

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN FLY ASH SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN CAMPURAN SEMEN

Asep Suhana¹, Reza Achmad Gunawan²

Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Mandala Bandung

ABSTRAK

Dalam perkembangan teknologi beton, berbagai usaha dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat yang kurang baik pada beton. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan penyusun beton adalah fly ash. Penambahan abu terbang pada campuran beton dapat mempengaruhi beton antara lain menambah tingkat kemudahan dalam pengerjaan, mengurangi bleeding, tahan terhadap korosi dan permeability, tahan terhadap sulfat, mengurangi panas hidrasi, harga beton lebih ekonomis, menaikkan kekuatan akhir beton. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan fly ash sebagai bahan campuran beton ditinjau berdasarkan sifat fisik beton normal (slump), sifat mekanik beton yang ditinjau dari kuat tekan umur 7 dan 28 hari, serta membandingkan selisih harga antara variasi fly ash sebesar 0%, 5%, dan 15%. Penelitian ini dilakukan dengan mengadakan percobaan menggunakan mix desain yang dimodifikasi dengan fly ash dalam pembuatan betonnya. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 7 dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder. Dari hasil penelitian didapat proporsi optimum penggunaan fly ash dalam campuran beton sebesar 15% dengan kuat tekan rata-rata maksimum pada umur 28 hari sebesar 55,95 MPa > target kuat tekan rata-rata rencana maksimum sebesar 55,62 MPa. Selisih harga antara beton non fly ash dengan beton proporsi fly ash 15% sebesar Rp.35.130,95. Beton dengan kadar fly ash 15% dipilih untuk campuran beton, karena memiliki kuat tekan rata-rata sebesar 55,95 Mpa lebih besar dari target kuat tekan rencana rata-rata sebesar 55,62 MPa, dan selisih harga paling optimum sebesar Rp. 35.130,95.

Kata kunci: Flyash ; Campuran Beton ; Kuat Tekan.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur dan kebutuhan akan tempat tinggal memacu inovasi dalam bidang rekayasa struktur, khususnya bidang teknologi bahan konstruksi. Inovasi-inovasi yang dilakukan di antaranya bertujuan untuk menghasilkan material struktur yang memiliki sifat-sifat yang baik dengan metode dan biaya yang ekonomis. Salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan adalah beton, beton merupakan salah satu bahan konstruksi pekerjaan sipil yang sangat berperan penting dalam pembangunan. Keistimewaan dari beton adalah mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, memiliki nilai kuat tekan yang tinggi, memiliki ketahanan dalam jangka panjang dengan perawatan yang sederhana dan relative murah karena menggunakan bahan dasar dari bahan

lokal. Beton merupakan salah satu material konstruksi yang terdiri dari campuran agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sebagai bahan pengisi, serta semen, zat aditif dan air sebagai bahan pengikat. Dalam perkembangan teknologi beton ini, berbagai usaha dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat yang kurang baik pada beton. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan penyusun beton adalah bahan tambah mineral (additive). Saat ini, bahan tambah mineral lebih banyak digunakan untuk memperbaiki kinerja beton khususnya pada kuat tekan beton, sehingga bahan tambah mineral ini cenderung bersifat penyemenan. Beberapa bahan tambah mineral ini yaitu adalah pozzollan, fly ash, slag, dan silica fume. Penambahan abu terbang

