



# ANALISIS KUAT LENTUR CAMPURAN BETON MENGGUNAKAN LIMBAH B3 SEBAGAI BAHAN ADIKTIF

Marguan Fauzi<sup>1</sup>, Desti Ayu Lestari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri

<sup>2</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Indo Global Mandiri

*marguan.fauzi@gmail.com*

Naskah diterima :19 September 2020. Disetujui: 21 September 2020. Diterbitkan :30 September 2020

## ABSTRAK

Permasalahan beton yang terjadi pada daerah pantai adalah beton akan bercampur dengan air garam yang mengandung Natrium Klorida yang dapat meresap ke dalam beton sehingga dapat merusak beton. Tujuan penelitian ini mengetahui presentase kuat lentur beton optimum dan pengaruh Fly Ash dan GGBFS sebagai zat additive *Ordinary Portland Cement* (OPC) terhadap kuat lentur beton rencana fs 5 Mpa dengan perendaman menggunakan air laut. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk balok dengan 7 variasi campuran yaitu beton normal, beton dengan penambahan Fly Ash 2%, 4%, 6% dan GGBFS 2%, 4%, 6%. Berdasarkan hasil pengujian kuat lentur beton optimum didapat pada variasi Fly Ash 4% sebesar 3,98 MPa. Sedangkan kuat lentur beton optimum pada GGBFS didapat pada variasi GGBFS 6% sebesar 4,90 MPa. Bisa disimpulkan bahwa pengaruh yang dihasilkan pada penambahan Fly Ash 2% dan 6% dapat menurunkan kuat lentur beton karena sifatnya yang mudah menggumpal. Sedangkan pengaruh yang dihasilkan pada penambahan GGBFS 2%, 4%, 6% dapat meningkatkan nilai kuat lentur beton. Semakin bertambahnya persentase penambahan GGBFS mempengaruhi nilai kuat lentur beton dengan perendaman menggunakan air laut yang mengandung asam sulfat sebesar 57,1 Mg/L.

---

Kata kunci :Fly Ash, GGBFS, OPC, Kuat Lentur

---

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Porositas pada beton sangat penting diteliti terutama pada bangunan daerah pantai. Kadar air tinggi berdampak pada umur konstruksi dan kekuatan bangunan sehingga perlu perlakuan khusus terhadap struktur bangunan tersebut. Pembangunan konstruksi bangunan air laut yang digunakan yaitu menggunakan konstruksi beton. Karena beton lebih mudah dibentuk sesuai keinginan dan

bahan baku pembuatan beton mudah didapatkan.

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk [1]

Pada penelitian ini peneliti akan meneliti tentang Pengaruh Penggunaan Limbah B3

sebagai *additive* Pada *Ordinary Portland Cement* (OPC) Terhadap Kuat Lentur Beton Mutu Tinggi Fs 5 Mpa. Menggunakan bahan tambah *Fly Ash* dan *Ground Granulate Blast Furnace Slag* (GGBFS) dengan proses perendaman menggunakan air laut yang mengandung garam.

## 1.2. Tinjauan Pustaka

### Material Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari air, semen portland, agregat, kasar dan halus serta bahan tambah. Setiap bahan penyusun mempunyai fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda. Semen yang diaduk dengan air akan membentuk pasta semen. Bila pasta semen ditambah dengan pasir akan menjadi mortar semen. Jika ditambah lagi dengan kerikil/batu pecah disebut beton. Pada umumnya beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40% dan agregat (agregat halus dan kasar) sekitar 60% - 75% [2].

### Bahan Tambahan (*Admixture*) atau Bahan Pengganti

Bahan campuran tambahan (*admixture*) adalah bahan yang bukan yang bukan air, agregat maupun semen yang ditambahkan kedalam campuran sesaat atau selama pencampuran. Fungsi bahan ini adalah untuk mengubah sifat beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu atau ekonomis dan untuk menghemat energi [3].

