THE INFLUENCE OF INITIAL PRESSURE ON THE CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH

Lina Flaviana Tilik, Maulid M. Iqbal, Rosidawani Firdaus

ABSTRACT

This study is aimed to find out the influence of initial pressure and the percentage of fly ash as partial substitution of cement on the value of concrete compressive strength. The test object used is cylindrical with a diameter 10 cm and a height of 20 cm. This study used independent variables of initial pressure of 25 kg/cm², 50 kg/cm², and 75 kg/cm², and dosages of fly ash of 5%, 10%, 15% and 20%. The concrete compressive strength with initial pressure is higher than which without initial pressure. The percentage of fly ash 5%, 10%, 15% and 20% given lower concrete compressive strength than the normal. The result of study that the composition of concrete mixture which is given an initial pressure of 75 kg/cm² produces a highest compressive strength is 41,08 MPa.

Key Word : Concrete, Initial Pressure, Fly ash.

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan di bidang teknik sipil. Untuk mendapatkan beton yang mempunyai kuat tekan tinggi maka diperlukan perencanaan berupa desain campuran beton (*mix design).* Campuran beton harus direncanakan dengan komposisi yang tepat sehingga mudah dikerjakan pada saat basah dan dapat memenuhi kuat tekan beton yang telah direncanakan sebelumnya.

Salah satu masalah yang sangat berpengaruh pada kuat tekan beton adalah adanya porositas. Semakin besar porositasnya maka kuat tekannya semakin kecil, sebaliknya semakin kecil porositas kuat tekan semakin besar.

Pada penelitian ini dilakukan pemadatan dengan memberikan tekanan awal pada beton muda (segar) dengan menggunakan mesin uji tekan beton. Mesin uji tekan beton biasa digunakan saat pengetesan kuat tekan beton.

Seperti diungkapkan dalam uraian latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

a. Berapa besar kekuatan yang akan terjadi pada beton setelah dilakukan penekanan awal ?
b. Berapa besar perubahan kuat tekan jika ditambah abu terbang sebagai substitusi parsial semen ?
c. Berapa besar pengaruh tekanan awa (*initial pressure*) terhadap kuat tekan ?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

(1) Menganalisis pengaruh tekanan awal pada beton Segar terhadap nilai kuat tekan beton.
(2) Untuk mengetahui pengaruh bahan tambah abu terbang sebagai bahan substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton.

Agar penelitian tidak menyimpang dari tujuannya, maka diberi batasan sebagai berikut:

(1) Penelitian ini menggunakan dua variabel yaitu: variabel bebas I, tekanan awal yang ditentukan adalah: 25 kg/cm², 50 kg/cm², dan 75 kg/cm² dan variabel bebas II, persentase jumlah abu terbang adalah: 5%, 10%, 15%, dan 20%.
(2) Metode perhitungan dengan menggunakan SNI-03-2834-1993.
(3) Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm, dengan sampel 120 buah silinder.
(4) Pengujian dilakukan pada umur beton 3, 14 dan 28 hari.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk massa padat. Campuran bahan-bahan yang membentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan (*workability),* memenuhi kuat tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis.

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik yang harus diperhatikan adalah kepadatan beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi kepadatan beton antara lain:

a. Gradasi agregat.
b. Proporsi campuran.
c. Kadar air.

Tujuan pemadatan pada beton segar adalah:

a. Untuk mengurangi rongga-rongga udara dalam beton.
b. Untuk mendapatkan kepadatan beton yang optimal.

Rongga udara ini dapat dikurangi dengan melakukan:

a. Penekanan awal (*initial pressure*) sebelum beton mengeras.
b. Penambahan bahan pengganti sebagian semen berupa abu terbang yang merupakan filler dalam beton dan memanfaatkan sifat *pozzolan* dari abu terbang untuk memperbaiki mutu beton.

Sifat *pozzolan* adalah sifat material yang dapat bereaksi dengan bebas dan dapat membentuk suatu persenyawaan dalam semen dan air.

Tekanan awal yang diberikan pada beton segar pada prinsipnya sama dengan proses konsolidasi pada tanah. Dimana, konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpermeabilitas rendah akibat pembebanan.