sebagai material pengikat tambahan akan mempengaruhi sifat beton segar, sebagaimana sifat mekanik dan ketahanannya. Sejauh mana sifat dari abu terbang akan berpengaruh pada beton tergantung pada karakteristik dan proporsi dari abu terbang yang digunakan. Penambahan abu terbang pada campuran beton dapat mempengaruhi beton antara lain menambah tingkat kemudahan dalam pengerjaan, mengurangi bleeding, tahan terhadap korosi dan permeability, tahan terhadap sulfat, mengurangi panas hidrasi, harga beton lebih ekonomis, menaikkan kekuatan akhir beton. Untuk mencapai setiap sifat yang telah disebutkan tersebut memerlukan komposisi penambahan abu terbang yang tepat. Sehingga dalam tiap perencanaannya membutuhkan percobaan campuran untuk dapat mencapai sifat beton yang diharapkan. Penggunaan abu terbang pada beton yang berkontribusi terhadap persentase pengurangan semen Portland akan memperlambat pencapaian kekuatan awal beton. Berbeda dengan beton dengan semen portland, ketika kenaikan kekuatan beton setelah berumur 28 hari sangat kecil, pada beton dengan penggunaan abu terbang akan mengalami kenaikan kekuatan beton yang cukup signifikan setelah berumur 28 hari. Abu terbang apabila dibuang secara terbuka dapat mengakibatkan pencemaran karena abu terbang mengandung beberapa elemen beracun seperti arsenik, vanadium, antimony, boron dan chromium. Maka salah satu cara agar material hasil produksi sampingan tersebut tidak mengkontaminasi lingkungan adalah dengan menggunakan material tersebut sebagai bahan pengganti sebagian semen (Sumajouw M.D.J, Reky S. Windah. 2014). Berbagai macam usaha dilakukan untuk mendapatkan kualitas beton yang baik dan juga tentunya dengan biaya yang lebih ekonomis. Pemanfaatan material limbah fly ash merupakan salah satu upaya PT.

Waskita Beton Precast untuk meningkatkan mutu beton, pengurangan biaya produksi beton dengan mengurangi jumlah pemakaian semen, tanpa mengurangi nilai kuat tekan beton itu sendiri. Dengan pertimbangan di atas, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh abu terbang terhadap bahan campuran beton. Penelitian ini diharapkan mampu mengatasi efisiensi biaya pembuatan beton sehingga menjadi lebih ekonomis dan dapat mengurangi permasalahan yang ditimbulkan oleh fly ash.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis mengambil rumusan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai bahan campuran beton ditinjau berdasarkan sifat fisik beton normal (*slump*) dan berat benda uji pada beton.
- Bagaimana pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai bahan campuran beton ditinjau berdasarkan sifat mekanik beton pada kuat tekan umur 7 dan 28 hari dan *workability* beton campuran *fly ash*.
- Bagaimana perbandingan selisih harga antara variasi *fly ash* sebesar 0%, 5%, dan 15%.

1.3. Tinjauan Pustaka

Beton merupakan campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*)(SNI 2847:2013). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana ($f'c$) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang

seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan pencampuran secara normal, penempatan dan cara perawatannya, (*American Concrete Institute*). Disebut beton mutu tinggi jika kekuatan tekannya diatas 40 MPa dan diatas 80MPa disebut beton mutu sangat tinggi. Ada banyak parameter yang mempengaruhi kuat tekan pada beton mutu tinggi, diantaranya adalah kualitas bahan penyusunnya, faktor air semen yang rendah dan kepadatan yang tinggi tetapi beton sangat kaku atau sulit diaduk saat dikerjakan (Blissett dan Rowson, 2012)

Pengaruh Bahan Tambah Pada Beton

Bahan tambah adalah bahan selain unsure pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya berguna kalau sudah ada evaluasi yang teliti tentang pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi dimana beton diharapkan akan digunakan. Bahan tambah ini biasanya diberikan dalam jumlah yang relative sedikit, dan pengawasan yang ketat harus diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat 7 beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi (waktu pengikatan), kemudahan pengerjaan, dan kedekatan terhadap air

Abu Terbang (Fly Ash)

Fly Ash dan *Bottom Ash* adalah *terminology* umum untuk abu terbang yang ringan dan abu relative berat yang timbul dari suatu proses pembakaran suatu bahan yang lazimnya menghasilkan abu. *Fly Ash* dan *Bottom Ash* dalam konteks ini adalah abu yang dihasilkan dari pembakaran batu bara. Abu terbang (*Fly Ash*) umumnya diperoleh dari sisa pembakaran Pusat

Listrik Tenaga Uap (PLTU) atau sisa pembakaran dari Boiler Kayu, yang mempergunakan batu bara sebagai sumber energi. Sisa pembakaran berupa partikel halus dan berkisar 75%-90% limbah batu bara akan keluar melalui cerobong asap, serta hanya sebagian kecil tersisa ditungku api. Limbah batu bara sebelum keluar ditangkap dengan *Electrostatic Precipitator* sehingga limbah batu bara masih berupa butiran padat.