Bahan kimia tambahan untuk beton adalah suatu produksi disamping bahan semen, agregat, campuran dan air juga dicampurkan dalam campuran spesi beton. Tujuan dari penambahan bahan kimia ini adalah untuk memperbaiki sifat-sifat tertentu dari campuran beton lunak dan keras. Takaran bahan kimia tambahan ini sangat sedikit dibandingkan dengan bahan utama sehingga takaran bahan ini diabaikan. Bahan kimia tambahan tidak dapat mengoreksi komposisi spesi beton yang buruk [4][15].

### Kandungan *Fly Ash* Batubara

*Fly ash* batubara mengandung unsur kimia antara lain silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), fero oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ), juga mengandung unsur tambahan lain yaitu magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), titanium oksida ( $\text{TiO}_2$ ), alkalin ( $\text{Na}_2\text{O}$  dan  $\text{K}_2\text{O}$ ), sulfur trioksida ( $\text{SO}_3$ ), pospor oksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) dan karbon. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fisik, kimia dan teknis dari *fly ash* adalah tipe batubara, kemurnian batubara, tingkat penghancuran, tipe pemanasan dan operasi, metoda penyimpanan dan penimbunan [5].

### *Ground Granulate Blast Furnace Slag* (GGBFS)

*Ground Granulate Blast Furnace Slag* (GGBFS) berbentuk butiran/pasir merupakan residu pembakaran pada tanur (*furnace*) dari proses pemurnian baja. Untuk pembentuk GGBFS adalah GGBFS yang sudah dihaluskan yang memiliki sifat cementitious layaknya semen yang dapat berfungsi sebagai bahan perekat agregat. Pada kehalusan yang baik, GGBFS menunjukkan kualitas perekatan yang sama dengan semen *portland*. Oleh karena itu dapat menggantikan fungsi semen portland dengan rasio perbandingan massa tertentu . berbagai level pengganti GGBFS dimulai 10% sampai lebih dari 70%.

### Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton merupakan nilai lentur max dari beton biasa (tanpa ada tulangan) yang diletakkan diatas dua tumpuan kemudian dibebani pada setiap 1/3 dari bentang sehingga menghasilkan momen lentur yang mengalihkan tegangan-tegangan tarik dan tegangan-tegangan tekan pada bagian bawah bagian atas balok tersebut. Balok tersebut patah akibat tegangan tarik dari kekuatan lentur yang dihasilkan [6].

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian laboratorium yaitu dimulai dengan pengujian properties material, pengujian campuran dan analisis data hasil pengujian. Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan menggunakan alat pengaduk beton molen (mixer berkapasitas 3 benda uji

dalam sekali pembuatan. Penelitian ini terdiri dari 7 varian, setiap varian terdiri dari 63 benda uji. Benda uji berbentuk balok dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.

### 2.1. Pengujian Properties Material

Seluruh material yang digunakan dalam penelitian harus melalui pengujian sifat-sifat teknis sesuai dengan pedoman yang berlaku yaitu Spesifikasi Pengujian Standar Nasional Indonesia.

### 2.2. Pengujian Kuat Lentur Beton

Setelah semua benda uji dari keseluruhan varian dibuat selanjutnya dilakukan pengujian kuat lentur benda uji berdasarkan umur yang telah ditentukan dengan bertujuan untuk mengetahui kuat lentur beton dengan penambahan *Fly Ash* dan GGBFS untuk mengetahui persentase ideal terbesar *Fly Ash* dan GGBFS. Pengujian ini dilakukan di laboratorium PT. Waskita *Precast Beton Plant* Jakabaring Palembang

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapat hasil dan pembahasan.

### 3.1. Hasil Pengujian Properties Material

Pengujian properties material dilakukan pada agregat dan semen yang akan digunakan dalam penelitian. Berikut ini adalah hasil pengujian properties material tertera pada Tabel 1 dan Tabel 2.