Hal-hal yang perlu diperhatikan saat dilakukan pemadatan adalah :

(1) Pemadatan dilakukan sebelum waktu *setting*, biasanya antara 1sampai 2 jam bergantung apakah ada pemakaian *admixture*.
(2) Alat pemadat tidak boleh menggetar pembesian, karena akan menghilangkan dan melepaskan kuat lekat antara besi dengan beton yang baru dicor dan memasuki tahap waktu *setting*.
(3) Pemadatan tidak boleh terlalu lama untuk menghindari *bleeding*, yaitu naiknya air atau pasta semen ke atas permukaan beton dan meninggalkan agregat di bagian bawah.

Pemadatan pada beton segar dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

(1) Dengan batang penumbuk baja.
(2) Menggunakan alat getar mekanis (*vibrator*) atau meja getar.
(3) Dengan mesin *sentrifugal.*

Ditinjau dari struktur mineralnya, abu terbang terdiri atas struktur "*glass"* dan struktur *crystalline.* Struktur yang reaktif dalam beton adalah *glass* (*silika alumina glass)* dan diyakini bertanggung jawab atas perilaku *pozzolan* yang tergantung pada:

a. Mutu dan jenis batubara yang digunakan.
b. Dimensi tungku pembakaran abu batubara.
c. Efisiensi pembakaran dan kehalusan batubara.
d. Sistem penangkapan abu terbang dari pembakaran.

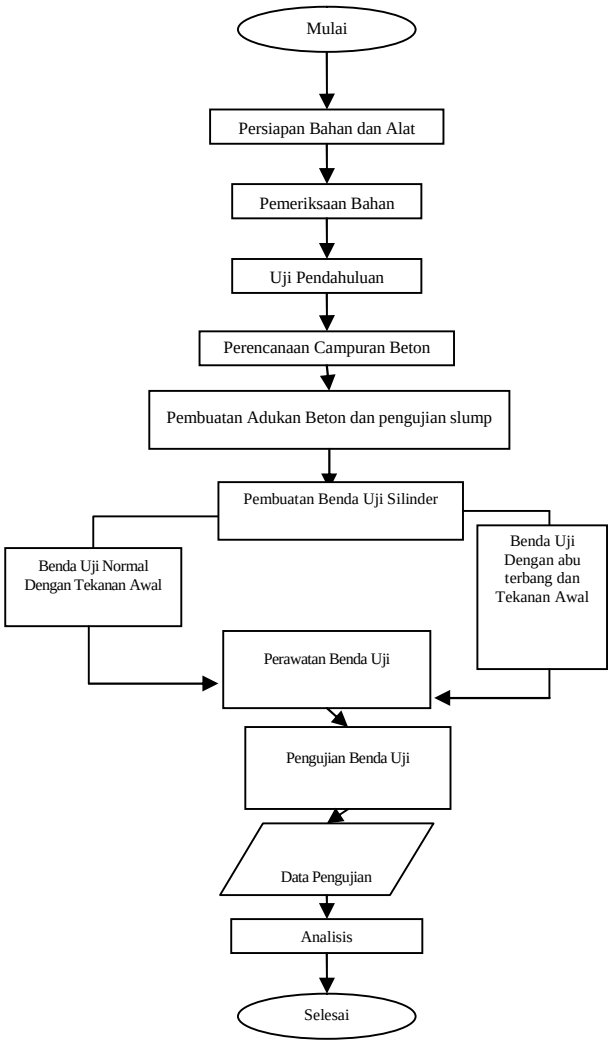
Dalam penelitian ini digunakan abu terbang kelas F yang diambil dari PT. Buki Asam Tanjung Enim. Dalam penelitian ini dipakai dosis abu terbang sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20%.