Pada penelitian ini *Fly Ash* akan digunakan sebagai bahan pengganti yang berfungsi sebagai bahan pengisi adukan beton sehingga dapat memperkecil pori pori yang ada dan memanfaatkan sifat *pozzolan* dari *Fly Ash* untuk memperbaiki mutu beton. *Pozzolan* adalah bahan yang mengandung senyawa silika dan alumina, dan bahan pozzolan tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen.

Perbandingan Fly Ash Dan Semen Portland

Fly ash digunakan untuk menggantikan semen Portland pada beton, karena mempunyai sifat *pozzolanic*. Hal ini memungkinkan terjadinya peningkatan kekuatan dan durabilitas dari beton. Adanya penggunaan *fly ash* dapat menjadi factor kunci pada pemeliharaan beton tersebut. Pada umumnya, penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian berat semen terbatas pada *fly ash* tipe F. *Fly ash* tersebut dapat menggantikan semen sampai 30% berat semen yang dipergunakan dan dapat menambah daya tahan dan ketahanan terhadap kimia. *Fly ash* juga dapat meningkatkan *workability* dari semen dengan berkurangnya pemakaian air. Produksi semen sedunia pada tahun 2010 diperkirakan mencapai 2 miliar ton. Hal ini memberikan sebuah solusi, dimana penggunaan *fly ash* dapat mengurangi emisi gas carbon secara

signifikan. Perbandingan *fly ash* dengan Kemiripan sifat ke dua material tersebut, yaitu sifat fisik, sifat kimia, dan sifat *pozzolan*.

- Perbandingan Sifat Fisik
Fly ash dan semen mempunyai kemiripan jika ditinjau dari sifat fisik. Kemiripan sifat fisik keduanya dapat ditinjau dari

semen Portland dapat ditinjau dari tiga Beberapa variabel. Perbandingan sifat fisik *fly ash* dan semen Portland dapat dilihat pada table berikut:

Tabel1. Perbandingan sifat fisik *fly ash* dan Semen

Variabel perbandingan	<i>Fly Ash</i>	Semen Portland
Kehalusan butir	5-27% lolos saringan 45 milimikron	80% lolos saringan 44 mikron
Berat jenis	2,15–2,8 g/cm ³	3,15 g/cm ³
Waktu pengikatan awal	423 menit	60-120 menit
Specific gravity	2,15-2,6	3,15
Suhu pengikatan	24-27°C	35°C

- Perbandingan Sifat Kimia
Fly ash dan semen Portland mengandung kapur, silika, alumina, dan oksida besi. Keempat unsur ini merupakan unsur-unsur pokok dua

material ini, karena unsur-unsur tersebut mempengaruhi fungsi dari material. Perbandingan sifat kimia antara *fly ash* dan semen Portland dapat dilihat pada table berikut:

Tabel2. Perbandingan sifat kimia *fly ash* dan Semen

Komponen Perbandingan	% rata-rata untuk <i>fly ash</i>	% rata-rata untuk semen Portland
Kapur, CaO	1-12	60-65
Silika, SiO ₂	20-60	17-25
Alumina, Al ₂ O ₃	5-35	3-8
Besi, Fe ₂ O ₃	10-40	0,5-6
Magnesia, MgO	0-5	0,5-4
Sulfur, SO ₃	0-4	1-2
Soda/Potash, Na ₂ O + K ₂ O	0-7	0,5-1

Metode Campuran Beton

Ada sejumlah metode perencanaan campuran (*mix design*). Tidak dapat dikatakan mana metode yang paling baik karena masing-masing mempunyai keunggulan, tergantung material yang dipakai dan tujuan struktur beton tersebut. Perlu pula dikaji apakah metode-metode dari luar negeri sesuai dengan material dan kondisi kerja di

Indonesia. Metode perencanaan campuran hanyalah memperkirakan proporsi campuran awal. Estimasi ini perlu di cek dengan membuat sedikitnya satu campuran percobaan (*trial mix*) dan sering masih harus dikoreksi. Ada beberapa macam *mix design* yang dapat digunakan, antara lain :

- DOE (British Departement of Environment), yang disesuaikan dengan kondisi di Indonesia
- ACI (American Concrete Institute)
- Nisco Master (Jepang)
- LJ Murdock (Inggris)

Dari metode di atas, metode DOE adalah yang paling sederhana, sedangkan Murdock adalah yang paling rumit. Kerumitan tidak selalu berarti hasil yang paling akurat. Prinsip-prinsip dasar umumnya sama, perbedaan hanya pada pemakaian rumus atau grafik. Prosedur perencanaan campuran ini berlaku untuk beton dengan berat normal tidak mengandung *admixtures*, abu terbang, atau *pozzolan*. Untuk beton yang memerlukan sifat khusus atau tujuan khusus maka harus dibuat modifikasi dalam perencanaan campuran karena melibatkan.

Rancangan Penelitian diartikan sebagai strategi mengatur latar penelitian agar peneliti memperoleh data yang valid yang sesuai dengan karakteristik variabel dan tujuan penelitian. Dalam penelitian eksperimental, rancangan penelitian yang dipilih adalah yang paling memungkinkan peneliti untuk mengendalikan variabel-variabel lain yang diduga ikut berpengaruh terhadap variabel-variabel terikat. Pemilihan rancangan penelitian dalam penelitian eksperimental selalu mengacu pada hipotesis yang akan diuji. Variabel yang dimaksud adalah pengaruh *fly ash* terhadap kuat tekan beton, yang memungkinkan *fly ash* berpengaruh terhadap kuat tekan beton pada umur 28 hari, variabel yang terikat adalah beton yang dipengaruhi oleh *fly ash* sebagai bahan tambah yang dapat mempengaruhi kuat tekan beton pada umur 28 hari.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Populasi Dan Sampel

Menurut (Sugiyono, 2013) populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek yang mempunyai kualitas dari karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Sedangkan objek penelitian adalah suatu tribute atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk di pelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Definisi diatas menjadi acuan bagi penulis untuk menentukan populasi. Populasi dalam penelitian pengaruh abu terbang terhadap bahan campuran beton dengan kuat tekan rencana $f_c = 50\text{Mpa}$, ukuran agregat

maksimum 25mm, serta perencanaan campuran menggunakan metode DOE. Dalam penelitian ini terdapat 4 (empat) macam sampel dengan variasi campuran beton. Variasi tersebut dibedakan berdasarkan jumlah persentase *Fly ash* terhadap kebutuhan berat semen yang dimasukkan pada campuran beton. Variasi persentase *Fly ash* yang digunakan adalah 0% (sebagai acuan), 5% dan 15%. Kode dan jumlah perkiraan benda uji untuk 3 (tiga) macam benda uji dengan variasi campuran beton dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel. 3 Kode Dan Perkiraan Benda Uji

No.	Persentase <i>Fly Ash</i> (%)	Jumlah Benda Uji hari ke-	Kode Benda Uji	Keterangan
-----	-------------------------------	------------------------------	----------------	------------

		7	28		
1	0%	2	2	SBTM 1	Beton Normal Mutu Tinggi
2	5%	2	2	SBTM 2	Beton dengan penambahan <i>fly ash</i> 5%
3	15%	2	2	SBTM 3	Beton dengan penambahan <i>fly ash</i> 15%
Jumlah Benda Uji Silinder Dimensi 15cm x 30cm sebanyak 12 Buah					

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Slump

Dari hasil pengujian slump didapat nilai rata-rata sebesar 10 cm, berarti memenuhi nilai slump rencana 6-18cm, sehingga kekentalan memenuhi syarat.

