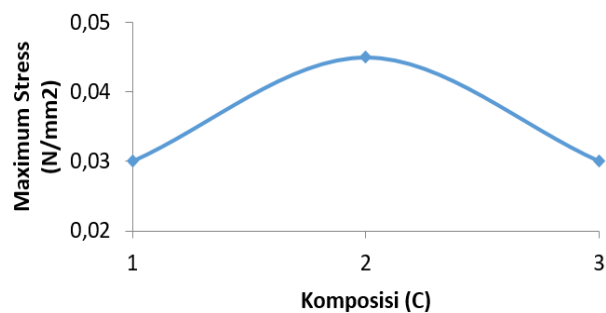
Uji Tekan (Compression Test)

Uji tekan dilakukan pada penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan mekanik support layer jika mengalami gaya tekan.

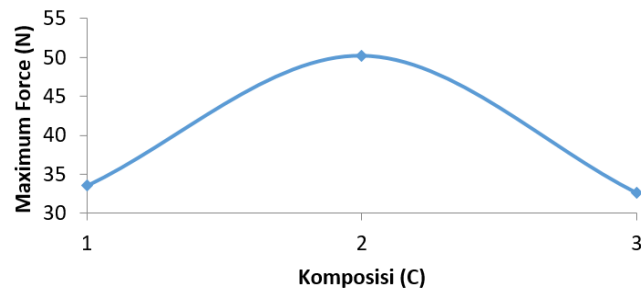
Tabel 2. Hasil Pengujian Compression/ Uji tekan

No	Nama Sample		Hasil	
			Maximum Stress (N/mm ²)	Masimum Force (N)
1.	P 10- C1	Specimen-1	0,02	28,25
		Specimen-2	0,03	31,30
2.	P 20-C1	Specimen-1	0,01	16,35
		Specimen-2	0,03	39,39
3.	P 30-C1	Specimen-1	0,05	56,48
		Specimen-2	0,03	30,88
4.	P 20-C1	Specimen-1	0,03	32,13
		Specimen-2	0,03	34,95
5.	P 20-C2	Specimen-1	0,06	65,45
		Specimen-2	0,03	34,93
6	P 20-C3	Specimen -1	0,07	71,86
		Specimen-2	0,03	36,91

Untuk hasil uji tekan berdasarkan variabel komposisi bahan, dapat dilihat pada grafik 2. A dan 2. B.



Gambar 2. A. Grafik Maximum Stress Vs Tekanan



Gambar 2.B Grafik Maximum Stress Vs Komposisi

Dari hasil uji tekan yang dilakukan pada penelitian ini diperoleh hasil maksimum force atau gaya uji maksimum bahan (membran) pada saat mengalami kerusakan atau hancur saat di tarik atau di tekan pada posisi maximum force 51 (N) dan komposisi bahan. Sedang dari hasil maksimum stres diperoleh gaya tekan membran berdasarkan kekuatan tarik bahan persatuan luas pada tekanan 0,045 (N/mm²).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan:

1. Penambahan fly ash pada campuran beton terhadap kuat tekan rencana tidak terpenuhi, dikarenakan kuat tekan rencana jalan lingkungan yaitu sebesar 25,44 Mpa, dari penelitian ini kuat tekan yang didapat pada beton normal 0% adalah sebesar 9,483 Mpa dan hasil kuat tekan yang optimum pada penelitian ini dihasilkan pada campuran Fly Ash 15% dengan umur beton 28 hari dikategorikan rendah yaitu sebesar 6,048 MPa.
2. Penambahan fly ash pada campuran beton terhadap porositas beton, nambahan fly ash pada campuran beton porous terhadap Porositas beton porous, yang dihasilkan pada campuran Fly Ash 15% dengan umur beton 28 hari dikategorikan terpenuhi yaitu sebesar 2,34%, Porositas yang optimum Beton normal 0%, pada umur beton 28 hari dikategorikan tinggi yaitu sebesar 2,07 % yang dimana menurut ACI R552-10 beton mengandung presentase tinggi sebesar 10% sampai 15%.
3. Komposisi campuran beton porous dengan Fly Ash yang Optimum untuk pada jalan beton di peroleh dari campuran hasil dari beton normal 0% dengan hasil Minumun diperoleh pada campuran Fly Ash 5% dengan nilai Porositas sebesar 2,34%.
4. Perlu dilakukan penelitian tentang kadar Fly Ash yang Optimum pada variasi yang baik atau dengan penambahan zat kimia tambahan.

REFERENSI

ACI 522 R-10, 2010. American concrete institute, Report on Pervious Concrete Farmington Hills, Michigan.

- Ade Okvianti, Irlan, Dewi Rintawati Paikun, 2020, Studi Literatur Beton Berpori Dengan Penambahan Fly Ash, Superplasticizer, dan Serat Terhadap Kuat Tekan, Kilat, Vol,9,No,2, Oktober 2020.
- Ade Okvianti Irlan Grace Kurniawati Muhammad Sofya,2020, Tinjauan Karakteristik Bahan Penyusun Beton Berpori dengan Penggunaan Fly Ash dan Superplasticizer Untuk Pengerasan Jalan Ramah Lingkungan, Kilat Vol.9, No 2, Oktober 2020.
- Celien Quinli Ondang, Steenie E. Wallah, Reky S. Windah,2020 Sifat Mekanik Dan Permeabilitas Beton Porous Dengan Substitusi Fly Ash Terhadap Semen, jurnal sipil statik Vol No.4 Juli 2020.
- Daryanto, Ari Prabowo, Ary Setyawan Kusno Adi Sambowo, 2013, Desain beton berpori untuk pengerasan jalan yang ramah lingkungan, jurnal teknik sipil sebelat maret, 2013.
- Fitria Munita, Sari, Ary Setyawan, Kusno Adi Sambowo, 2013, Tinjauan Durabilitas Beton Berpori Sebagai Pengerasan Jalan Yang Ramah Lingkungan, jurnal teknik sipil sebelas maret.
- Nugraheni, M.W. 2011, Tinjauan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Berserat Baja dengan Menggunakan Filler Nanomaterial, Laporan Tugas Akhir, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sebayang, S. 2011, Tinjauan Sifat-Sifat Mekanik Beton Alir Mutu Tinggi dengan Silika Fume sebagai Bahan Tambahan, *Jurnal Rekayasa UNL*, Vol. 15, No. 2, pp. 131-138.