Rancangan campuran beton dilakukan untuk menentukan proporsi semen, agregat halus dan kasar, serta air sehingga memenuhi persyaratan diantaranya adalah kekuatan tekan yang dicapai pada umur 28 hari, *workability* dan *durabilitas.* Rancangan campuran beton dengan *zero slump*. *Zero slump* artinya suatu beton yang memiliki w/c yang rendah untuk menghasilkan nilai slump yang sangat kecil (≈0), sehingga beton tersebut kering dan keras.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen *portland* typeI merk Baturaja, agregat halus (pasir) berasal dari daerah Tanjung Raja OKI (zona 2) dan agregat kasar *(split*) diambil di kisaran Lahat, air diambil dari laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya dan abu terbang diambil di daerah Tanjung Enim PT Bukit Asam.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dibuat berdasarkan variasi tekanan awal yaitu 25 kg/cm², 50 kg/cm², dan 75 kg/cm² dan variasi persentase abu terbang dalam benda uji yaitu: 5%, 10%, 15%, dan 20%. Jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Identitas Benda Uji

Kode Benda Uji	Abu Terbang (%)	Jumlah benda uji setiap umur			Ket.
		3	14	28	
BN	0	2	2	2	6
BNT25		2	2	2	6
BNT50		2	2	2	6
BNT75		2	2	2	6
BFA5	5	2	2	2	6
BFA5.25		2	2	2	6
BFA5.50		2	2	2	6
BFA5.75		2	2	2	6
BFA10	10	2	2	2	6
BFA10.25		2	2	2	6
BFA10.50		2	2	2	6
BFA10.75		2	2	2	6
BFA15	15	2	2	2	6
BFA15.25		2	2	2	6
BFA15.50		2	2	2	6
BFA15.75		2	2	2	6
BFA20	20	2	2	2	6
BFA20.25		2	2	2	6
BFA20.50		2	2	2	6
BFA20.75		2	2	2	6
				Total	120

Sumber: Penelitian Laboratorium Polsri

Keterangan Identitas Benda Uji :

BN = Beton Normal
BNT25 = Beton Normal dengan Tekanan Awal 25 kg/cm²
BFA5 = Beton ditambahkan 5% Fly ash
BFA5.25 = Beton ditambahkan 5% Fly Ash dengan Tekanan Awal 25 kg/cm²

Metode perhitungan dengan menggunakan SNI-03-2834-1993. Dalam perhitungan ini, nilai-nilai yang perlu diketahui sebelum perhitungan adalah kuat tekan yang diisyaratkan $f'_c = 30$ MPa. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Dalam penelitian ini komposisi campuran beton dibuat berdasarkan SNI-03-2834-1993. Komposisi campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Komposisi Campuran Beton Untuk 1 m³

Kadar Abu Terbang (%)	Semen (kg)	Abu Terbang (kg)	Agregat Kasar (kg)	Agregat Halus (kg)	Air (lt)
0	600	0,0	873,53	658,98	180
5	570	30	873,53	658,98	180
10	540	60	873,53	658,98	180
15	510	90	873,53	658,98	180
20	480	120	873,53	658,98	180

Sumber: Penelitian Laboratorium Polsri

Setelah didapat proporsi masing-masing material pembentuk beton dalam *mix design*, baru dilakukan langkah-langkah pengadukan benda uji**:**

(1) Pertama-tama dilakukan penimbangan semen, pasir, batu pecah, air dan abu terbang sesuai dengan proporsi yang telah dihitung, kemudian bahan-bahan yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam wadah (pan). Pencampuran ini dilakukan dengan urutan memasukkan agregat halus dan agregat kasar secara bertahap lalu diaduk.
(2) Masukkan semen lalu diaduk kemudian tambahkan air, setelah campuran beton tercampur lalu diaduk sampai semua bahan tercampur rata, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran slump. Campuran beton normal tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang telah diolesi dengan oli. Kemudian dibuat tiga lapisan pada setiap lapisan ditumbuk dengan tongkat sebanyak 25 kali.

Demikian juga untuk campuran beton yang ditambahkan dengan abu terbang. Setelah adukan ditambahkan semen masukkan juga abu terbang lalu diaduk rata dan masukkan air. Langkah selanjutnya sama dengan pembuatan beton normal**.**

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pengujian beton dilakukan pada saat benda uji berumur 3, 14 dan 28 hari. Nilai kuat tekan diperoleh dari rumus sebagai berikut:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Dengan : f'c = kuat tekan (MPa),
P = beban maksimum (kg),
A = luas penampang benda uji (cm²).