3.2. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan agar dapat mengetahui komposisi penambahan *fly ash* yang sesuai untuk campuran beton. Dari hasil perhitungan kuat tekan beton dengan kuat rencana $f_c'50$ Mpa dengan persentase penambahan *fly ash* pada umur 7 hari

28 hari dari tabel di bawah ini, didapatkan komposisi penambahan *fly ash* teroptimal pada persentase 5% dengan kuat tekan rata-rata umur 7 hari sebesar 43,89 Mpa dan umur 28 hari sebesar 58,55 Mpa. Namun persentase 5% belum bias digunakan untuk pemilihan kadar *fly ash* dengan campuran beton, karena pemakaian semen masih relative tinggi, untuk itu perlu dibuktikan kebutuhan harga dari masing-masing perlakuan kadar *fly ash* dalam campuran beton. Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan $f_c' 50$ Mpa Umur 28 Hari

Kode Benda Uji	Persentase Fly Ash	Tanggal Buat	Umur Test	Tanggal Pengujian	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Berat (Kg)	Berat Rata-rata (Kg)	Volume (m ³)	Beban (Kn)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
SBTM 1	0%	08/12/2022	7 Hari	15/12/2022	15	30	13,15	52,98	0,0053	816,80	46,22	45,84
		08/12/2022	7 Hari	15/12/2022	15	30	13,35		0,0053	803,20	45,45	
		08/12/2022	28 Hari	05/01/2023	15	30	13,28		0,0053	1067,60	60,42	60,84
		08/12/2022	28 Hari	05/01/2023	15	30	13,20		0,0053	1082,70	61,27	
SBTM 2	5%	08/12/2022	7 Hari	15/12/2022	15	30	13,00	51,94	0,0053	745,00	42,16	43,89
		08/12/2022	7 Hari	15/12/2022	15	30	12,94		0,0053	806,10	45,62	
		08/12/2022	28 Hari	05/01/2023	15	30	13,20		0,0053	1046,70	59,23	58,55
		08/12/2022	28 Hari	05/01/2023	15	30	13,00		0,0053	1022,50	57,86	
SBTM 3	15%	08/12/2022	7 Hari	15/12/2022	15	30	12,60	50,60	0,0053	729,80	41,30	42,71
		08/12/2022	7 Hari	15/12/2022	15	30	12,70		0,0053	779,80	44,13	
		08/12/2022	28 Hari	05/01/2023	15	30	12,90		0,0053	980,70	55,50	55,95
		08/12/2022	28 Hari	05/01/2023	15	30	12,40		0,0053	996,70	56,40	

3.3. Perbandingan Harga Beton Campuran Fly Ash

Setelah mengetahui sifat mekanik beton melalui pengujian kuat tekan beton, maka dibuat perbandingan harga

terhadap beton non *fly ash* dan campuran *fly ash* sebesar 5% dan 15%, berdasarkan harga material yang didapat dari PT. Waskita Beton Precast berikut adalah daftar harga material :

Tabel5 Harga Material

Material	Harga Material
Semen (Kg)	Rp 1054,00
Air (liter)	Rp -
Admixture Consol P213esp (liter)	Rp 22.500,00
<i>Fly Ash</i> (Kg)	Rp 300,00
Pasir (Kg)	Rp 275,00
Kerikil (Kg)	Rp 250,00

Tabel6PerhitunganBiayaBetonCampuranFly Ash 0%

Bahan		Harga bahan/kg	Harga Bahan	Satuan
Semen	491,4	Rp 1054,00	Rp 517.935,60	/kg
Air	191,68	Rp -	Rp -	/liter
Admixture	6,0	Rp 22.500,00	Rp 135.000,00	/liter
<i>Fly Ash</i>	0,0	Rp 300,00	Rp -	/kg
Pasir	719,37	Rp 275,00	Rp 197.826,75	/kg
Kerikil	953,59	Rp 250,00	Rp 238.397,50	/kg
Total Harga Beton			Rp 1.089.159,85	

Tabel7PerhitunganBiayaBetonCampuranFly Ash 5%

Bahan		Harga bahan/kg	Harga Bahan	Satuan
Semen	472,03	Rp 1054,00	Rp 497.519,62	/kg
Air	187,0	Rp -	Rp -	/liter
Admixture	5,66	Rp 22.500,00	Rp 127.350,00	/liter
<i>Fly Ash</i>	24,84	Rp 300,00	Rp 7.452,00	/kg
Pasir	735,01	Rp 275,00	Rp 202.127,75	/kg
Kerikil	964,4	Rp 250,00	Rp 241.100,00	/kg
Total Harga Beton			Rp 1.075.549,37	

Tabel 8 Perhitungan Biaya Beton Campuran Fly Ash 15%

Bahan		Harga bahan/kg	Harga Bahan	Satuan
Semen	432,6	Rp 1.054,00	Rp 455.960,40	/kg
Air	177,65	Rp -	Rp -	/liter
Admixture	5,0	Rp 22.500,00	Rp 112.500,00	/liter
<i>Fly Ash</i>	76,34	Rp 300,00	Rp 22.902,00	/kg
Pasir	763,06	Rp 275,00	Rp 209.841,50	/kg
Kerikil	1011,3	Rp 250,00	Rp 252.825,00	/kg
Total Harga Beton			Rp 1.054.028,90	

Dari Tabel 6 ; Tabel 7 ; Tabel 8 diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan *fly ash* 5% memiliki harga paling tinggi yaitu sebesar Rp. 1.075.549,37 dan biaya paling murah untuk pembuatan beton adalah variasi 15% dengan biaya Rp. 1.054.028,90. Selisih harga antara campuran non *fly ash* (0%) dan harga campuran *fly ash* 5% sebesar Rp. 13.610,48 Selisih harga antara campuran non *fly ash* (0%) dan harga campuran *fly ash* 15% sebesar Rp. 35.130,95. Dalam hal ini variasi *fly ash* 15% dinilai paling rendah biaya untuk pembuatan beton dan kuat tekan rencana rata-rata nya dapat terpenuhi. Dengan ini *fly ash* variasi 15% layak untuk digunakan dalam pembuatan beton dengan campuran *fly ash*.

3.4. Rekapitulasi Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat diambil rekapitulasi hasil penelitian untuk pengujian nilai slump sebesar

10 cm. Untuk berat benda uji beton mengalami penurunan berat dimana berat benda uji terbesar berada di variasi 0% sebesar 52,98 Kg , pada variasi *fly ash* 5% sebesar 51,94 Kg, dan pada variasi 15% sebesar 50,60 Kg. Salah satu faktor yang mempengaruhi turunnya berat pada benda uji disebabkan oleh hilangnya kadar air pada beton, hal itu disebabkan karena *fly ash* memerlukan air lebih untuk terbentuknya proses kimia didalam campuran beton.

Hasil dari penambahan *Fly Ash* sebagai bahan tambah beton normal terhadap sifat mekanik beton memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton. Beton mengalami penurunan kuat tekan, dimana beton tanpa penambahan *fly ash* kuat tekan maksimum rata-rata nya sebesar 45,84 MPa pada umur beton 7 hari, dan pada umur 28 hari sebesar 60,84 Mpa. Dengan

penambahan *fly ash*, kuat tekan beton semakin menurun, dimana kuat tekan maksimum rata-rata pada proporsi *fly ash* 5% sebesar 43,89 MPa pada umur beton 7 hari, dan pada umur 28 hari sebesar 60,84 Mpa. Sedangkan kuat tekan maksimum rata-rata pada proporsi *fly ash* 15% sebesar 42,71 MPa pada umur beton 7 hari, dan pada umur 28 hari sebesar 55,95 Mpa. Proporsi optimum pada kuat tekan didapatkan pada proporsi *fly ash* 15% sebesar 55,95 MPa pada umur 28 hari.

Harga untuk beton normal sebesar Rp. 1.089.159,85, untuk beton dengan penambahan *fly ash* 5% sebesar Rp. 1.075.549,37 dan untuk beton penambahan *fly ash* 15% sebesar Rp. 1.054.028,90. Selisih harga beton normal dengan beton campuran *fly ash* 5% sebesar Rp. 13.610,48 atau 1,25% dari harga beton normal. Selisih harga beton normal dengan campuran *fly ash* 15% sebesar Rp. 35.130,95 atau 3,23% selisih dari harga beton normal. Dengan demikian campuran beton *Fly Ash* dengan kuat tekan 55,95 M dapat menjadi alternative penggunaan beton dengan kuat tekan 50 Mpa, dengan harga yang lebih efisien sebesar Rp. 35.130,95 atau 3,23% selisih dari harga beton normal

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian yang digabungkan dengan hasil dari penelitian dan pembahasan yang telah dilalui dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa dapat diambil rekapitulasi hasil penelitian untuk pengujian nilai slump sebesar 10 cm. Untuk berat benda uji beton mengalami penurunan berat dimana berat benda uji terbesar berada di variasi 0% sebesar 52,98 Kg , pada variasi *fly ash* 5% sebesar 51,94 Kg, dan pada variasi 15% sebesar 50,60 Kg.

Hasil dari penambahan *Fly Ash* sebagai bahan tambah beton normal

terhadap sifat mekanik beton memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton. Beton mengalami penurunan kuat tekan, dimana beton tanpa penambahan *fly ash* kuat tekan maksimum rata-rata nya sebesar 45,84 MPa pada umur beton 7 hari, dan pada umur 28 hari sebesar 60,84 Mpa

Hasil dari penambahan *Fly Ash* sebagai bahan tambah beton normal terhadap sifat mekanik beton memberikan pengaruh terhadap biaya pembuatan beton, dimana biaya yang paling ekonomis pada variasi 15% sebesar Rp. 1.054.028,90

4.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diberikan saran sebagai berikut:

Penggunaan *Fly Ash* dalam campuran beton ini harus dibatasi maksimal 30% dari berat semen

Campuran optimal untuk pembuatan beton dengan campuran *Fly Ash* yang ditinjau berdasarkan mutu dan biaya sebesar 15% dari berat semen.

Fly Ash ini cocok untuk segala jenis konstruksi termasuk konstruksi pondasi dalam atau konstruksi dermaga, karena karakteristik *fly ash* yang lebih padat dan rapat dibandingkan dengan semen dan *fly ash* mampu menahan korosi dan tahan terhadap sulfat.

DAFTAR PUSTAKA

- Blissett, R.S. and Rowson, N.A. *A Review of the Multi-componen Utilisastion of Coal Fly Ash.Fuel.* 2012; 97;1-23.
- Bonardo Pangaribuan, 2013 *Cement manufacturing process*, Holcim Indonesia, Jakarta
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Departemen Pekerjaan Umum Dan Tenaga Listrik, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*
- Duff Abrams 2014. *The relationship between the cement water factor*

and the compressive strength of concrete

- Fandhi Hernando, 2012 *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi Dengan Penambahan Super plasticizer Dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen Dengan Fly ash*, Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta
- Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007, *Teknologi Beton*, KMTS-UGM, Yogyakarta
- Marthin D.J Sumajouw, Reky S. Windah 2014, *Kua ttekanbeton geopolimer berbahan dasar abu terbang (fly ash)* Fakultas Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulagi Mulyono, Tri. 2013. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- SE Menteri PUPR 14/SE/M/2019, *Pengunaan abu terbang dalam campuran beton sedikit semen Portland.*
- SK SNI S-18-1990-03, *Spesifikasi Bahan Tambahan Untuk Beton*
- SNI 03-1974-1990 *Metode pengujian kuat tekan beton*
- SNI 03-2847-2002, *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan Gedung*
- SNI 03-6468-2000, *Tata cara perencanaan campuran beton berkekuatan tinggi dengan semen Portland dan abu terbang.*
- SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*
- SNI 2460:2014, *Spesifikasiabu terbang dan pozzolan alam mentah atau yang telah dikalnisasi untuk digunakan dalam beton*
- Tim Penyusun. 2013. *Struktur Beton*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Semarang.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. 2012. *TeknologiBeton*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada