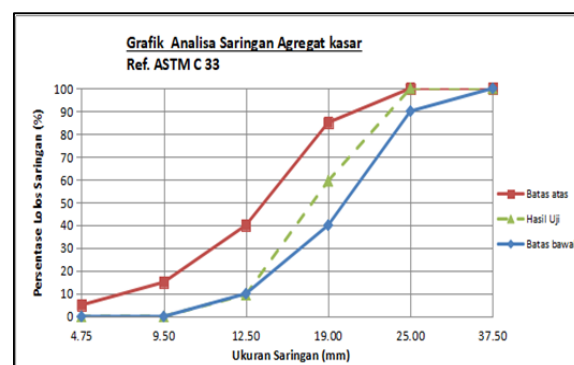
Tabel 1 Karakteristik Agregat Kasar

No	Pengujian	Spek.	Hasil
1	Analisa Saringan	-	Terlampir
2	Berat Jenis Jenuh Kering Muka (SSD)	-	2.66
3	Berat Jenis <i>Bulk</i>	Min. 2,5	2.63
4	Berat Jenis Semu	-	2.73
5	Penyerapan	Maks. 3%	1.48%
6	Abrasi (500 putaran)	Maks. 40%	15,22%
7	Lolos Saringan No. 200	Maks. 2%	0.38%

Tabel 2 Karakteristik Agregat Halus

No	Pengujian	Spek.	Hasil
1	Analisa Saringan	-	Terlampir
2	Berat Jenis Jenuh Kering Muka (SSD)	-	2.55
3	Berat Jenis Bulk	Min. 2,5	2.51
4	Berat Jenis Semu	-	2.61
5	Penyerapan	Maks. 3%	1.62%
6	Lolos Saringan No. 200	Maks. 10%	10.95%
7	Setara Pasir	Min. 60%	92.77%

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa agregat yang digunakan dalam penelitian ini baik agregat kasar, agregat halus dan *filler* telah memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010.

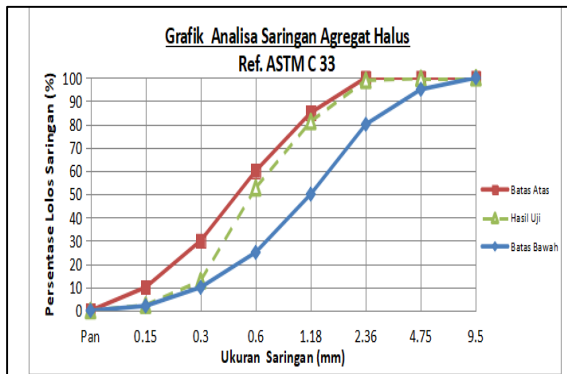


Gambar 1. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari grafik pada Gambar 1, dapat dilihat hasil pengujian analisa saringan agregat kasar yang lolos saringan 37,50 mm adalah sebesar 100%, saringan 25,00 mm memperoleh 100%, saringan 19,00 mm memperoleh 59,45% , saringan 12,50mm memperoleh 9,60% , saringan 9,50mm memperoleh 0,05%, saringan 4,75mm (No.4) memperoleh 0,05% , dan saringan no.200 (pan) sebesar 0,00%. Menurut SNI 1968:2010 Fine modulus untuk agregat kasar bekisar antara 7,60 – 8,60.

Dari grafik pada Gambar 2 dapat dilihat hasil pengujian analisa saringan agregat kasar yang lolos saringan 9,50 mm adalah sebesar 100%, saringan 4,75 mm memperoleh 99,75%, saringan 2,36 mm memperoleh 98,89% , saringan 1,18 mm memperoleh 81,23% , saringan 0,60 mm memperoleh 52,70% , saringan 0,30 mm (No.50) memperoleh 12,80%, saringan 0,15 mm memperoleh

2,29 % dan saringan no.200 (pan) sebesar 0,00%.



Gambar 2. Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Menurut SNI 1968:2010 fine modulus untuk agregat halus berkisar antara 2,30 – 3,10. Berdasarkan hasil analisa saringan agregat halus termasuk pada kategori halus yaitu fine modulus 2,52.

### 3.2. Perencanaan Campuran Beton

Pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan menggunakan komposisi campuran beton seperti terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Campuran Beton

No	Karakteristik	Nilai
1	Kuat Lentur Karakteristik	5 Mpa
2	Standar Deviasi	2 Mpa
3	Nilai Tambah	1,64 x 2 = 33 Mpa
4	Kuat lentur Rata-rata Target	5 + 2 = 7 Mpa
5	Jenis Semen	OPC Tipe I
6	Jenis Agregat Halus	Ex. Tanjung Raja
7	Jenis Agregat Kasar	Ex. Bojonegoro
8	Faktor Air Semen Bebas	0,344
9	Slump	5 ± 2,5
10	Ukuran Agregat Maximum	20 mm
11	Kadar Air Bebas	306
12	Berat Jenis Agregat Kasar	2,59
13	Berat Jenis Agregat Halus	2,67
14	Jumlah Semen	612,9 kg <sup>3</sup>
15	Jumlah Semen Maksimum	612,9 kg <sup>3</sup>
16	Kadar Agregat Halus	513,182 kg <sup>3</sup>
17	Kadar Agregat Kasar	1041,915 kg <sup>3</sup>

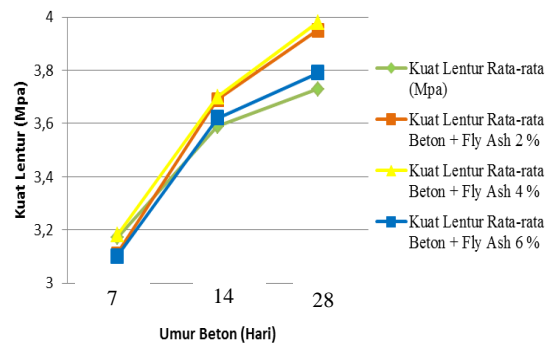
Tabel 4. Komposisi Campuran

Campuran	Semen	Air	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Untuk m <sup>3</sup>	612,9	215	513,182	1041,95
Untuk 3 buah balok	20,83	7,31	17,44	35,42

### 3.3. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Fly Ash

Tabel 5 Kuat Lentur Beton Fly Ash

Jenis Campuran	Kuat Lentur Rata-rata		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Beton Normal	3,17	3,59	3,73
Beton + Fly Ash 2 %	3,11	3,69	3,95
Beton + Fly Ash 4 %	3,18	3,70	3,98
Beton + Fly Ash 6 %	3,10	3,62	3,79



Gambar 3. Grafik Rekapitulasi Kuat Lentur Rata-rata dengan Campuran GGBFS terhadap Umur Beton

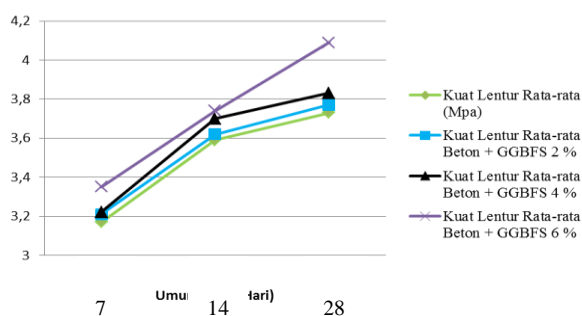
Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan penambahan Fly Ash pada semen OPC dapat meningkatkan kuat lentur beton. Kecuali, pada penambahan Fly Ash 2 % menyebabkan terjadinya penurunan kuat lentur beton terhadap beton normal umur 7 hari. Sedangkan pada umur 14 hari dan 28 hari mengalami kenaikan kuat lentur rata-rata. Pada penambahan Fly Ash 4 % mengalami peningkatan kuat lentur beton rata-rata pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari terhadap beton normal. Pada penambahan Fly Ash 6 % mengalami penurunan pada umur 7 hari.

Sedangkan, pada umur 14 hari dan 28 hari terjadi peningkatan terhadap beton normal. Penurunan kuat lentur rata-rata pada penambahan *Fly Ash* 2 % dan 6 % menunjukkan bahwa reaksi *Fly Ash* pada umur awal dengan variasi tersebut berjalan lebih lama dibandingkan reaksi semen. Kuat lentur rata-rata dengan variasi campuran *Fly Ash* terbesar diperoleh pada saat beton berumur 28 hari yaitu pada beton dengan penambahan *Fly Ash* 2 % sebesar 3,95 Mpa. Sedangkan, kuat lentur rata-rata terkecil diperoleh beton dengan penambahan *Fly Ash* 4 % sebesar 3,98 Mpa.

### 3.4. Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton GGBFS

Tabel. 6 Kuat Lentur Beton GGBFS

Jenis Campuran	Kuat Lentur Rata-rata		
	7 Hari	14 Hari	28 Hari
Beton Normal	3,17	3,59	3,73
Beton + GGBFS 2 %	3,21	3,62	3,77
Beton + GGBFS 4 %	3,22	3,70	3,83
Beton + GGBFS 6 %	3,35	3,74	4,07



Gambar 4. Grafik Rekapitulasi Kuat Lentur Rata-Rata dengan Campuran GGBFS terhadap Umur Beton

Berdasarkan hasil penelitian kuat lentur beton dengan penambahan GGBFS pada semen OPC dapat meningkatkan kuat lentur beton. Kuat lentur rata-rata dengan variasi campuran GGBFS terbesar diperoleh pada saat beton berumur 28 hari yaitu pada beton dengan penambahan GGBFS 6 % sebesar 4,09 Mpa. Sedangkan, kuat lentur rata-rata terkecil

diperoleh beton dengan penambahan GGBFS 2 % umur 7 hari sebesar 3,21 Mpa.

## 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah didapat bahwa Kuat lentur beton optimum dengan penambahan *Fly Ash* 4 % pada umur 7 hari 3,18 Mpa, 14 hari 3,70 MPa dan 28 hari 3,98 Mpa. Sedangkan persentase kuat lentur beton optimum GGBFS pada umur 7 hari dengan variasi campuran GGBFS 6 % sebesar 3,35 Mpa, 14 hari sebesar 3,74 Mpa, dan 28 hari 4,09 MPa. Campuran yang paling efektif diperoleh pada campuran *Fly Ash* 4 % umur 28 hari sebesar 3,98 MPa dan GGBFS 6 % dengan umur 28 hari sebesar 4,09 MPa.

## Daftar Pustaka

- [1] Tjokrodinuljo, 2007. Teknologi Beton. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [2] Mulyono, 2003. Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.
- [3] Nawy, 2010. Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. Bandung: Aditama.
- [4] Dipohusodo, 1993, Struktur Beton Bertulang. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- [5] Wardani, 2008. Pemanfaatan Limbah Batubara (fly ash). Semarang : Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- [6] Parhastuti, 2014. Rancangan Beton Bertulang. Bandung : Politeknik Negeri Bandung.
- [7] Lina Flaviana Tilik, 2014. Pengaruh Abu Terbang Sebagai Filler Untuk Kuat Tekan Beton. Palembang: Jurnal Pilar Politeknik Negeri Sriwijaya
- [8] Tjokrodinuljo, 1989. Teknologi Beton. Yogyakarta: Biro Penerbit.
- [9] Nawy, 1998. Beton Bertulang. Bandung: Aditama.

- [10] SNI 1737-1989-F. Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton.
- [11] SNI-4431-2011. Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan.
- [12] SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- [13] SNI 1969-2008. Cara Uji Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Kasar.
- [14] SNI-4431-2011. Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal dengan Dua Titik Pembebanan.
- [15] Indrayani, Jessica Delvianty, Mutiara Selmina, Andi Herius, Revias Noerdin, 2019. Fly Ash Sebagai Alternatif Pengganti Semen pada Beton Geopolimer Ramah Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri, Palembang, 2 (2): 56-62.