Hasil Kuat Tekan Benda Uji Akibat Tekanan Awal Tanpa Abu Terbang

Tabel 3 Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Akibat Tekanan Awal Tanpa Abu Terbang

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)		
		3	14	28
1	BN	17,39	31,78	34,27
2	BNT25	28,03	32,36	35,54
3	BNT50	31,91	35,03	38,09
4	BNT75	34,51	38,15	41,08

Sumber: Penelitian Laboratorium Polsri

Dari Tabel 3 terlihat bahwa pada umur 28 hari, beton normal yang diberi tekanan awal 75 kg/cm² (BNT75) lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton tanpa tekanan awal (BN). Kuat tekan beton yang dihasilkan akibat tekanan awal 75 kg/cm² pada umur 28 hari sebesar 41,08 MPa sedangkan kuat tekan beton tanpa tekanan awal sebesar 34,27 MPa.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian kuat tekan benda uji akibat tekanan awal dan persentase abu terbang. Persentase abu terbang yang digunakan adalah 5% dari substitusi parsial semen.

Tabel 4 Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Akibat Tekanan Awal dan Abu Terbang 5%.

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)		
		3	14	28
1	BFA5	15,28	29,59	32,55
2	BFA5.25	23,68	30,20	34,40
3	BFA5.50	29,94	30,96	35,43
4	BFA5.75	31,06	35,31	36,16

Sumber: Penelitian Laboratorium Polsri

Dari Tabel 4 terlihat bahwa pada umur 28 hari untuk komposisi abu terbang sebanyak 5% dan akibat tekanan awal 75 kg/cm² menghasilkan kuat tekan pada beton sebesar 36,16 MPa, sedangkan komposisi abu terbang 5% tanpa tekanan awal menghasilkan kuat tekan sebesar 32,55 MPa.

Tabel 5 Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Akibat Tekanan Awal dan Abu Terbang 10%.

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)		
		3	14	28
1	BFA10	14,89	28,79	31,15
2	BFA10.25	21,15	29,27	32,61
3	BFA10.50	21,78	30,93	34,71
4	BFA10.75	24,36	34,29	35,23

Sumber : Penelitian Laboratorium Polsri

Dari Tabel 5 terlihat bahwa pada umur 28 hari untuk komposisi abu terbang sebanyak 10% akibat tekanan awal 75 kg/cm² menghasilkan kuat tekan pada beton sebesar 35,23 MPa, sedangkan komposisi abu terbang 10% tanpa tekanan awal menghasilkan kuat tekan sebesar 31,15 MPa.

Tabel 6 Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Akibat Tekanan Awal dan Abu Terbang 15%.

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)		
		3	14	28
1	BFA15	13,80	26,95	30,38
2	BFA15.25	20,38	27,59	30,88
3	BFA15.50	21,07	29,36	33,95
4	BFA15.75	23,48	32,29	34,59

Sumber: Penelitian Laboratorium Polsri

Dari Tabel 6 terlihat bahwa pada umur 28 hari untuk komposisi abu terbang sebanyak 15% akibat tekanan awal 75 kg/cm² menghasilkan kuat tekan pada beton sebesar 34,59 MPa, sedangkan komposisi abu terbang 15% tanpa tekanan awal menghasilkan kuat tekan sebesar 30,38 MPa.

Tabel 7 Data Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji Akibat Tekanan Awal dan Abu Terbang 20%.

No.	Kode Benda Uji	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)		
		3	14	28
1	BFA20	12,07	24,35	29,43
2	BFA20.25	18,94	26,09	30,06
3	BFA20.50	20,99	28,16	32,52
4	BFA20.75	22,74	31,42	33,44

Sumber: Penelitian Laboratorium Polsri

Dari Tabel 7 terlihat bahwa pada umur 28 hari untuk komposisi abu terbang sebanyak 20% akibat tekanan awal 75 kg/cm² menghasilkan kuat tekan 33,44 MPa.

Persentase Kuat Tekan Benda Uji

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa persentase kuat tekan beton normal akan semakin meningkat dengan diberikan tekanan awal. Tekanan awal sebesar 75 kg/cm² akan memberikan peningkatan terhadap kuat tekan beton normal sebesar 19,87%. Peningkatan yang besar terjadi juga pada beton yang diberi tekanan awal 75 kg/cm² dengan tambahan abu terbang 15% sebesar 13,86% pada beton sebesar 33,44 MPa.

Tabel 8 Persentase Kenaikan Kuat Tekan

Kode Benda Uji	Tekanan Awal (kg/cm2)	Kuat Tekan Rata-Rata Umur 28 Hari (MPa)	% Kenaikan Kuat Tekan
BN	0	34,27	0,00
BNT25	25	35,54	3,71
BNT50	50	38,09	11,15
BNT75	75	41,08	19,87
BFA5	0	32,55	0,00
BFA5.25	25	34,40	5,68
BFA5.50	50	35,43	8,85
BFA5.75	75	36,16	11,09
BFA10	0	31,15	0,00
BFA510.25	25	32,61	4,69
BFA10.50	50	34,71	11,43
BFA10.75	75	35,23	13,09
BFA15	0	30,38	0,00
BFA15..25	25	30,88	1,65
BFA15.50	50	33,95	11,75
BFA15.75	75	34,59	13,86
BFA20	0	29,43	0,00
BFA20..25	25	30,06	2,14
BFA20.50	50	32,52	10,49
BFA20.75	75	33,44	13,63

Sumbe : Penelitian Laboratorium Polsri

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tekanan awal yang diberikan pada beton segar dapat meningkatkan kuat tekan beton. Semakin besar tekanan awal yang diberikan pada beton segar maka akan semakin besar kuat tekan beton yang dihasilkan. Tekanan awal 75 kg/cm² tanpa tambahan abu terbang menghasilkan kuat tekan beton maksimum sebesar 41,08 MPa. Persentase peningkatan kuat tekan akibat adanya tekanan awal adalah sebesar 19,87% pada beton dengan tekanan awal 75 kg/cm², sedangkan persentase peningkatan minimum adalah sebesar 11,09% pada beton dengan tekanan awal 75 kg/cm².
2. Semakin besar tekanan awal yang diberikan pada beton segar maka beton akan semakin padat sehingga semakin besar pula berat isi beton. Hal ini dikarenakan beton yang telah diberi tekanan awal akan semakin padat sehingga pori-pori udara yang ada dalam beton akan lebih kecil dibandingkan dengan beton normal. Berat jenis beton maksimum dengan tekanan awal 75 kg/cm² tanpa tambahan abu terbang sebesar 2,518 ton/m³.

Saran

Dari penelitian ini dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini penulis hanya melakukan penelitian kuat tekan beton dengan pemberian tekanan awal 0, 25 kg/cm², 50 kg/cm² dan 75 kg/cm² dan variasi abu terbang yang dipakai adalah 0, 5%, 10%, 15% dan 20% .
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperbesar variasi abu terbang sebagai substitusi parsial semen serta memperbesar lagi pemberian tekanan awal yang diberikan pada beton segar.

DAFTAR PUSTAKA

ACI 226.3R-87, 1996. *Use of fly ash in Concrete,* reported by ACI Committee 226.

ACI Manual of Concrete Practise, Part 1.

ACI 211.1-89, 1989. *Standard Practise for Selecting Proportions for Normal, Heavyweigth and Mass Concrete*, Reported by ACI Committee 211.

ASTM C-33, 2008. *Standard Specification for Concrete Aggregates*, Reported by ASTM C-33.

Indra Sumajaya, 2004. *Pengaruh Tekanan Awal Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Abu Terbang Sebagai Substitusi Parsial Semen,* Universitas Sriwijaya.

Murdock, L.J, Brook, K.M, 1986. *Bahan Dan Praktek Beton,* Terjemahan Ir. Stephanus Hindarko, Erlangga, Jakarta.

Supartono, F.X , 2000. *Teknologi Beton,* Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

SNI 03-2460-1991. *Abu Terbang Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton, Spesifikasi.*

Riwayat Hidup:

Lina Flaviana Tilik adalah staf pengajar Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil.

Maulid M. Iqbal adalah staf pengajar Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil.

Rosidawani Firdaus adalah staf pengajar Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil.